

HORS SÉRIE

Transition climatique et
énergétique : matériaux
de construction
1^{re} partie : état des lieux



HISTOIRE DE LA CONSTRUCTION Évolution des matériaux et des savoir-faire	04
CLIMAT Adieu veaux, vaches, cochons?	08
ÉTAT DES LIEUX – RESSOURCES NATURELLES INDIGÈNES Des promesses sous-exploitées	11
ÉTAT DES LIEUX – LE MÉTAL La loi implacable de l'offre et de la demande	16
RÉALITÉ DU TERRAIN – VIE DES ENTREPRISES La verte attitude, lentement mais sûrement	18
RÉALITÉ DU TERRAIN Béton : Holcim, le fabricant Stéphane Pilloud, Membre de la direction « Le béton est un matériau avec un excellent bilan carbone »	22
COMPLÉMENTARITÉ DES MATÉRIAUX La démarche de l'ingénieur Bernard Adam, Ingphi Ingénieurs, Lausanne « Nous devons habituer nos yeux à regarder les structures d'une manière différente »	26



JEAN-MARC DEMIERRE
PRÉSIDENT
FÉDÉRATION VAUDOISE DES
ENTREPRENEURS

MATIÈRES À DÉBAT

La transition climatique et énergétique a cela de séduisant qu'elle laisse entrevoir un passage d'un monde inquiétant à un monde meilleur. Or, l'histoire nous démontre que de tels changements ne se font pas du jour au lendemain et qu'ils requièrent l'adhésion de la majorité d'entre nous pour perdurer.

De plus, le schéma se complique car l'avenir de la planète dépasse la simple dimension humaine : la nature a d'implacables lois, mais paradoxalement, la Terre nous révèle chaque jour sa fragilité.

Alors bien sûr, le débat devient émotionnel. Il y a deux façons extrêmes de réagir : mettre la tête dans le sable et se dire « tout va bien », ou au contraire, aller s'enchaîner à un tronc d'arbre en accusant le monde entier. Pendant ce temps, vous et moi essayons de faire au mieux, en nous conformant aux nécessités écologiques, mais cette fois sans que les médias s'en émeuvent. Dans ce contexte, les constructeurs sont mis au ban des accusés. Nous l'avons vu l'année passée avec ce que le projet d'extension d'une carrière dans le canton de Vaud a pu engendrer de mécontentement. Or, peu de gens le savent : le béton est fait de gravier, d'eau et de ciment, ce dernier comme liant. C'est ce seul composant qui est à l'origine des émanations de CO₂ que l'on reproche au béton. L'enjeu est donc de faire évoluer son bilan énergétique et des progrès sont réalisés année après année.

Singulièrement, les travaux de modernisation de la STEP de Vidy à Lausanne n'ont mobilisé aucune contestation. Inconcevable de mettre au pilori une infrastructure traitant les eaux usées de 16 communes, qui a besoin de solides fondations ! Mais aussi, la construction d'un magnifique pôle muséal où les œuvres d'art nécessitant une atmosphère ad hoc sont exposées et entreposées à l'abri de parois bétonnées, parce qu'il n'y a pas de solution plus optimale. Et mieux encore, tous les travaux des CFF pour créer une mobilité lémanique performante, avec, outre les gares, un ouvrage d'art exceptionnel, le saut-de-mouton entre Renens et Lausanne, solidement planté sur ses piliers.

Notre société a besoin de compléter ses infrastructures soit en béton, soit en acier, en bois ou en verre, en les combinant. Nous ne sommes pas des concepteurs mais des bâtisseurs, et nous mettons en œuvre chaque jour tout notre savoir-faire pour réaliser ces ouvrages qui nous ont été commandés, en appliquant des méthodes et des matériaux évoluant sans cesse. Nous sommes fiers de contribuer à de telles réalisations.

ÉVOLUTION DES MATÉRIAUX ET DES SAVOIR-FAIRE

Des constructions vernaculaires au Néolithique jusqu'à la mondialisation des processus et des échanges commerciaux au 21^e siècle, les matériaux utilisés pour construire nos habitats et nos villes ont été façonnés et modifiés au fil des âges. En Occident, l'être humain s'est habitué à son confort et a vu son espérance de vie quadrupler.

Sur la grande échelle du temps, le genre humain, s'il n'a pas toujours été dominant, a joué un rôle prépondérant sur son espace de vie en raison de ses aptitudes cérébrales développées.

Entre grandeur et décadence, il n'a donc cessé d'évoluer, et avec lui, son environnement, en créant pour cela des outils, des machines, des processus et des usines. C'est ainsi qu'il construit et construit encore son habitat et son monde.

Les temps du vernaculaire

Sur le territoire de l'Europe actuelle, les chasseurs-cueilleurs du Néolithique, il y a 10'000 ans avant notre ère, commencent à se sédentariser. Les premières constructions qu'ils érigent utilisent le bois associé aux feuillages et aux peaux de bêtes, puis de la maçonnerie, à l'aide de mortier d'argile ou de boues de terre, pour assembler des briques et des moellons. Le besoin de pierre induit le creusement de carrières, à la recherche de silex de craie, plus facile à mettre en œuvre que les limons.

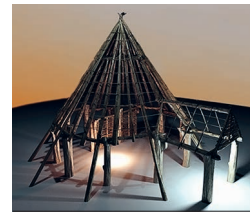
À l'âge du bronze (-2300 ans), le métal n'est utilisé qu'à titre décoratif. À l'âge du fer (-800 ans), de premières agglomérations apparaissent; les Gaulois construisent en bois et torchis. Ils couvrent leurs maisons de chaume ou de bardeaux de chêne.

Dans l'Antiquité, 50 ans avant notre ère, les temples grecs, auparavant en bois recouvert d'argile cuite, sont progressivement érigés en marbre ou en calcaire, y compris la charpente, et couverts de tuiles en terre cuite ou en pierre. L'extraction de pierres monumentales se répand. En 123 après J.-C., les Romains construisent le Panthéon de Rome, en maçonnerie avec un mortier de chaux et de sable; les colonnes en granite de 12 m de haut pèsent 56 tonnes.

Des cathédrales aux châteaux de la Loire

Durant le haut Moyen Âge, entre le 5^e et le 10^e siècle, on n'utilise plus la maçonnerie dont la connaissance s'est d'ailleurs perdue. La population essentiellement agricole construit à nouveau en terre et en bois: de façon rudimentaire, en forme de tente, une ossature de poteaux soutient une faîtière de chevrons et de lattes, assemblés par de l'osier ou, plus élaborée, avec des murs à pans de bois hourdés en torchis.

Au 10^e siècle, la seigneurie carolingienne se déve-



Architecture protohistorique typique de l'âge du Bronze; un plan circulaire avec un porche d'entrée en couloir. Âge du Bronze.

© Françoise Gauchet, Inrap



Évocation du village mérovingien mis au jour à Pontarlier (France), en 2021. Inhabituel par son organisation, son église en bois à plan basilical et le riche mobilier de ses tombes, ce village évoque un centre domanial franc ayant pu jouer un rôle dans la stratégie de conquête du royaume des Burgondes. Période Moyen Âge.

© Françoise Gauchet, Inrap

LA RENAISSANCE
ITALIENNE CONSACRE
LES PROFESSIONS
TRAVAILLANT LA PIERRE
ET LE BOIS.

loppe. Les ordres religieux forment dans leurs monastères un grand nombre d'artisans, tout en amassant de la richesse issue de leurs privilèges. Entre les 10^e et 12^e siècles, temps des châteaux forts, le puissant ordre de Cluny est à l'origine des premières constructions s'émancipant du modèle romain. L'art roman, puis gothique, trouvent leur apothéose dans les chantiers des cathédrales, où maçons et charpentiers jouissent d'une véritable supériorité.

Vers 1180, la Renaissance italienne consacre les professions travaillant la pierre et le bois, architectes, maçons, charpentiers mais aussi celle du stuc marbré. Les guerres d'Italie (Marignan, 1515) font connaître la Renaissance italienne en France avec un ambassadeur de renom, Léonard de Vinci, qui en propagera les savoir-faire. Traduction de cette influence en France, les châteaux du Val de Loire et, en 1662, la création des Gobelins, vaste atelier de peintres, sculpteurs, ciseleurs, orfèvres et tapisseries.

18^e et 19^e siècles, béton balbutiant, acier triomphant

C'est vers 1750 que commence la lente découverte du ciment Portland par l'Anglais John Smeaton, qui obtient, avec des roches marneuses qui contiennent de l'argile, «un mortier plus résistant que la pierre de Portland», laquelle servait à façonner des pierres de taille pour des édifices prestigieux. Plus tard une forme de chaux hydraulique à prise rapide est élaborée. Le premier brevet de fabrication de ciment Portland est déposé en 1824 et des cimenteries apparaissent en 1850.

La révolution industrielle, au 19^e siècle, va tout chambouler, drainant dans les agglomérations une population qui délaisse les champs; l'exode rural est massif d'abord en Grande-Bretagne puis en France; suivront l'Allemagne et les États-Unis, le Japon et la Russie, à la fin du siècle. Les usines fleurissent; la standardisation, la mécanisation et la préfabrication modifient les processus. C'est surtout l'essor de la production d'acier qui marque un tournant dans la manière de construire, au détriment de la pierre et du bois. Le métal permet des performances structurelles inégalées jusque-là, à l'exemple de la Tour Eiffel achevée en 1889.

Les historiens ont coutume de distinguer trois périodes dans la construction en métal: l'ère de la fonte (1780-1850), avec la généralisation du haut fourneau au coke, l'ère du fer forgé (1850-1900) qui remplace progressivement la fonte grâce au puddlage (fonte enrichie de fer), et l'ère de l'acier (de 1880 à nos jours) avec la mise au point par Henry Bessemer du convertisseur, un four qui permet

C'EST SURTOUT L'ESSOR DE LA PRODUCTION D'ACIER QUI MARQUE UN TOURNANT DANS LA MANIÈRE DE CONSTRUIRE.

d'affiner la fonte brute pour produire de l'acier peu coûteux. Grands palaces et grands magasins, en Europe et aux USA, vont profiter de structures métalliques portant des verrières et des dômes vitrés remarquables.

Aux USA, sous la houlette de l'École de Chicago, les gratte-ciels voient le jour, avec leur armature en acier dissimulée derrière une peau en pierre – la Tour Bel Air à Lausanne, considérée comme le premier gratte-ciel de Suisse, a été érigée sur ce modèle en 1931. L'aluminium ne se développera que vers la fin du 19^e siècle.

Omniprésence du béton au 20^e siècle

En 1886, François Hennebique dépose un premier brevet sur les systèmes d'armature métallique du béton. A la suite, les brevets de différents systèmes vont se multiplier, dont ceux relatifs aux armatures de poutres, concurrencées en 1902 par la poutre Viereedel en acier qui influencera la conception des ponts.

Le béton armé est vanté lors de l'Exposition universelle de Paris en 1900 et il est annoncé comme «LE» matériau du siècle. En 1902 est publié le premier traité de béton armé.

Des réglementations remplacent progressivement les systèmes brevetés et la standardisation du béton armé intervient dans l'entre-deux-guerres. En 1928, Eugène Freyssinet dépose un brevet fondateur des principes de précontraintes dans le béton. Les premières poutres précontraintes seront fabriquées en 1938.

EN 1902 EST PUBLIÉ LE PREMIER TRAITÉ DE BÉTON ARMÉ.



La cathédrale Notre-Dame de Lausanne est un édifice gothique (fin 11^e siècle), en pierre de taille (molasse).



Le Pont Bessière à Lausanne, inauguré en 1910, est un bel exemple d'ouvrage d'art dont le tablier est supporté par cinq arcs en acier prenant appui sur des culées en pierre.



Coupole des Galeries Lafayette. Paris. Dôme en acier, avec une couverture en verre.

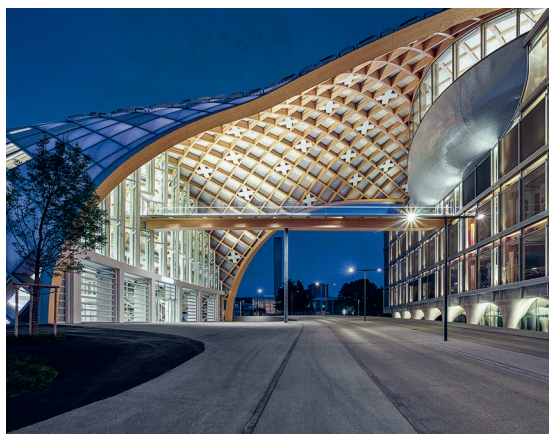


Tour de Bel-Air à Lausanne, achevée en 1931, conçue sur le modèle américain : socle en béton, structure porteuse en acier, façade en pierre.

Après la seconde guerre mondiale, la nécessité de reconstruire des logements en masse impliquera la mécanisation, la préfabrication en béton, et l'organisation des chantiers en fonction de ces nouveautés. En outre, l'occupation allemande ayant provoqué une pénurie d'acier, la reconstruction favorise l'économie dans les techniques et les matériaux; les voiles minces en béton armé seront une réponse. Mais pas seulement; avec sa Cité radieuse bâtie entre 1947 et 1952 à Marseille, Le Corbusier pose les bases du brutalisme usant de matériaux peu coûteux, dont le béton brut à l'esthétique du bois de coffrage – «C'est le romantisme du mal foutu» dira l'architecte.

Dans les années 1950, le béton précontraint va culminer aux USA. En France, l'opération des «4000 logements de la région parisienne» en 1953 annonce la généralisation des grands ensembles. Sous la pression de l'Abbé Pierre, trois millions de logements seront ainsi construits entre 1954 et 1970.

Le bois, qui a fait son retour sous forme de contreplaqué pour des raisons économiques, dès le début du siècle, se diversifie avec l'invention des panneaux de fibres agglomérées vers 1936 en Allemagne, en vue de suppléer techniquement et économiquement le bois massif, plus difficile à travailler et plus onéreux. D'un autre côté, bien que l'assemblage de lames de bois pour faire des poutres remonte au Moyen-âge, un brevet de 1906 valide l'utilisation de colle au lieu des fixations mécaniques médiévales pour l'assemblage des lattes. En Suisse, la licence du lamellé-collé a été acquise en 1910 par les ingénieurs ayant réalisé les essais de résistance mécanique. Dès 1995, les machines à commande numérique ont conféré au lamellé-collé un degré de précision et de constance élevé; elles ont en outre permis de réaliser des formes plus complexes, et à plus grande cadence. Enfin, en 2015, en Suisse, de nouvelles prescriptions de protection incendie pour les constructions en bois ont ouvert la voie vers des bâtiments de grande hauteur avec le matériau.



© Swatch

Bâtiment de Swatch, à Bienne. Architecte; Shigeru Ban (Japon). La façade de l'édifice repose sur une ossature grillagée en bois. Lors de la planification, la technologie 3D la plus récente a permis de définir la forme et le positionnement exacts des quelque 4600 poutres de l'enveloppe de la grille.



© Wiefried-dechau.de

Pavillon Sicli. Utilisation du béton en voile mince. Construit entre 1966 et 1970 par l'ingénieur Heinz Isler et l'architecte Constantin Hilberert.

Prise de conscience sociale et écologique

La révolution industrielle du 19^e siècle a modifié la société en profondeur, par l'exode rural qu'elle a induit, créant conséquemment des pénuries de logements dans les centres urbains pour une population ouvrière exploitée et travaillant dans des conditions pénibles.

Dans l'histoire récente européenne, mai 1968 et son refus d'une société consumériste et militaire marque le début de remises en question essentielles. L'écologie fait de timides début dans les années 1970 avec la naissance de Greenpeace en 1971. En 1972, alors que l'ONU organisait la première Conférence mondiale sur l'environnement à Stockholm, le Club de Rome publiait son Rapport Meadows, intitulé «The limits to Growth», littéralement, les limites à la croissance.

Puis la première crise pétrolière de 1973 fut l'estocade portée à une société de consommation du tout jetable, mais la prise de conscience générale qui aurait dû avoir lieu à cette époque ne s'est pas vraiment produite.

Quelque vingt années plus tard, s'est tenue, en 1995, la première COP (Conférence des Nations unies sur les changements climatiques), signe que les gouvernements prenaient au sérieux la question écologique. De plus, les catastrophes nucléaires de Tchernobyl en 1986 et de Fukushima en 2011 ont sonné le glas des centrales atomiques et provoqué une énorme brèche dans la sécurité d'approvisionnement des pays en électricité. L'énergie renouvelable ainsi que les principes de durabilité et de recyclage se sont imposés.

L'urgence climatique

L'urgence climatique a poussé l'ONU à définir 17 *objectifs de développement durable pour sauver le monde* en Septembre 2015. L'accord de Paris, entré en vigueur le 4 novembre 2016, vise une baisse du réchauffement climatique à un niveau inférieur à 2 degrés, de préférence à 1,5 degré, pour parvenir à un monde climatiquement neutre vers 2050. C'est un jalon dans les pourparlers internationaux puisque cet accord est le premier à avoir force contraignante.

EN SUISSE, LA LICENCE DU LAMELLÉ-COLLÉ A ÉTÉ ACQUISE EN 1910.

Enfin, la COP26 qui s'est déroulée à Glasgow en novembre 2021 s'est fixé de nouveaux défis, mais sans mesures contraignantes: sortir de la dépendance du pétrole, du gaz et du charbon, réduire les émissions de méthane de 30% d'ici 2030, l'arrêt de la déforestation, la disparition des voitures thermiques en 2040, et une agriculture plus résiliente. Elle a aussi créé *Réseau vert : un soleil, une planète* (coalition globale pour les économies d'énergie). Tout cela reste très questionnable car les déséquilibres économiques et les crises politiques sont des freins puissants à l'harmonie dans le concert des nations.

En 2018 et 2019, les premières manifestations pour le climat ont occupé les rues de presque toute la planète. Cette remise en question globale de nos modes de vie, accentuée par la survenance de la pandémie virale de Covid 19, oblige les architectes, ingénieurs et urbanistes à réviser leurs concepts pour se diriger vers plus de modularité et de durabilité, en revenant à des matériaux oubliés comme la chaux et le pisé, et en privilégiant les biosourcés, à l'instar du bois, ou encore en les recyclant ou en les réemployant, tels le béton et l'acier.

L'ACCORD DE PARIS,
ENTRÉ EN VIGUEUR
LE 4 NOVEMBRE 2016,
VISE UNE BAISSSE DU
RÉCHAUFFEMENT
CLIMATIQUE À UN NIVEAU
INFÉRIEUR À 2 DEGRÉS

ADIEU VEAUX, VACHES, COCHONS ?

Elle est insidieuse parce qu'on ne la voit pas trop, hormis le smog, et que son odeur n'est pas toujours perceptible : la pollution atmosphérique s'invite partout, dans nos maisons et dans nos rues. Devons-nous vivre plus sobrement pour l'éradiquer ? C'est en tout cas ce que les spécialistes appellent de tous leurs vœux.

Les scientifiques de la NASA ont établi que la planète se réchauffe depuis la révolution industrielle du 19^e siècle ; dans les faits, cela représente un peu plus de 1°C depuis 1880. Les deux-tiers de ce réchauffement se sont produits depuis 1975, à raison de 0.15 à 0.20°C par décennie. Les causes en sont de façon prépondérante les activités humaines, même si l'on ne peut exclure des variations naturelles.

Cette hausse s'explique par l'augmentation de la consommation d'énergie en provenance des fossiles, notamment le charbon et le gaz qui connaissent une forte progression, en particulier en Asie. Le GIEC estime que pour limiter l'augmentation de la température moyenne de la planète à 1,5°C, il faudrait réduire les émissions de CO₂ de 45 % d'ici 2030. Autre option, une réduction de 25 % d'ici à 2030 pour limiter le réchauffement à 2°C.

Chaud, chaud la planète

Cela étant, la Secrétaire exécutive des Nations unies sur le changement climatique, Patricia Espinosa, n'a pas mâché ses mots lors de la COP26 à Glasgow en novembre dernier : « Nous sommes sur la bonne voie pour une augmentation de la température mondiale de 2,7°C, alors que nous devrions nous diriger vers l'objectif de 1,5°C. De toute évidence, nous sommes dans une urgence climatique. »

Durant la même COP, le président français Emmanuel Macron a ressorti le nucléaire de ses tiroirs : « Nous allons, pour la première fois depuis des décennies, relancer la création de réacteurs nucléaires dans notre pays ». Les alternatives éolienne et solaire ne sont pas suffisantes, certes, mais aussi n'auraient-elles plus les vertus qu'on a tellement vantées ? Il faut dire qu'elles posent l'énorme problème du recyclage et de l'élimination de leurs composants lorsque les installations arrivent en fin de vie.

Sur le vieux continent

La Commission européenne a adopté le Pacte vert pour l'Europe dont un des grands axes est la fin des émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050. Dans ce cadre, la loi européenne sur le climat qui fixe une réduction des GES d'au moins 55 % d'ici 2030 est entrée en vigueur en juillet 2021. Le rapport de l'Agence européenne de l'environnement (AEE), publié en avril 2019, met l'accent sur les mesures nécessaires pour remettre le vieux continent sur la voie de la réalisation de ses objectifs pour 2030 et

LA LOI EUROPÉENNE SUR
LE CLIMAT QUI FIXE UNE
RÉDUCTION DES GES
D'AU MOINS 55 % D'ICI 2030
EST ENTRÉE EN VIGUEUR
EN JUILLET 2021.

2050, parmi lesquelles l'économie circulaire ou encore l'innovation. Nerf de la guerre, il s'agirait également d'accroître les investissements et de réorienter le secteur financier en vue de soutenir des projets.

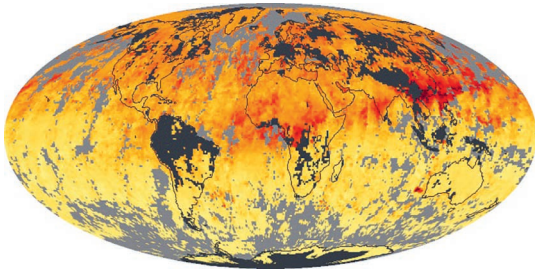
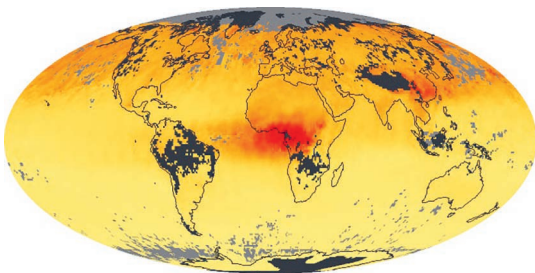
La Suisse ayant signé en 2015 l'Accord de Paris, les stratégies environnementale (dotée de 13,2 milliards de francs en 2020) et énergétique (un coût de 920 millions de francs entre 2015 et 2020) de la Confédération vont dans le même sens que celles de nos voisins européens, avec une première étape de réduction de 50 % des émissions de CO₂ d'ici 2030, et un objectif zéro en 2050. Pourtant, le peuple suisse a refusé la loi sur le CO₂ soumise au vote en juin 2021, qui devait permettre au pays de réduire ses émissions de carbone. Un refus qui s'explique en partie par le montant des taxes prévues et par l'effet démobilisateur de la hausse du prix des carburants.

La sobriété, nouvel art de vivre

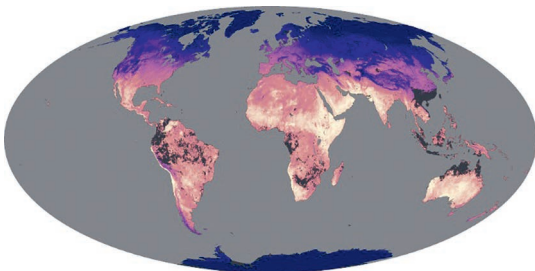
L'idée d'une société à 2000 watts – reprise par l'Accord de Paris en 2015 – est née dans les années nonante dans le but de réfréner notre consommation énergétique ; ce plafond correspond à ce que nous consommons en énergie dans les années soixante. A cet égard, le GIEC estime que les changements de comportements et de modes de vie pourraient permettre une diminution de 40 % à 70 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050. Par conséquent, les hautes sphères décisionnelles tablent sur les changements de comportement des citoyens. Mais lors des Assises européennes de la transition énergétique qui se sont tenues à Genève en mai 2022, Yamina Saheb, Docteure en ingénierie énergétique et économiste, experte au sein du GIEC, s'est montrée critique : « Le focus sur le changement de comportement des individus est en vérité le dernier totem des industries polluantes pour faire passer la responsabilité sur les individus et retarder l'action climatique [...] J'ai calculé que 40 % de la réduction des besoins de gaz en Europe leur sont imputés. Comment peut-on imaginer une politique d'avenir, de sortie de crise, en mettant la responsabilité sur des citoyens qui sont coincés, parce que nous sommes coincés dans nos infrastructures, dans nos villes, dans nos appartements ? »

NOUS SOMMES
COINCÉS DANS NOS
INFRASTRUCTURES, DANS
NOS VILLES, DANS NOS
APPARTEMENTS.

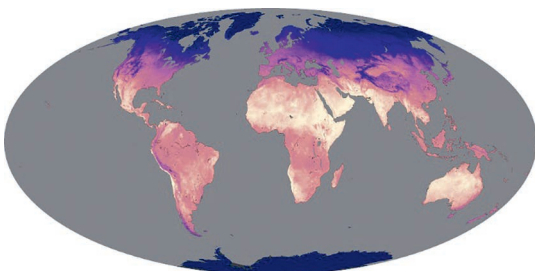
Nonobstant cet aspect fonctionnel, comment convertir tout un peuple à l'ascétisme de la frugalité alors que depuis presque deux siècles, il est adepte d'un consumérisme exubérant ? « la sobriété choisie est mieux que l'austérité subie », a-t-on pu entendre

Émissions de CO₂ en mars 2000.Émissions de CO₂ en février 2017.

Concentration de monoxyde de carbone
(en volume, partie par milliard d'unités)



Températures terrestres mars 2000.



Températures terrestres mars 2021.



© NASA

durant ces mêmes assises. On aura pu y relever quelques pistes : si l'innovation est essentielle, elle ne suffit pas ; le défi est d'embarquer la population dans ce projet sociétal par l'éducation et le débat démocratique, avec un récit inspirant qui pourrait transformer les imaginaires, et avec bienveillance : « On ne peut pas demander aux gens de se transformer si on leur demande d'abord de se renier. » Enfin le consensus s'est fait autour de deux aspects : la sobriété doit être partagée – relevons cependant les antagonismes sobriété vs pauvreté, Occident vs pays pauvres, Nord vs Sud –, et elle n'est pas synonyme de décroissance, elle requiert une autre gouvernance comptable et de nouveaux modèles économiques.

Autre ville, autre habitat... autre vie

Depuis 2003, le Groupe de travail « construction durable » de la Direction générale des immeubles et du patrimoine (DGIP) du canton de Vaud publie régulièrement des ouvrages – constituant la collection Jalons – ayant trait au développement durable en lien avec le bâti :

- Intitulé *Vivre Plus Mieux, comment vivre avec les ressources d'une planète ?*, le 14^e volume pose les principes d'une consommation modérée et recadre le bâti et son usage dans le contexte de cette sobriété.
- A lire aussi, Jalon 13 – *Habiter demain* – qui évoque la transition de nos cadres de vie, tant du point de vue urbanistique qu'individuel et qui aborde la question sous l'angle sociologique également. Espaces publics, privés, paysagers envisagés dans le vivant et le local.

Tous les « Jalon » sont téléchargeables : www.vd.ch/themes/environnement/durabilite/publications-liees-a-la-durabilite/

Des labels exigeants

SméO, les 2000 watts en ligne de mire

Créé en 2008 sur l'initiative du Canton de Vaud et de la Ville de Lausanne, le label SméO propose l'évaluation complète d'un bâtiment ou d'un quartier selon les critères de la société à 2000 Watts (cahier technique SIA 2040). Il évalue les projets depuis la phase de concours jusqu'à l'exploitation des bâtiments et propose des pistes d'optimisation de la durabilité en prenant en considération les principes de durabilité, les aspects constructifs, le cycle de vie ainsi que la dimension humaine (concepteurs, constructeurs, utilisateurs). www.smeo.ch

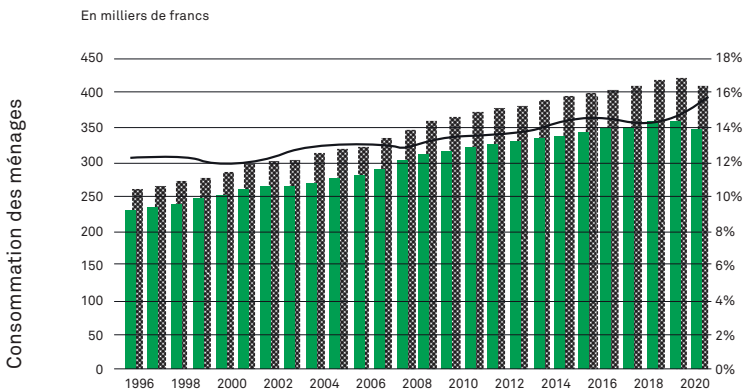
A découvrir aussi dans Jalon 6, une publication du Canton de Vaud consacrée à SméO : www.vd.ch/themes/environnement/durabilite/publications-liees-a-la-durabilite/

Les 45 critères de durabilité du SNBS

Le standard de Construction durable Suisse SNBS, lancé en 2013, est le fruit du travail du Réseau Construction durable Suisse (NNBS) et de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) dans le cadre de la stratégie du Conseil fédéral pour le développement durable.

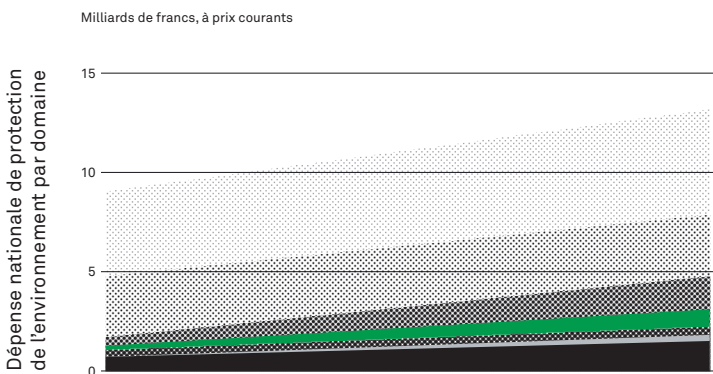
Il certifie les ouvrages en fonction de 45 indicateurs. Outre la disponibilité des ressources, l'énergie grise, le mode de construction et la valorisation potentielle, cela concerne également les enjeux urbanistiques, les équipements, les chaînes de valeur locales, la faune et la flore, la conception de la mobilité, ainsi que des aspects sociaux. www.snbs-batiment.ch

Les comportements consuméristes des suisses



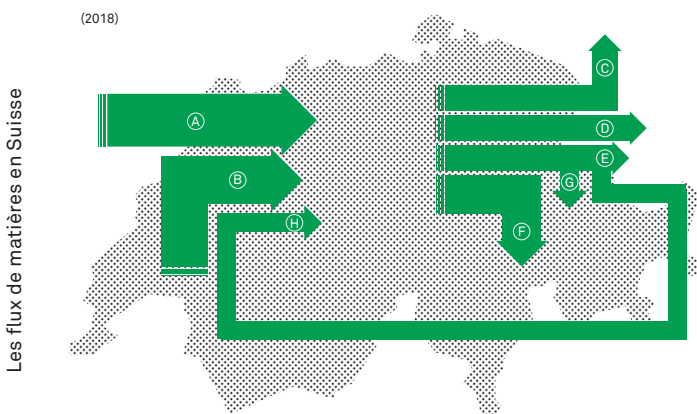
Les dépenses de consommation incluent les biens et services achetés par les ménages. La consommation effective englobe, en plus, les biens et services acquis par les administrations publiques au service des ménages (transferts). Les années « covid » sont une parenthèse (provisoire ?) : elles ont contribué à une baisse des dépenses de consommation privée mais les contributions publiques ont pris l'ascenseur.

- Dépenses de consommation
- ▨ Consommation effective
- Part des transferts dans la consommation effective



Le Conseil fédéral a adopté en août 2020 le plan d'action d'adaptation aux changements climatiques pour « lutter contre les risques liés aux changements climatiques et accroître la capacité d'adaptation de la nature, de la société et de l'économie ». En 2020, la dépense nationale de protection de l'environnement s'élevait à 13,2 milliards de francs, soit à 1,9% du PIB. Elle a augmenté de 46% depuis 2000, à prix courants.

- ▨ Gestion des déchets
- ▨ Gestion des eaux usées
- ▨ Protection des sols/eaux
- ▨ Protection de la biodiversité et des paysages
- Protection de l'air et du climat
- ▨ Lutte contre le bruit et les vibrations
- Recherche et développement, autres activités



Le rapport « Environnement suisse 2018 » de la Confédération sur nos comportements révèle que chacun de nous consomme l'équivalent de deux fois et demie les ressources de la planète. C'est dire qu'à la fin du moi d'avril, nous devrions cesser tout acte de consommation, ayant épuisé notre « stock ». En outre, avec la délocalisation, nous exportons une grande partie de nos comportements pollueurs.

A Importation	48 Mio. t/a
B Extraction domestique	56 Mio. t/a
C Consommation	22 Mio. t/a
D Exportation	18 Mio. t/a
E Élimination	27 Mio. t/a
F Augmentation du stock	52 Mio. t/a
G Décharge / Usine d'incinération	12 Mio. t/a – Stock 3210 Mio. t
H Recyclage / Afflux secondaire	15 Mio. t/a

DES PROMESSES SOUS-EXPLOITÉES

Si les métaux ne sont que très peu présents dans le sous-sol suisse, en revanche les minéraux ainsi que le bois sont des ressources naturelles abondantes en notre douce Helvétie. Toutefois, leur exploitation est synonyme de nombreux défis écologiques, économiques, techniques et sociétaux.

La Suisse n'a pas de métal ; son sous-sol en est particulièrement avare, et l'approvisionnement du pays dépend essentiellement des importations. Voilà pourquoi, dans la construction, l'acier, par exemple, n'est pas toujours le matériau le plus compétitif du point de vue écologique. En revanche, il fait l'objet d'un recyclage intensif, avec la refonte de quelque 800 000 tonnes chaque année, ses qualités techniques faisant de lui un composant de choix. Il offre aussi de belles perspectives dans le réemploi.

Il en est tout autrement pour le béton et le bois. Le premier, constitué de graves, de sable, d'eau et de ciment, est un matériau local, biosourcé mais dont les émissions de CO₂ induites par la fabrication du clinker pour le ciment sont pénalisantes. Le bois, quant à lui, local et renouvelable par excellence, est vertueux comme matériau de construction en raison de son aptitude à stocker le CO₂, mais c'est sans compter la chimie (colles, lasures, vernis, peintures) qui gravite autour de lui et les particules fines que sa combustion envoie dans l'air. Nonobstant ces aspects de nuisance, les deux matériaux ne sont pas égaux sur le terrain constructif, tant en termes d'image qu'en termes économiques.

Le béton dans le goulet

L'image du béton est négative dans une frange de plus en plus large de la population. Or, la Suisse consomme environ 5 millions de tonnes de ciment chaque année, dont 86 % fournis par les cimenteries suisses, le reste étant importé.

En ce qui concerne le calcaire qui sert à confectionner le clinker, élément de base du ciment, l'Office fédéral de topographie swisstopo, chargé de réaliser des rapports sur l'approvisionnement de la Suisse en matières premières, a rendu une étude en 2020 qui constate notamment que « Le degré de couverture des besoins suisses en ciment par la production indigène tomberait à quelque 64 % à partir de 2024 faute d'autorisation des extensions de sites d'extraction sollicitées par les cimenteries. Si les projets d'extension faisant l'objet d'une demande sont autorisés d'ici 2023, cette baisse de la production suisse de ciment serait repoussée à fin 2030. À partir de 2031, si aucune extension supplémentaire n'est accordée, ou si aucun nouveau site n'est identifié, il faut s'attendre à un nouveau recul de l'approvisionnement. » Or, toujours selon ce rapport, le délai nécessaire pour obtenir une autorisation d'extraction,

LA SUISSE CONSOMME ENVIRON 5 MILLIONS DE TONNES DE CIMENT CHAQUE ANNÉE, DONT 86 % FOURNIS PAR LES CIMENTERIES SUISSES, LE RESTE ÉTANT IMPORTÉ.

de l'établissement du plan directeur au début de l'exploitation des matières premières, peut atteindre dix à quinze ans.

Dans le canton de Vaud, on consomme en moyenne annuelle entre 2 et 3 millions de m³ de matériaux pierreux, soit 10 fois le volume du Palais Fédéral à Berne. Deux tiers de cette masse pierreuse sont transformés en graviers ou en roches concassées. L'échéance de 2023 est critique ici aussi, quand bien même « Des réserves existent, confie Jean Malcotti, président de l'Association vaudoise des graviers et déchets (AVGD). On pourrait aussi utiliser du gravier recyclé à partir des déchets de démolition – nous produisons 1,45 million de m³ de matériaux A (non pollués) chaque année –, mais ils sont difficiles à imposer aux maîtres d'ouvrage. En fonction de leurs spécificités, ces graves conviennent à des ouvrages de génie civil ou au bâtiment. » En outre, la pression écologique reste forte sur la scène politique avec plusieurs motions qui pointent du doigt le béton ; « Même si certains députés reconnaissent le caractère incontournable du béton, ils mettent le bois en avant de façon exhaustive. Cela occulte la nécessité de l'extension des carrières et conforte l'opinion publique dans son aversion du béton, alors que le bilan CO₂ du matériau s'est nettement amélioré grâce aux efforts des cimenteries. Il aurait été préférable que nous travaillions ensemble. Nous devons trouver un juste milieu, faire une pesée des intérêts et éviter d'augmenter les importations de minéraux. » C'est d'autant plus dommage pour le président de l'AVGD que le canton s'est donné les moyens d'assurer la continuité de la production par le biais de son Plan directeur des carrières (PDCar). Conséquemment, les oppositions sont plus nombreuses que par le passé, engendrant des décisions d'arbitrage ; deux projets sont ainsi bloqués.

Le bois stagne

Le matériau bois connaît un engouement sans précédent après avoir été boudé des décennies durant par les architectes et les maîtres d'ouvrage.

Dans une publication datant de 2021 présentant la politique de la ressource bois 2030 mise en place par la Confédération, l'Office fédéral de l'environnement dresse un état des lieux positif : 500 millions d'arbres, à 70 % des conifères, et une production annuelle de 5 à 6 millions de mètres cubes, avec un des rendements les plus élevés d'Europe.



© Fédération vaudoise des entrepreneurs – Stéphane Romeu

En Suisse, la construction d'ouvrages – génie civil et bâtiment – nécessite chaque année environ 5 millions de tonnes de ciment, pour un volume global de quelque 16 millions de m³ de béton.



© Mika Korhonen | Unsplash

Dans la construction, la filière du bois fait actuellement l'objet d'une nécessaire refonte soutenue par des plans fédéraux et cantonaux visant à encourager une meilleure exploitation des forêts et l'innovation.

Toutefois, les bouleversements climatiques fragilisent cet écosystème. Par ailleurs, la forêt suisse, qui couvre un tiers du territoire national, est détenue par 244 000 propriétaires privés et 3550 publics. Vu les difficultés d'exploitation – terrain montagneux, coût de la main d'œuvre – peu de privés sont intéressés à valoriser leur patrimoine forestier.

Le potentiel commercialisable serait de 8,2 millions de m³ annuellement, mais dans les faits, la récolte 2020 par exemple s'est montée à 4,8 millions. De plus, en moyenne un cinquième de cette récolte est exporté. Comme la Suisse consomme environ 10 millions de m³ par an, les importations comblent la différence. Dans ce contexte, les scieries suisses font face à une concurrence étrangère féroce et manquent de compétitivité. Conséquence directe, une scierie suisse sur deux aurait fermé ses portes ces dernières années.

Dans le Canton de Vaud, le territoire est couvert à 29 % de forêt, pour une production annuelle de 500 000 m³. 90 entreprises exploitantes en dépendent, toutes activités confondues – scieries, menuiseries, ébénisteries, charpenteries, bois énergie et sous-produits. Une étude mandatée par le Programme de promotion de la filière bois régionale aboutit au constat que « les conditions pour le maintien et le développement des scieries ne sont toujours pas réunies » en déplorant qu'il ne reste quasiment plus qu'une seule scierie dans le canton. Les solutions proposées sont de deux ordres : économique, en maintenant la diversité des activités de la branche sur l'ensemble de la chaîne de valeur, en encourageant des collaborations interprofessionnelles, en valorisant des circuits courts, et stratégique, en développant de nouveaux procédés industriels et en favorisant l'innovation. Un accompagnement dans la durée et des soutiens financiers (2 millions de francs à court terme jusqu'à 14 millions à moyen terme) devraient appuyer le dispositif.

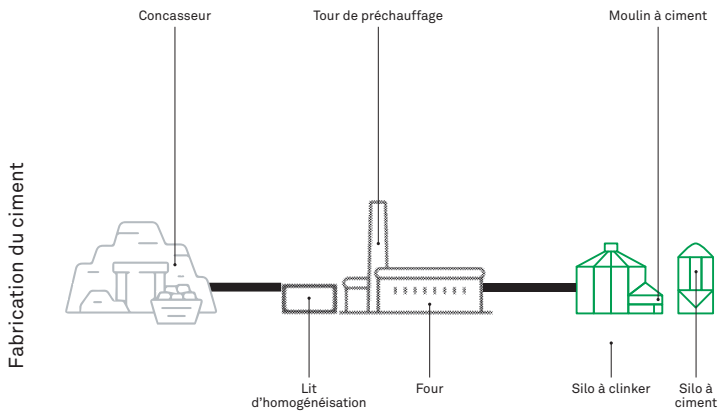
Cela s'inscrit finalement dans le Plan d'action bois de la Confédération qui vise à soutenir l'augmentation de l'utilisation du bois suisse, favoriser une transformation et un façonnage durables en adéquation avec la demande, et stimuler l'amélioration de la capacité d'innovation de l'économie forestière. 24 millions de francs ont été débloqués dans cette optique, pour la période de 2021 à 2026, à raison de 4 millions par année.

Le saviez-vous ?

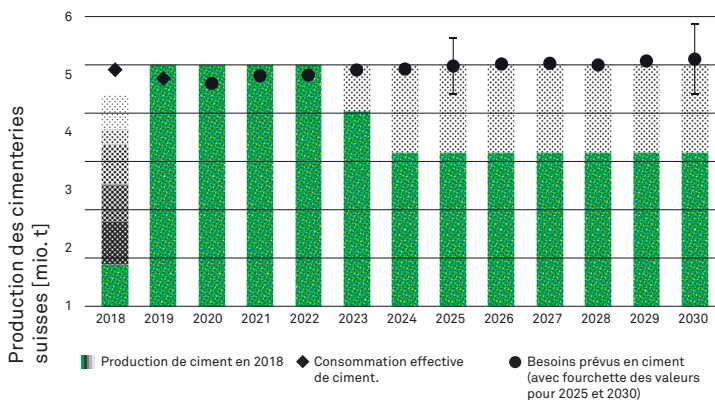
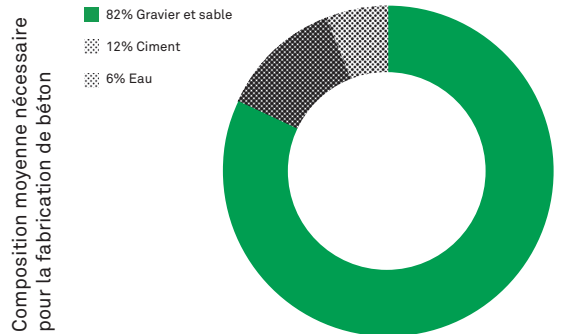
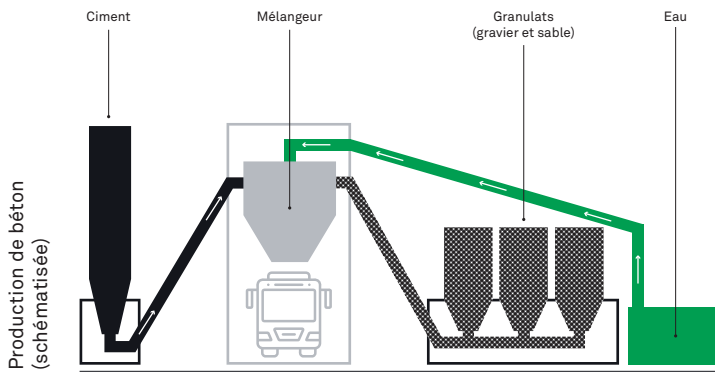
- Chaque année, la Suisse consomme 70 à 80 millions de tonnes de matériaux de construction, dont seulement 10 % environ (9,3 millions de tonnes) proviennent de matériaux recyclés.
- Les déchets de chantier minéraux se composent majoritairement d'asphalte, de béton, de sable et d'autres matériaux de maçonnerie. Ils sont généralement mis en décharge alors qu'ils pourraient être réutilisés dans la construction. Sur le volume total, le gravier et le sable sont recyclés à 82 %, l'asphalte à 83 % et le béton à 85 %.
- L'acier est le matériau le plus recyclé au monde.

De l'extraction à l'utilisation

Source : swisstopo – Rapport sur les matières premières nécessaires à la fabrication du ciment – Besoins et état de l'approvisionnement en Suisse.



- Extraction de matières premières forage, minage, concassage, chargement et transport.
- ▨ Préparation du mélange cru, production du clinker. Dosage, mélange, broyage, calcination et formation du clinker.
- Production du ciment. Refroidissement, mélange, broyage et expédition.



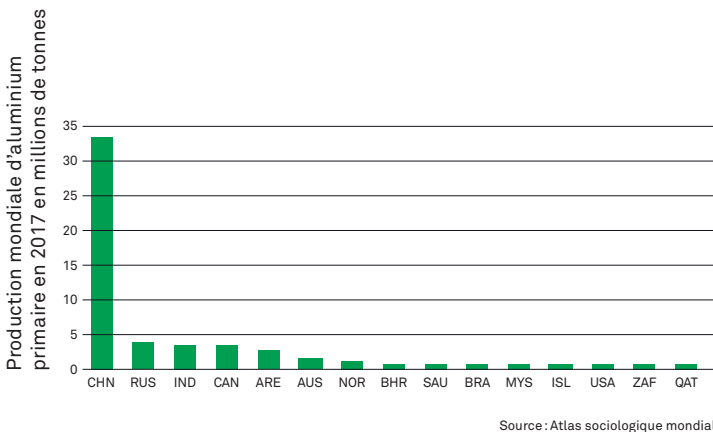
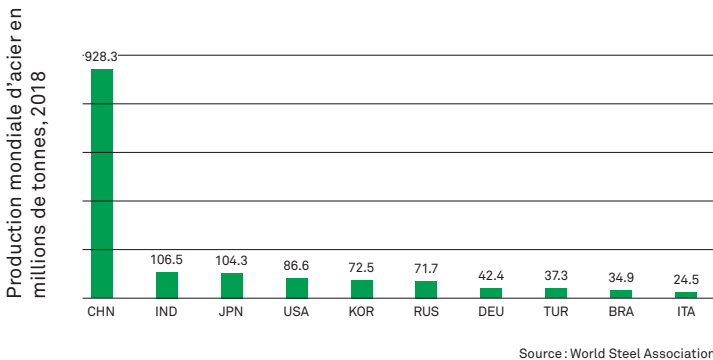
Prévision : production cumulée de ciment des six cimenteries suisses, basée sur les autorisations d'extraction actuelles (réserves), en considérant une production correspondant à la capacité maximale; consommation effective de ciment (état à fin 2019) et besoins prévus jusqu'en 2030. Les barres claires illustrent le cas où tous les projets d'extension classés en coordination réglée dans le plan directeur reçoivent une autorisation d'exploitation d'ici 2023, si bien que toutes les ressources présentes seraient transformées en réserves. Les couleurs de la colonne pour l'année 2018 indiquent la production effective des six cimenteries.

- Production cumulée de ciment à la capacité maximale (sur la base des réserves)
- ▨ Production supplémentaire si autorisation des projets d'extension faisant l'objet d'une demande (sur la base des ressources, projets classés dans le plan directeur en coordination réglée)



L'IMPLACABLE LOI DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE

La construction métallique se taille la part belle dans le bâtiment et le génie civil, autant pour les qualités intrinsèques de l'acier dans les structures porteuses que pour les vertus fonctionnelles et esthétisantes de l'aluminium dans le second œuvre. Mais le contexte politico-économique actuel met toutefois les entreprises du secteur en difficulté.



Depuis le début des années 1950, l'Europe, hormis l'Allemagne, a vécu le déclin de son industrie sidérurgique. Résultat, en 2018, les principaux producteurs d'acier sont la Chine – ce pays concentre 50 % du marché –, l'Inde, le Japon, les États-Unis, la Russie, la Corée du Sud, l'Allemagne, la Turquie, le Brésil et l'Iran, pour une production mondiale de 1808 millions de tonnes.

Pour ce qui est de l'aluminium primaire, la Chine en produit là aussi plus de la moitié (54 %), mais avec une électricité issue du charbon, qui émet 10 fois plus de CO₂ que dans le reste du monde. L'Europe (UE+AELE) ne produit que 7% du volume mondial ; durant le 4^e trimestre de 2021, le coût de l'énergie ayant pesé lourd, cela a incité plusieurs fonderies européennes à réduire leurs capacités de production. Entre octobre 2021 et mars 2022, l'Europe a perdu en capacité l'équivalent d'environ 850 millions de tonnes. On estime que l'année 2022 sera marquée d'une baisse supplémentaire de 30 % par rapport à 2021.

En tout état de cause, la Suisse n'ayant pas de métal dans son sous-sol, l'approvisionnement du pays dépend de l'importation, essentiellement en provenance des producteurs européens. L'acier fait donc l'objet d'un recyclage intensif dans le pays, avec la refonte de quelque 800 000 tonnes chaque année.

L'acier, d'hier à aujourd'hui

L'acier est un alliage composé de fer et de carbone. On peut lui ajouter du chrome – en particulier pour le rendre inoxydable –, mais aussi du nickel, du manganèse et du molybdène également pour modifier ses propriétés.

Les architectes et ingénieurs s'accordent sur les qualités conceptuelles et esthétisantes de ce métal : avec lui, il est possible de prévoir des portées plus grandes, des structures plus fines, plus élancées, ou de grands porte-à-faux. On peut aussi réaliser des structures plus rigides. L'acier présente également un grand intérêt pour la densification des centres urbains, en termes de surélévation mais aussi de transformation ou d'extension de bâtiments, d'autant qu'il a l'avantage de permettre une préfabrication par éléments en atelier, donc un montage sur place plus rapide.

L'aluminium, léger et omniprésent

L'aluminium est produit par électrolyse de l'alumine extraite de la bauxite. Il est utilisé couramment dans la construction, dans le domaine du second œuvre (serrurerie, habillage de parois, garde-corps d'escaliers, etc.) et dans les revêtements de façade, spécifiquement avec le verre, pour la réalisation de façades entières, pour les encadrements et les tablettes de fenêtres, etc. Les différents traitements de surface qu'on peut lui appliquer lui confèrent de grandes aptitudes esthétiques : une finition argentée, mate ou brillante, un relief de surface par estampage, sablage, grenailage, brossage ou polissage, l'application d'un polymère coloré et plus ou moins brillant, un thermolaquage coloré qui renforce la résistance de l'aluminium à la corrosion en extérieur. On peut également procéder à un cuivrage, un laitonnage, ou un nickelage.

Comme l'acier, l'aluminium peut être recyclé indéfiniment sans aucune perte de valeur ou de propriétés. Cela explique que plus de la moitié de l'aluminium actuellement produit dans l'union européenne provient de matières premières recyclées, et cette tendance évolue à la hausse : une étude a mis en évidence que les taux de collecte prélevés à partir d'un large échantillon de bâtiments dans six pays européens sont supérieurs à 92 %. D'ailleurs, en 2021, l'UE27 et le Royaume-Uni ont augmenté leurs exportations d'aluminium recyclé de 32 %, un pic historique.

AVEC LA CRISE SANITAIRE,
LES SIDÉRURGISTES
EUROPÉENS ONT ARRÊTÉ
LES HAUTS FOURNEAUX,
PROVOQUANT AINSI
UNE BAISSSE DE 50 %
DE LEUR PRODUCTION
D'ACIER.

La valse des prix

Avec la crise sanitaire, les sidérurgistes européens ont arrêté les hauts fourneaux, provoquant ainsi une baisse de 50 % de leur production d'acier. De plus, la montée des coûts de l'énergie et une bulle spéculative ont aggravé la situation. Les stocks excédentaires se sont épuisés mais la demande a continué à croître fortement, notamment depuis l'Asie. En outre, 80 % de l'acier brut utilisé en Europe proviennent de Russie et d'Ukraine. Or, les exportations russes sont bloquées par l'UE et les fonderies ukrainiennes sont à l'arrêt. Conséquemment, les délais d'approvisionnement se sont allongés. On connaît la loi du marché : demande en forte croissance et offre en chute vertigineuse, le prix de l'acier a connu une hausse de 142 % en quinze mois depuis novembre 2020.

En ce qui concerne l'aluminium, les subventions étatiques – notamment en Chine – créent une distorsion au niveau des capacités de production, et par répercussion au niveau des prix, contexte peu favorable aux entreprises européennes, une perte de compétitivité s'ajoutant ainsi au handicap énergétique. La situation est d'autant plus critique que l'industrie européenne du verre, matériau « complice » de l'aluminium par excellence dans la construction, est percutée de plein fouet par la guerre en Ukraine : les 35 fours européens produisant du verre sont quasiment tous alimentés au gaz russe et sont sous la menace de l'embargo décidé par l'Europe. Depuis le début de l'année 2022, le verre a vu son prix grimper de 30 %. Globalement, un retour à la stabilité ne semble pas être à l'ordre du jour selon les observateurs et la volatilité actuelle du marché devrait se prolonger.

Un métal qui verdit

Pas écologique mais cherchant à être plus vertueux, le secteur sidérurgique serait à lui seul responsable de 5 à 7 % des émissions de GES (gaz à effet de serre) à l'échelle mondiale. Il a entamé sa mutation avec l'utilisation d'une énergie plus verte, éolien et hydrogène, en vue de diminuer, voire de supprimer le charbon, hérité de la grande tradition métallurgique. Mais cela n'est pas suffisant et la recherche s'active ; par exemple, une piste innovante se dessine pour produire de l'acier zéro carbone avec l'utilisation de l'hydrogène dont il reste à assurer une production suffisante et un stockage adéquat. Une autre piste serait une électrolyse qui permettrait de créer du métal fondu dont on aurait extrait l'oxygène sans brûler de charbon.



Profilés métalliques

LA VERTE ATTITUDE, LENTEMENT MAIS SÛREMENT

Une enquête auprès des coopérateurs de la Fédération vaudoise des entrepreneurs révèle que la nécessité de prendre un virage énergétique et écologique dans l'entreprise et sur les chantiers est reconnue et partiellement concrétisée. La bonne volonté s'affiche majoritairement, mais les coûts et le manque de temps sont encore des freins.

L'étude a été réalisée en juin 2022 par un organisme indépendant, auprès d'un échantillon représentatif de l'ensemble des coopérateurs et coopérateurs+ de la Fédération vaudoise des entrepreneurs.

La grande majorité des entreprises, soit 77 %, sont de dimension modeste, avec un effectif de 1 à 5 employés. Les entités de 6 à 50 employés représentent 21 % de l'effectif et celles de plus de 50 à plus de 100 employés restent très largement minoritaires, à 2 % du total.

Moindre dépendance aux énergies fossiles

Les entreprises sont sensibles à la protection de l'environnement et souhaitent s'impliquer dans la transition écologique : plus d'un tiers des PME ont réduit ou supprimé l'utilisation des énergies fossiles. D'autres raisons sont aussi évoquées : « Parce que c'est logique quand on travaille le bois ». Parmi les mesures phares, viennent en tête la pose de panneaux solaires photovoltaïques, l'isolation des façades et les plans de mobilité (car sharing, convention avec les transports publics, navette d'entreprise). Ces mesures représentent un investissement non négligeable notamment pour les entreprises de moins de 5 personnes qui articulent un montant moyen dépassant les CHF 100'000. A l'inverse, les entreprises qui n'auraient pas entrepris de telles démarches évoquent notamment comme principal obstacle leur statut de locataire qui les prive de prérogatives sur les locaux qu'elles occupent.

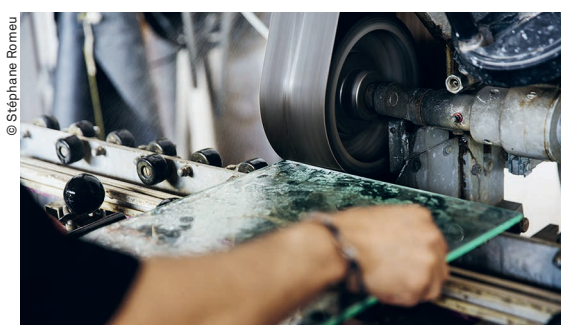
Si seuls 2 % des répondants pensent que l'écologie n'a pas sa place sur les chantiers, un tiers considère qu'il est possible d'y intégrer des mesures d'économies d'énergie telles que l'optimisation des transports et de l'éclairage (LED), du matériel portatif excluant le diesel, de nouveaux matériaux moins gourmands en énergie. Il reste que le transport sur les chantiers constitue le point noir ; on ne remplace pas une flotte de véhicules encore opérationnelle, et l'offre d'engins de chantier écologiques sur le marché est actuellement insuffisante.

Une digitalisation au cas par cas

La digitalisation /numérisation du travail en entreprise est très fluctuante selon les métiers. Là où la préfabrication peut prévaloir, on pense par exemple aux métiers du bois, à la construction métallique, les équipements des ateliers sont à la pointe de la technologie chez les PME de taille plus conséquente.

Dans d'autres professions, on peut émettre comme hypothèse que d'une part la formation professionnelle permet aux petites entités de disposer d'un savoir-faire suffisant pour leurs activités, et d'autre part, qu'elles travaillent sur des chantiers peu exigeants en nouvelles technologies, ou en sous-traitance de plus grandes qui apportent ce soutien technologique.

Quant au BIM (Building Information Modeling – gestion d'informations via une maquette numérique et/ou une base de données), il est logiquement peu présent chez les coopérateurs de la fédération parce qu'il est surtout intéressant pour les concepteurs, architectes et ingénieurs. Les entreprises, pour leur part, y sont confrontées sur les chantiers pour la planification des travaux, par exemple.



La nouveauté séduit

Globalement, le fait de ne pas intégrer des innovations technologiques en lien avec les chantiers réside surtout dans le manque de ressources temporelles et financières. Les plus petites PME n'ont majoritairement pas inclus de nouveauté dans leur façon de travailler pour des raisons évidentes : « Trop petite structure et les mesures possibles ne sont pas de notre ressort. »

Mais dès 5 employés, les choses changent : 73 % ont recours à des équipements techniques récents : aide à la manutention, engins télécommandés, robotique en atelier ou sur chantier, imprimante 3D. Elles sont aussi très impliquées dans la formation de leur personnel à l'écologie des chantiers, « Parce que c'est un devoir essentiel à chacun de protéger la nature du mieux que l'on peut », mais encore parce que « écologie va avec économie », ou enfin, « Développement durable, image de marque », « Il s'agit d'une plus-value pour l'entreprise ».

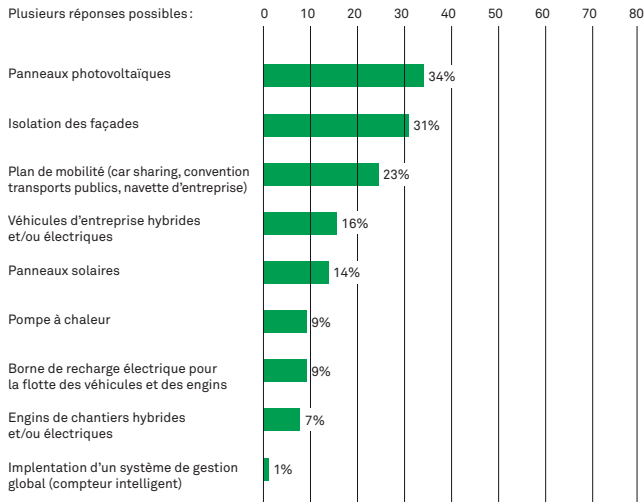
Elles sont également très nombreuses (59 %) à se déclarer prêtes à utiliser un nouveau matériau, pour autant qu'il présente les mêmes performances qu'un matériau conventionnel, avec pour seule réticence l'aspect du coût.

Economie circulaire, oui mais

La très forte majorité des entreprises – près de 80 % – considère que le réemploi ou le recyclage sont positifs pour économiser des matériaux et les ressources naturelles. C'est un aspect essentiel de l'économie circulaire, même si ce principe lui-même ne jouit pas d'une grande notoriété chez les entrepreneurs. Parmi les entreprises réfractaires au réemploi et à l'utilisation de nouveaux matériaux, les obstacles se cristallisent autour des questions de hausse de prix, de baisse de compétitivité par rapport aux concurrents ou de l'intérêt du client. Celles-ci soulignent que de tels choix restent dépendants de facteurs extérieurs : le réemploi ne répond pas forcément aux exigences des normes en vigueur, et les clients sont encore réticents : « Il est bien plus cher de récupérer du bois pour le remettre en œuvre que d'utiliser du neuf », « Les matériaux sont trop détériorés pour être mis en emploi », « Les clients veulent des matériaux neufs et sans défaut », « La garantie n'est plus garantie. » Cela démontre que la question de la circularité dépasse nettement le seul univers des entreprises et que la mise en pratique du principe ne peut aller sans un aménagement du cadre légal et une révision des normes constructives.

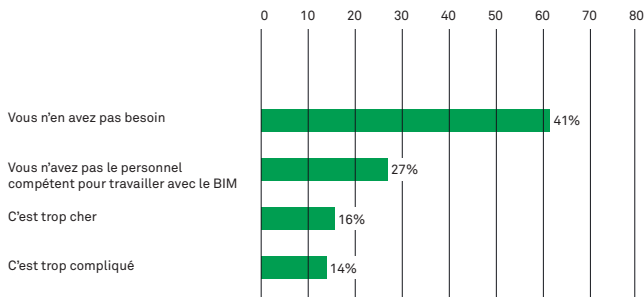
Les PME de la construction vaudoise dans le virage énergétique et écologique

Quelle est la mesure que vous avez mise en place dans l'entreprise en matière d'économies d'énergie et d'électricité ?



Les mesures mises en place sont prioritairement et majoritairement liées au bâtiment. Pour ce qui concerne la mobilité, moins prise en considération, on constate tout de même que les véhicules électriques ont pris place dans les entreprises. Pour les engins de chantier, l'offre des fournisseurs en matière d'alimentation hybride ou électrique ne répond pas encore à la demande.

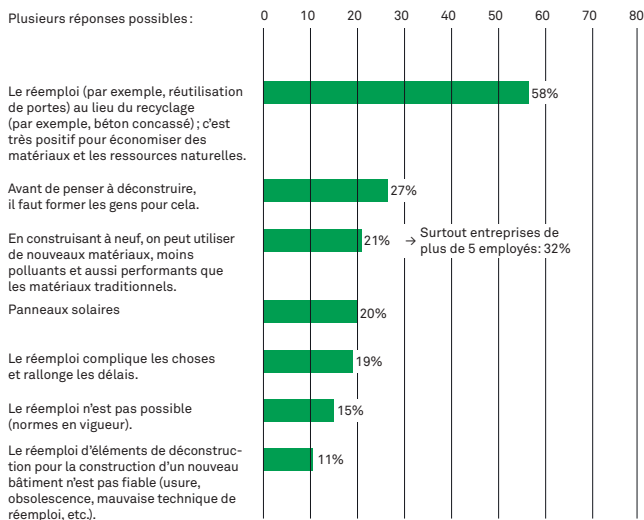
Vous ne souhaitez pas vous mettre au BIM parce que...



Le BIM ne semble pas être la panacée pour les entreprises, ses fonctionnalités répondant davantage aux besoins des concepteurs. On remarque cependant une nette différence entre les très petites PME et celles dont la taille justifie plus de technicité (présence d'un bureau technique en interne).

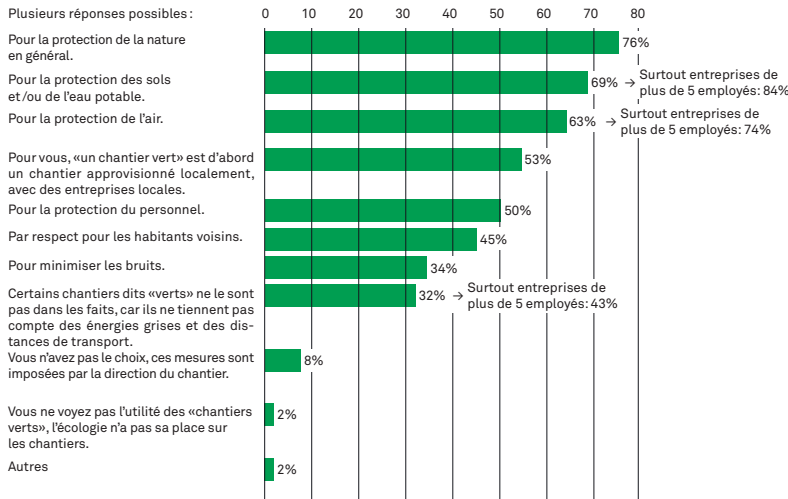
1 à 5 employés	Plus de 5 employés
70%	45%
27%	26%
14%	18%
13%	18%

Selon vous, déconstruire au lieu de démolir permet...



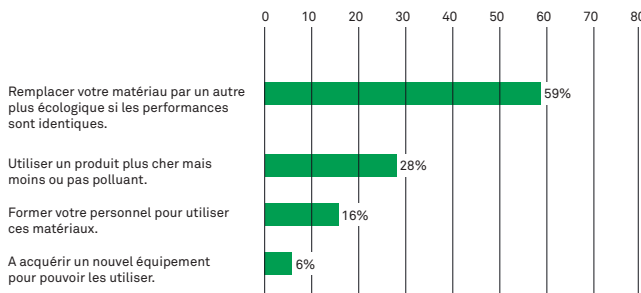
Les entreprises sont largement ouvertes au réemploi ou au recyclage (78%). Toutefois, des réserves assez importantes sont formulées aux niveaux technique (normes) et qualitatif (perte de fiabilité du matériau ; besoin de formation).

Pour vous, l'écologie a sa place sur les chantiers...



Les entreprises sont globalement sensibles aux raisons qui motivent un comportement écologique sur les chantiers, avec une prédilection pour les thématiques liées à la protection de l'environnement. La santé des personnes vient ensuite. La notion de « chantier vert » est très liée à la proximité locale.

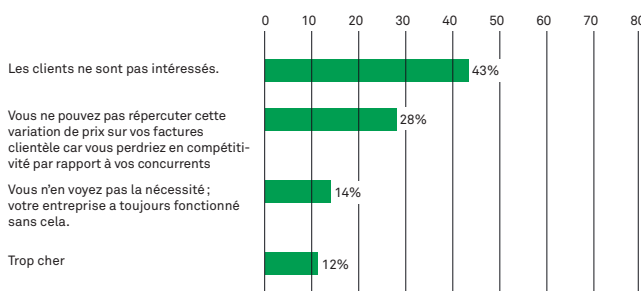
De nouveaux matériaux arrivent sur le marché. Seriez-vous prêt à...



L'idée d'utiliser des matériaux innovants ne rebute pas les entreprises – presque un tiers d'entre elles sont même disposées à assumer un surcoût. On constate en revanche une différence selon la taille de la PME lorsqu'il s'agit d'investir dans la formation ou dans un équipement spécifique. Cela est peut-être dû au fait que les entreprises de la construction sont habituées à ce que les fournisseurs organisent des sessions d'(in)formation pour elles.

1 à 5 employés	Plus de 5 employés
59%	59%
28%	27%
13%	28%
4%	14%

Si vous n'avez pas mis en place de telles mesures (réemploi et utilisation de nouveaux matériaux), pouvez-vous nous en indiquer les raisons ?



De toute évidence, le frein principal est le désintérêt de la clientèle pour les plus petites PME tandis que la perte de compétitivité inquiète les plus grandes.

1 à 5 employés	Plus de 5 employés
46%	29%
25%	38%
12%	20%
13%	7%

BÉTON: HOLCIM, LE FABRICANT

Le fabricant Holcim fait partie du paysage vaudois avec 8 sites de production dans le canton. Faisant front à la vague anti-béton, il affirme multiplier les initiatives, à différentes échelles, pour devenir irréprochable à l'horizon 2050. C'est ce que nous explique Stéphane Pilloud, membre de la direction de Holcim (Suisse) SA où il occupe le poste de directeur bétons et granulats Suisse romande.



«Le béton est un matériau avec un excellent bilan carbone»



STÉPHANE PILLOUD
MEMBRE DE LA
DIRECTION
DE HOLCIM SA

Quel est le rang mondial de Lafarge-Holcim et combien de sites de production avez-vous ?

Lorsque Lafarge et Holcim ont fusionné en 2015, nous sommes devenus le plus grand groupe au monde en couverture géographique puisque nous sommes présents dans 70 pays. Puis le groupe s'est séparé du préfixe Lafarge, une décision entérinée par l'assemblée générale de 2021. En Suisse, nous employons 1200 collaborateurs et exploitons 55 sites, dont trois cimenteries, 16 gravières, et 36 centrales à béton.

Est-ce pour le marché intérieur ou exportez-vous également ?

Pour la Suisse, nous répondons aux besoins; cela a toujours été la philosophie de Holcim de ne pas surproduire et de se limiter au marché intérieur. En outre, la branche dans sa globalité s'est engagée à adapter sa production aux seuls besoins indigènes.

Cela signifie-t-il que chaque pays où se trouve le groupe a sa production Holcim ?

Tout à fait; nous travaillons sur des rayons vraiment très locaux; par exemple le ciment et le béton produits en Suisse romande sont quasiment exclusivement destinés à ce marché-là. Chaque année nous revoyons notre réseau de centrales à béton pour s'assurer qu'elles sont bien placées par rapport aux besoins et au développement futurs des marchés. De toute façon, le béton est un produit frais qui ne peut pas voyager pendant des heures.

Malgré une opinion très défavorable, le béton est irremplaçable dans bien des cas. En mettant de côté les émissions de CO₂, quels sont les qualités, a contrario les défauts du béton dans la construction ?

Certes, la fabrication du ciment nécessaire au béton est gourmande en énergie. Mais si on considère l'ensemble de son cycle de vie, le béton présente un meilleur bilan carbone que de nombreux matériaux de construction et il est en outre 100% recyclable. On l'oublie souvent, mais le béton est indispensable à bon nombre d'infrastructures qui nous entourent au quotidien telles que les ponts, les tunnels ou les routes. La transition écologique ne se fera pas non plus sans lui: une éolienne ou un barrage sans béton n'existent pas. Les architectes apprécient beaucoup ce matériau parce qu'il leur permet de réaliser toutes les formes géométriques possibles; c'est par ailleurs un matériau très résistant et un bon isolant. Ceci dit, il faut être conscient que le béton a sa nécessité et il n'est pas obligatoire d'en mettre partout; il faut le placer au bon endroit. Chaque matériau présente son utilité pour des applications différentes et il est nécessaire de composer.

La transition énergétique et climatique implique une réduction des émissions de CO₂. Holcim adopte une communication offensive en ce sens – un site internet très connoté nature et la nomination de Magali Anderson pour donner l'impulsion écologique au groupe. Green washing ou vraie volonté de changement ?

Cela fait une trentaine d'années que nous avons pris le taureau par les cornes. Alors oui, il se passe vraiment des choses au sein du groupe Holcim. En Suisse, nous avons réalisé une économie nette de CO₂ de plus de 30% par tonne de ciment par rapport à 1990. En 2010, nous avons lancé des ciments avec moins de clinker. On améliore également nos processus au niveau des fours. À Éclépens, par exemple, nous utilisons 70 % de combustibles al-

ternatifs à base de déchets. C'est un effort conséquent parce que chaque alternatif produit chimiquement des éléments qui se retrouvent dans le clinker. Nos investissements sont énormes au niveau de la logistique et des silos. De plus, on doit multiplier les contrôles qualitatifs. Parallèlement, nous récupérons la chaleur du four pour un chauffage à distance qui alimente aujourd'hui les villages d'Éclépens, de La Sarraz et l'hôpital de Saint-Loup. Nous avons également installé en 2020 une turbine qui produit de l'électricité pour nos propres besoins, certes, mais aussi pour la distribuer à quelque 1200 ménages. Et nous travaillons tous les jours pour diminuer cet effet clinker, ainsi que plus en avant dans la chaîne pour réduire l'impact carbone lié au transport du béton: 50% de notre ciment en Suisse circule en train. Au début de 2021, nous avons acheté trois prototypes de camions entièrement électriques – moteur et turbine – que nous testons actuellement, dans le but d'amener une vraie valeur ajoutée à nos produits. Et plus généralement, nous avons introduit des objectifs énergétiques dans le but de monitorer puis diminuer la consommation d'eau. D'ailleurs tous nos sites en Suisse utilisent l'eau en circuit fermé depuis 2019.

Magali Anderson évoque du béton zéro carbone à l'horizon 2050. Quelles étapes sont-elles prévues d'ici là pour y parvenir ? est-ce vraiment réaliste ?

Nous visons déjà 2030; nous avons prévu des cibles intermédiaires en Suisse en portant l'effort principal sur le ciment pour lequel nous avons défini une quantité de kilos de CO₂ par tonne. Réalisme? Nous faisons tout pour y parvenir. Durant les trois années à venir, nous allons investir en Suisse plus de 100 millions de francs pour la décarbonation de notre

production, de notre distribution et de nos produits, et allons doubler notre volume de déchets recyclés d'ici 2025. Cela étant, je pense qu'il sera très compliqué de changer chimiquement le procédé de clinkérisation, qui pourra cependant être balancé par des mesures de compensation et de diminution. Mais nous étudions aussi des innovations pour des liants qui pourraient remplacer le ciment; nous n'en sommes qu'au stade du laboratoire. En revanche, par rapport au volume utilisé sur le marché – En Suisse on parle de 4,5 millions de tonnes par année –, ce sont surtout les processus industriels à revoir. C'est cela le défi. Quant à l'horizon 2050, nous faisons actuellement des études sur le captage de CO₂. L'idée serait de le stocker dans le sol ou dans les matériaux de construction. Nous avons plusieurs sites pilotes en la matière à l'échelle du groupe et Éclépens en fait partie. Nous suivons également de très près les projets des startups locales dans ce domaine et sommes en contact avec elles.

Vous commercialisez aujourd'hui un ciment – le Susteno – qui représente environ 10 % d'économie de CO₂.

Comment est-il fabriqué ?

Dans ce produit, nous diminuons la part de clinker en introduisant un granulat mixte de démolition. Le béton de démolition est concassé et la partie très fine, jusqu'à 8 mm, est amenée en cimenterie pour être broyée avec le clinker. Aujourd'hui, nous avons trouvé des filières locales pour récupérer le matériau de démolition.

Du coup, non seulement nous baissons l'utilisation du clinker, mais autrement ces matériaux devraient aller en décharges de types C-D-E, très rares et que personne ne veut dans son voisinage. Nous avons fait des projections: cela permet d'économiser un site de décharge tous les 10 ans.

Vous commercialisez également un ciment – Robusto –, à base de laitier de haut-fourneau. Ce laitier dégage 45 fois moins de CO₂ que le ciment traditionnel.

Pensez-vous poursuivre dans ce sens ?

Le laitier de haut-fourneau a en effet un bilan carbone très bas mais présente l'inconvénient de ne pas être produit en Suisse et doit donc être transporté sur de longues distances. Nous l'utilisons donc pour des applications ciblées. Il résiste très bien aux attaques de sulfate et chimiques en général, comme celles des

NOUS ALLONS INVESTIR
EN SUISSE PLUS DE 100 MILLIONS
DE FRANCS POUR LA DÉCARBONATION
DE NOTRE PRODUCTION,
DE NOTRE DISTRIBUTION ET DE
NOS PRODUITS.

stations d'épuration. La STEP de Vidy, à Lausanne, a d'ailleurs été réalisée en Robusto. Ce ciment est aussi utilisé pour des ouvrages massifs.

Comment incitez-vous les professionnels à utiliser ces produits ?

Il faut se lancer, convaincre les clients, et donner des garanties. On peut agir à plusieurs niveaux. Pour le ciment, directement avec nos clients. Pour le béton, nous avons nos propres centrales, dans lesquelles nous utilisons nos nouveaux ciments. En ce qui concerne le Susteno, nous avons déjà quelques ouvrages de référence faits avec notre béton Evopact fabriqué avec ce ciment – par exemple, le bâtiment de l'ECA en cours de construction à Bex. Pour ce projet, nous avons pu faire des bétons apparents type 4, avec des attentes élevées de l'architecte. Ils sont très réussis et c'est une façon de lutter contre les idées préconçues telles que «c'est recyclé, c'est moins bon!» On arrive ainsi à garantir une technique et une apparence. Seulement, ces produits sont plus chers et ce facteur économique fait que l'on



Image de synthèse du projet Les Maraîchers à Genève, pour lequel le béton durable EvopactPlus a été utilisé.



Vue du chantier Les maraîchers à Genève

reste sur des bétons standards. Nous essayons de rendre attentives les instances publiques à l'avantage écologique de ces bétons mais la différence de prix, de l'ordre de 4 à 5% est dissuasive par rapport aux autres variantes au moment des adjudications.

Avez-vous l'impression que les clients sont tout de même plus sensibles au côté écologique de ces bétons recyclés ?

Cela dépend des clients et des ouvrages. Notre problème est que vu notre position dans le cycle constructif, nous n'atteignons pas le client final, celui qui finance le bâtiment ou construit sa maison.

Les entrepreneurs, eux, ont des marges tellement restreintes qu'ils n'arrivent pas à absorber ce surcoût. C'est donc notre défi de pouvoir aller convaincre le client final, caisses de pension, promoteurs... en bref, les investisseurs.

Votre béton Evopact-zéro est neutre pour le climat simplement parce que vous compensez les émissions de CO₂. Pouvez-vous nous donner des exemples ?

Nous avons conclu un partenariat avec l'association South Pole à laquelle nous versons des montants pour compenser les émissions de CO₂, ce qui lui permet de financer des projets climatiques en Suisse et à l'étranger. Mais pour le moment, très peu de clients ont fait appel à ce produit pour leurs réalisations; le HSG Learning Center de l'Université de Saint-Gall en est une application. En fait, nous le proposons sans faire une véritable promotion, pour la raison que cela pourrait être assimilé à du green washing.

Le béton recyclé n'a pas la préférence des architectes (pas esthétique) ni des ingénieurs (moindre performance). Les entreprises rechignent à le couler (plus difficile). Quelle est votre position à ce sujet ?

La réaction des architectes m'étonne d'autant qu'en Suisse alémanique les architectes considèrent que plus un béton a des nids de graviers, plus l'aspect est hétérogène, plus il est beau. Tout est relatif; l'esthétique est un choix à part. Au niveau des applications que nous en avons faites en Suisse romande, si nous ne disons pas qu'il s'agit de béton recyclé, les clients ne le remarquent pas. Et puis, tout habitués que nous sommes à des produits de grande qualité, il y aurait peut-être matière à trouver un consensus, au niveau de la société en général, afin de diminuer les standards, pour le bien de la planète.

Un viaduc autoroutier comme celui de Villeneuve est-il envisageable en béton recyclé ?

Tout dépend des résistances souhaitées et de la conception de l'ouvrage. Allez-vous prévoir des portées de 300 m ou admettez-vous des piles de pont tous les 30 m? On pourrait aussi imaginer les piles de pont en béton recyclé et le tablier en béton non recyclé. Comme je l'ai déjà dit, mettre le bon matériau au bon endroit, en évitant cette binarité simpliste: recyclé ou non-recyclé. Enfin, il me semble que l'essentiel est de rester local pour avoir des acheminements courts.

La Professeure Karen Scrivener, au Laboratoire des matériaux de construction (LMC) à l'EPFL, a mis au point le ciment LC3 qui utilise des argiles calcinées et dont le bilan permet d'espérer une réduction de 40% environ du CO₂. Êtes-vous intéressés ?

Bien sûr ! Nous sommes très fortement intéressés si cela fait sens au niveau local. Mais selon mes informations, l'argile que nous avons en Suisse ne permet pas de fabriquer ce LC3. Or nous nous inscrivons dans une démarche circulaire qui nous permet à la fois de réduire les émissions de CO₂, de préserver les ressources naturelles et de diminuer les volumes en décharge. Dans cette optique, nous mettons au point un projet-pilote à Éclépens visant à valoriser des déchets minéraux comme des boues non polluées en les intégrant dans notre production de ciment grâce à un deuxième four à plus basse température (850° C au lieu de 1450° C pour le four à clinker).

Quels efforts consentez-vous à la recherche dans le domaine des ciments et bétons écologiques ?

Holcim développe en Suisse divers projets de captage, stockage et utilisation du carbone en collaboration avec des universités et des startups. Par exemple à la cimenterie d'Éclépens où des études pour un projet pilote de captage et d'utilisation du carbone, combinées à des études de faisabilité en matière de géothermie, sont actuellement menées. Nous travaillons en Suisse sur une dizaine de projets concernant chacun des produits différents et poursuivant divers objectifs, allant des carburants et combustibles synthétiques à la recarbonisation, au stockage du carbone et à la production de CO₂ pur. En matière de construction légère, Holcim Suisse participe à l'unité de recherche et d'innovation HiLo, inaugurée en 2020 à l'Empa.

HiLo est un système de plancher ultra léger pouvant être fabriqué avec la moitié moins de matériaux de construction que les planchers-dalles traditionnels en béton armé.

Quelles autres mesures écologiques avez-vous mises en place dans votre cycle de production ?

Nous conduisons de nombreux projets certifiés de préservation de la biodiversité en coordination avec les autorités et des organisations de protection de la nature. Holcim renature et replante ainsi l'équivalent de 16 terrains de football en moyenne chaque année en Suisse. Bon nombre d'anciennes gravières ou carrières jouissent même aujourd'hui du statut de réserves naturelles. Mais les sites d'extraction constituent aussi durant leur phase d'exploitation des zones pionnières et des refuges pour les espèces animales et végétales rares.

LA DÉMARCHE DE L'INGÉNIEUR

Actuellement, le débat est vif sur la place publique et entre spécialistes au sujet des matériaux de construction les plus vertueux écologiquement. Le changement climatique influe sur les choix à opérer ainsi que sur les processus de construction à mettre en place.

« Nous devons habituer nos yeux à regarder les structures d'une manière différente »

Depuis une dizaine d'années, le bureau d'ingénieurs INGPHI, basé à Lausanne, a anticipé le virage écologique dans le domaine de la construction en créant en son sein un groupe de réflexion sur la durabilité et des solutions constructives innovantes. C'est dans ce contexte que s'exprime Bernard Adam, ingénieur civil associé et fondé de pouvoir, à la tête d'une équipe dédiée à ces thématiques.

Quelle est la teneur du dialogue avec l'architecte, le maître d'ouvrage et les entreprises quant au choix des matériaux pour un projet de construction ?

Depuis quelques années, les maîtres d'ouvrage, surtout dans le secteur public, mettent de plus en plus souvent en avant des critères de durabilité, notamment pour le choix de matériaux locaux, et en particulier l'utilisation du bois. Cela correspond à ce que, de notre côté, nous souhaitons proposer. Les architectes, eux, sont sensibles au retour à d'anciens matériaux comme le pisé ou la terre. En ce qui concerne les entreprises, elles s'adaptent à ces nouvelles règles du jeu.

Les entreprises de la construction sont interpellées sur la mise en valeur de savoir-faire peut-être oubliés, liée à la redécouverte de matériaux anciens, tout en développant de nouveaux processus de travail sur les chantiers. Vers quoi va-t-on ?

Globalement, pour elles, l'aspect économique prime afin de garantir une certaine rentabilité, et innover représente un coût. Au niveau du chantier, nous voyons de plus en plus d'entreprises qui

développent leurs compétences dans les matériaux durables et elles ont des équipes qui maîtrisent la mise en place de ces nouveaux matériaux. On va vers plus de bois, plus de béton recyclé. La maçonnerie revient aussi et, avec elle, l'utilisation de robots afin de limiter la pénibilité du travail pour les ouvriers. L'impression 3D fait aussi son apparition, mais il y a surtout le BIM, tout le monde y trouve son intérêt: le maître d'ouvrage pour la gestion de son patrimoine à long terme, les concepteurs et les planificateurs pour coordonner les projets avec les maquettes, et les entreprises pour mieux connaître ce qu'elles vont construire.

IL Y A SURTOUT LE BIM,
TOUT LE MONDE Y TROUVE
SON INTÉRÊT.

D'un autre côté, les tablettes numériques remplacent de plus en plus les plans papier. Dernièrement, c'était une première, nous avons construit un bâtiment sans plan papier, uniquement avec un modèle numérique sur une tablette: toute l'armature était modélisée en 3D et en cliquant sur la position voulue, elle apparaissait en couleur; c'est plus interactif.

Les grandes entreprises s'y sont intéressées et s'y mettent. Dans quelques mois, nous pourrions évaluer le gain économique mais en tout cas, nous avons effectué un essai sur une dalle, puis sur un mur, puis sur une partie de bâtiment. Quatre bâtiments sont prévus dans ce

projet; nous avons prolongé l'essai sur le deuxième et le troisième. Toute la partie hors sol s'est faite ainsi et tout le monde veut continuer. C'est une tendance globale: il y a un glissement vers le numérique. Les anciens matériaux redécouverts pourraient à l'avenir s'exprimer au travers de ces technologies.

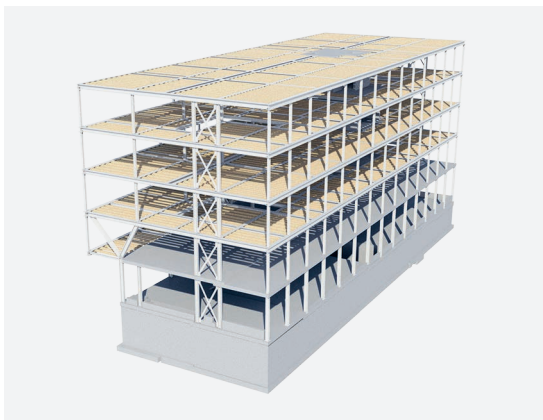
Comment INGPHI gère-t-il la question des matériaux dans ses projets ?

Jusqu'à présent, nous proposons du bois, du béton recyclé, etc., dans l'idée d'utiliser des matériaux plus durables, mais sans quantifier leur impact. Dorénavant, nous quantifions l'impact environnemental de nos constructions pour faire évoluer la branche vers un plus grand respect de l'environnement. Il y a plusieurs critères: les émissions de gaz à effet de serre tout au long du processus, dès l'excavation jusqu'à la fabrication, l'énergie consommée pour fabriquer les matériaux et les transporter ainsi que la préservation de la biodiversité, les déchets engendrés, etc.

Nous avons développé un outil dans ce but; c'est une aide à la décision pour orienter les maîtres d'ouvrages et les architectes vers des options plus durables. Nous avons fait plusieurs fois l'exercice de comparer une structure bois et une structure béton pour le même bâtiment; il n'y a pas une grande différence de prix mais la grande différence d'émissions de CO₂ ou de consommation d'énergie est un argument de plus pour justifier le choix de solutions plus respectueuses de l'environnement.



BERNARD ADAM,
INGÉNIEUR CIVIL ASSOCIÉ ET
FONDÉ DE POUVOIR INGPHI
INGÉNIEURS, LAUSANNE



@ Ingphi SA, Lausanne

Logements pour étudiants, Meyrin – Ecoquartier des Vergers, Coopérative La Ciguë. Minergie-P-ECO, Life Cost Cycle design, bois suisse, béton de recyclage, métal, structure rationnelle, flexibilité d'affectation, valorisation des terres d'excavation sur site, tri et recyclage des matériaux simples lors de la déconstruction. Architecte : Dreier Frenzel architecture+ communication, Lausanne.

L'acier est absent de ce débat alors qu'il est particulièrement bien réutilisable et recyclable. A votre avis, pourquoi ?

L'acier n'est pas absent du débat; il est très intéressant du point de vue du réemploi et du recyclage, mais son impact environnemental est plus élevé que celui du bois local, notamment pour les petites à moyennes portées. Toutefois, avec l'acier, on peut faire des portées plus grandes, des structures plus fines, plus élancées, de grands porte-à-faux. Il est intéressant parce que nous pouvons réaliser des structures plus rigides également. Nous avons construit par exemple toutes les gares du CEVA-Léman Express à Genève en collaboration avec Jean Nouvel; c'est de l'acier. Nous n'aurions pas pu utiliser ni le béton, ni le bois pour créer cette esthétique-là. Cela étant, il ne s'agit pas de jouer les matériaux les uns contre les autres, mais de diminuer l'impact environnemental de l'industrie de la construction et donc de concevoir des structures de manière à pouvoir mettre en œuvre des matériaux moins impactants.

Et quelle place pour le verre ?

Il est vrai qu'on parle du verre porteur depuis des années; nous savons le calculer, le dimensionner, le concevoir, mais ce n'est pas très demandé ni utilisé. Il y a quelques exemples de structures un peu précieuses, de haut niveau, comme le musée-atelier Audemars Piguet au Brabant. Mais ce type de réalisation reste très particulier, souvent plus dans une optique esthétique que technique.

Quand on parle de matériaux biosourcés, il n'y a pas seulement le bois ou le béton, mais aussi le pisé, les briques, la paille : cela revient-il en force chez vous ?

Oui; nous devons habituer nos yeux à



@ Michel Denancé

Art Lab, EPFL – Structure porteuse composite en bois lamellé-collé et en acier. Aucune portée n'est identique. Pour compenser ces différences, on a utilisé l'épaisseur de tôles d'acier perforé solidaires du bois, qui participent également à la statique de l'ensemble. Ardoises en toiture. Architecte : Kengo Kuma



© Benedikt Redmann

La maison des plantes de Ricola serait le plus grand bâtiment en pisé d'Europe. La structure porteuse est en béton armé. La façade en pisé de 45 cm d'épaisseur est auto-porteuse. Architecte : Herzog & De Meuron.



© Hôtel des Horlogers

Hôtel des Horlogers, Le Brassus

Bâtiment en béton et bois apparents, géométrie complexe, Minergie-ECOBois de la Vallée de Joux (Labels COBS et FCS), valorisation sur site des matériaux d'excavation et de la terre végétale.

regarder les structures d'une manière différente, parce qu'un mur en pisé sera plus épais qu'un mur en béton ou en briques. Le paradigme d'avoir toujours la structure la plus fine, le moins de colonnes possibles, les structures les plus élancées, doit évoluer vers autre chose et nous devons développer de nouvelles méthodes de conception des bâtiments ou des structures spécifiques à ces nouveaux matériaux. Il ne suffit pas de transposer des solutions métal ou béton préexistantes. Cette question du pisé ou du béton de terre revient parce que d'une part ils utilisent peu ou pas de ciment, élément polluant dans le béton et d'autre part, quand vous construisez un sous-sol, il faut évacuer les terres d'excavation dans une décharge, et approvisionner le chantier en granulats pour le béton. Tout cela coûte en termes de transport. En fait, l'idée est surtout de pouvoir valoriser les matériaux d'excavation sur site en les intégrant dans les matériaux de construction.

Dans la nouvelle maison de l'environnement du canton de Vaud, les murs en pisé ne sont pas porteurs car ils n'offrent pas la résistance nécessaire. On ne peut donc pas l'utiliser pour remplacer le béton ?

Le pisé est un matériau nettement moins résistant que le béton. Nous pouvons l'utiliser spécifiquement pour des cloisons. Ou, si vous voulez des murs porteurs, ils doivent être plus épais, comme cela a été le cas pour la maison des plantes de Ricola conçue par les architectes Herzog et De Meuron.

Mais cela prend beaucoup de surface et va à contre-courant de l'économie du sol. Les maîtres d'ouvrages sont-ils ouverts à ce genre de choses ?

Vous évoquez une incohérence mais en

fait, il faudrait revoir tous les rouages de notre économie capitaliste. Il y a tellement de coûts externalisés ou qui ne sont pas payés! – le coût de l'impact sur l'environnement, par exemple – parce que nous optons pour des solutions dirigées par l'aspect financier; la réflexion est biaisée. Mais à ce stade, nous sommes bien au-delà de la seule question de la construction!

Le frein est donc essentiellement économique ?

Ce n'est pas tellement un frein, il s'agit plutôt d'une fuite en avant. Notre société a mis le doigt dans l'engrenage et on n'en sort pas facilement. C'est une sorte d'inertie qui fait que cette transition environnementale, dont nous sommes acteur, prend du temps.

NOUS DEVONS DÉVELOPPER DE NOUVELLES MÉTHODES DE CONCEPTION DES BÂTIMENTS.

On entend souvent dire qu'on ne peut pas se passer de béton. Est-ce un passage obligé ?

C'est juste; un parking souterrain, un sous-sol de bâtiment ou les fondations d'un ouvrage, évidemment seront en béton armé car il résiste bien à l'humidité et aux agressions extérieures. Par exemple, nous concevons souvent ainsi les sous-sols, les cages d'escaliers et d'ascenseurs pour constituer une ossature de contreventement, puis le reste de la structure porteuse en bois. C'est assez logique.

On voit de plus en plus arriver de dalles mixtes bois/béton; c'est cohérent ?

Oui, absolument. Cela permet de faire collaborer le bois qui travaille bien en

traction, et le béton en compression. Nous profitons ainsi des avantages cumulés des deux matériaux, ensemble, tout en créant une structure plus légère. En outre, le fait de remplacer une partie du béton par du bois permet de diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

Est-ce que le béton de recyclage est aussi performant que du béton classique ?

Le béton recyclé est un peu moins performant que le béton classique, selon la proportion de granulats recyclés. Ses caractéristiques mécaniques sont légèrement inférieures et il résiste moins aux agressions extérieures (sel de déverglaçage, gel). On peut l'utiliser pour des structures porteuses de bâtiment – elles sont à l'intérieur, donc protégées – mais moins pour des ouvrages d'art. En tous les cas, il a son utilité dans des situations bien spécifiques et beaucoup dans le bâtiment.

Il semble que le BFUP (béton fibré ultra-performant) ne soit pas très présent en Suisse pour des questions de coût ?

Ce n'est pas vrai; on le voit beaucoup en Suisse dans la réfection d'ouvrages, car avec une faible épaisseur, on renforce sans apporter de surcharge et l'on allonge la durée de vie des structures. Maintenant il s'appelle CFUP (matériau composite Cimentaire Fibré Ultra-Performant) – mais c'est le même matériau, très résistant, très rigide. De plus, il est possible de renforcer l'ouvrage sans péjorer son esthétique. Le BFUP a été utilisé pour les Viaducs autoroutiers de Chillon, au-dessus de Montreux, et nous allons l'utiliser pour le Grand Pont, en ville de Lausanne.

Dans la construction en bois, le lamellé-collé est-il si écologique qu'on le prétend ? on oublie la colle, les lasures, les vernis...

Le bois lamellé-collé fabriqué à partir de bois d'origine locale est plus respectueux de l'environnement que le béton ou l'acier, mais moins que le bois massif. D'abord, le sciage donne beaucoup de déchets; le tronc est rond, nous voulons du carré. Puis il faut le sécher et cela demande de l'énergie. Ensuite, il faut le coller. Il y a toute une série de processus dans le lamellé-collé qui pèsent sur le bilan. Mais revenir à quelque chose de plus humble signifie du bois massif en acceptant des poutres un peu voilées et quelques entailles; il faudra aussi prévoir plus de petites portées.

En ce qui concerne les ouvrages d'art, est-ce possible d'utiliser du bois ?

Dans ce domaine, nous utilisons a priori les qualités du béton, vraiment. Nous avons besoin de grandes résistances, de grandes rigidités, de précontraindre le béton. L'ouvrage utilise toutes les caractéristiques techniques du matériau, que ce soit du béton ou de l'acier. Nous ne pouvons pas faire de même avec du bois; ses caractéristiques mécaniques sont insuffisantes. Il est en outre moins durable dans le temps quand il est exposé aux intempéries.

Le bois peut se concevoir pour des passerelles avec des charges moins élevées et des portées moins grandes, cohérentes avec la mobilité douce.

Depuis 2015, les bâtiments de grande hauteur en bois sont possibles en Suisse. Comment abordez-vous cela ? jusqu'où peut-on aller ?

Pour battre des records de hauteur absolue, l'Occident n'est plus dans la course; tout se passe dorénavant au Moyen-Orient et en Asie. À nous, il reste la tour en bois, c'est notre nouvel espace de jeu, on le voit notamment dans les pays nordiques, en Autriche, et maintenant en Suisse. C'est effectivement notre rôle d'aller dans cette direction, de participer à ce tournant écologique, d'utiliser des matériaux locaux pour la construction. Mais dans la pratique, une tour en bois comporte généralement un socle et un noyau – cage d'ascenseurs, escaliers – en béton qui doivent résister au feu et permettent de contreventer le bâtiment. Après quoi tout le reste est plancher et porteurs en bois. Les restrictions tiennent aux limites du bois et aux questions de sécurité au feu: vous aurez des sections de colonnes plus conséquentes que celles en acier ou en béton. Les investisseurs doivent par

conséquent accepter une réduction de surface. Il reste que l'image de la tour en bois est valorisante – il y en a de magnifiques au Danemark et en Norvège – qui apportent une chaleur et une esthétique intéressantes.

Les concepts modulaires sont la nouvelle panacée. Cette modularité s'accompagne souvent d'une préfabrication en atelier.

Si l'on imagine que le bois et l'acier sont faciles à usiner, qu'en est-il du béton ?

Il y a deux aspects: la modularité et la préfabrication. La préfabrication est moins répandue en Suisse qu'ailleurs; nous avons davantage la culture du béton coulé sur site. Construire un bâtiment avec des modules assemblés sur place, c'est bien mais vous le faites après avoir transporté du vide. Du vide léger, avec du bois, cela peut se concevoir; si vous transportez du vide lourd avec du béton, vous êtes vite limité. Avec le béton, la préfabrication se limite à des éléments comme les escaliers, les colonnes, les poutres, les prédalles... Dans le cas des tours, il est assez répandu d'avoir une ossature dans laquelle s'encastrent des modules. Un exemple original de modularité, pour la coupe du monde au Qatar, un des stades a été construit avec des containers maritimes empilés; c'est du réemploi. Cela semble saugrenu au départ mais contribue à une esthétique inusuelle. Je ne sais pas si la construction est éphémère mais ce stade pourrait être facilement déconstruit.

C'EST UNE SORTE D'INERTIE QUI FAIT QUE CETTE TRANSITION ENVIRONNEMENTALE, DONT NOUS SOMMES ACTEURS, PREND DU TEMPS.

Dans votre groupe de réflexion, sur quoi travaillez-vous actuellement ?

Nous travaillons sur deux axes allant dans le sens de la construction durable: le développement de ces outils d'évaluation de durabilité des structures dont j'ai parlé précédemment, et des solutions de dalles mixtes bois-béton de terre en collaboration avec des hautes écoles en Suisse et à l'étranger.

Si vous deviez transmettre un message, quel serait-il ?

Les pistes principales pour rendre la construction plus respectueuse de l'environnement sont connues: économie de moyens, réemploi, recyclage, maté-

riaux locaux, ciments faibles en clinker, réduction des transports, etc. En ce sens, le principe de l'économie circulaire est capital, en privilégiant le réemploi et lorsque cela n'est pas possible, le recyclage des matériaux en les faisant entrer dans le processus de fabrication des nouveaux, comme le béton concassé pour du béton recyclé, en circuit clos sur le site, le plus court possible.

Les matériaux d'origine locale sont également une solution. Il faut des concepteurs et des maîtres d'ouvrage courageux qui prennent ce parti dès le départ; cela requiert que ce soit bien étudié, planifié et conçu.

En second lieu, ne pas tomber dans le piège de donner des réponses durables à des questions qui ne le sont pas, comme construire des ouvrages d'art respectueux de l'environnement où les voitures vont dégager du CO₂, par exemple. Enfin, il faudrait éventuellement se poser la question: pourrions-nous moins construire? La construction est un maillon de la société; elle en est aussi le reflet.

Le bureau INGPHI

INGPHI est un bureau d'ingénieurs civils, fondé en 2004, spécialisé dans la conception, la planification et la réalisation d'ouvrages d'art et par extension de structures porteuses de bâtiments, de halles, de stades et de tours. La conception d'un ouvrage d'art est un travail créatif appréhendé par INGPHI de façon globale, en étroite collaboration avec l'architecte: définition de la forme, intégration dans le site, définition du système statique, spécification des matériaux et choix la méthode de construction.

Les solutions développées permettent de relever les défis de l'architecture contemporaine tels que l'utilisation judicieuse et économique des matériaux, la flexibilité, l'optimisation des structures et la gestion des géométries complexes. INGPHI s'est notamment spécialisé dans le domaine de la simulation numérique, de la modélisation BIM et de l'application d'innovations à la construction afin d'améliorer continuellement la qualité de ses projets.

2^e PARTIE À PARAÎTRE EN HIVER 2022

Sommaire

Économie circulaire

- Boucler la boucle pour la planète
- Un fournisseur dans la tendance : Clestra Hauserman

Construire autrement

- Chantier du Centre de formation des métiers de la construction, Échallens
Réemploi, durabilité et éthique sociale
- Atelier en molasse
À la redécouverte des vertus de la pierre
- Villa familiale
Avec de la paille, de la terre et du bois
- Innovations matériaux et procédés
Conjuguer les acquis et le futur

Recherche et développement béton

- Interview : Karen Scrivener
Professeure ordinaire et cheffe du Laboratoire des matériaux de construction – Institut des sciences et de l'ingénierie des matériaux, EPFL
« Le LC3 pourrait remplacer la moitié du ciment Portland »
- Interview : Élise Bérodière
Docteure EPFL en Science des matériaux, spécialité béton – Freyssinet SA, Moudon
« Il est nécessaire de créer une discipline pour la prévention en amont de la dégradation du béton »
- Une passerelle en blocs de béton de réemploi
Campus associé du Structural Xploration lab (SXL) de l'EPFL et du Smart living lab – Bluefactory, Fribourg

Recherche et développement bois

- Interview : Frédéric Pichelin, Haute école spécialisée bernoise – BFH –, Bienne
« Nous serons de plus en plus interdisciplinaires »

Formation

- Besoins futurs

EDITEUR

Fédération vaudoise des entrepreneurs, Tolochenaz
Service Communication

AUTEURE

Annie Admane, journaliste RP

PHOTOGRAPHE

Photographisme.ch, Sébastien Bovy, Apples

GRAPHISME

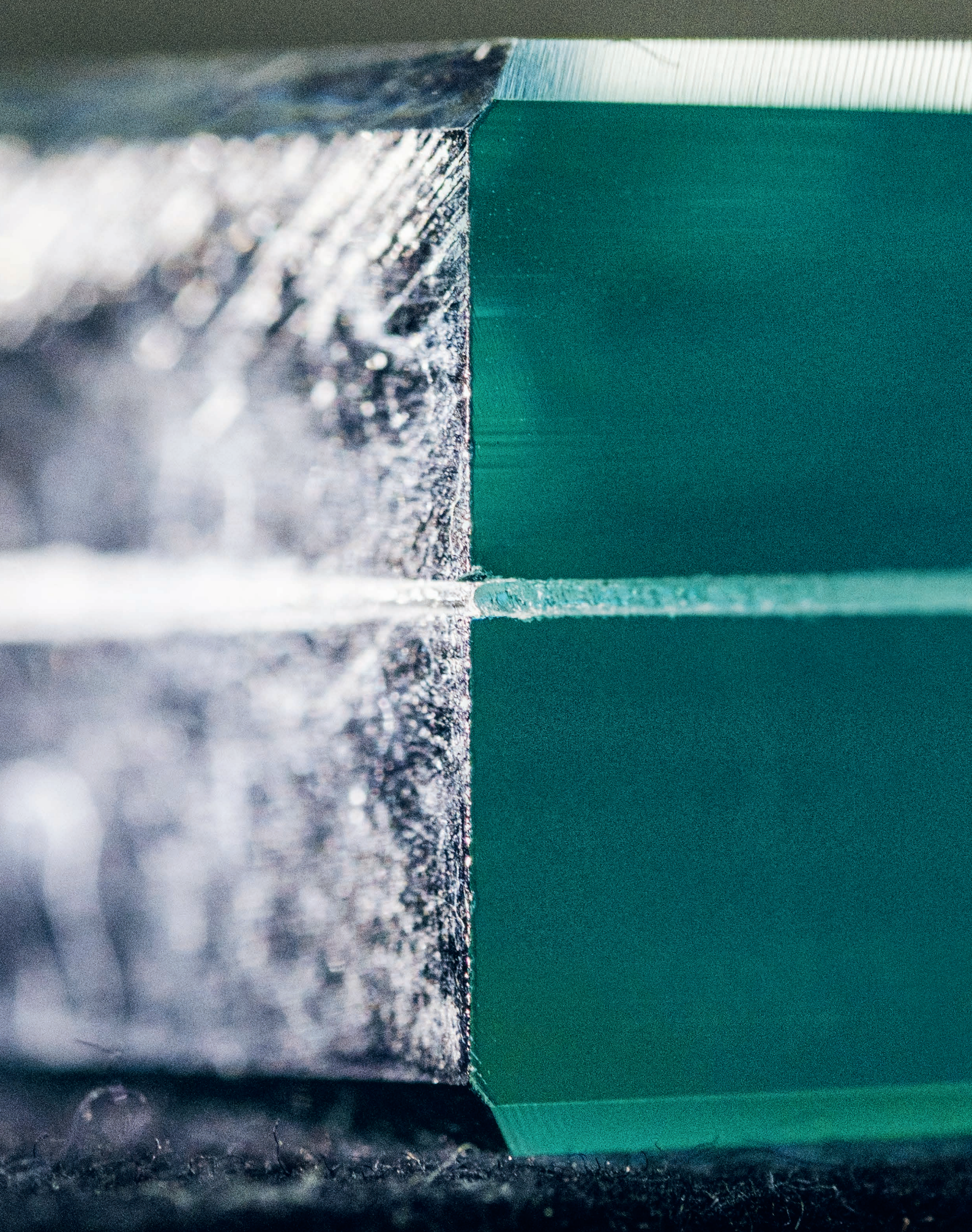
Horde SA, Lausanne

IMPRESSION

Cavin SA, Grandson

PARUTION

Septembre 2022



FÉDÉRATION VAUDOISE DES ENTREPRENEURS
ROUTE IGNACE PADEREWSKI 2 | CASE POSTALE
1131 TOLOCHENAZ | FVE.CH

entrepreneurs!
fédération vaudoise