

Je vais Construire

www.jevaisconstruire.be

& RENOVER

À GAGNER
1 robinet GROHE
Minta Touch
d'une valeur de **616 €**

Effacité

ÉNERGÉTIQUE

Fenêtres bien posées, économies assurées
L'isolation par l'intérieur et ses limites



ÉCONOMIES

- Un foyer pour chauffer la maison
- Diminuez votre facture d'éclairage

CONFORT

- Intérieur : le nouveau minimalisme
- Préfabrication : un chantier sans surprise

La cuisine envahit le séjour

mensuel n° 363 - septembre 2013
P509554 - 42e année - BEL / LUX 3.50 €



GROS ŒUVRE

- 13** L'isolation par l'intérieur pas à pas
La prudence est de mise lorsque la seule solution est d'isoler par l'intérieur.
- 22** La grande maison dans la prairie
reportage
La version contemporaine d'une ancienne ferme plantée au milieu des champs.
- 31** Poser un châssis... Un jeu d'enfant ?
La jonction entre les murs et les fenêtres réclame une attention toute particulière.
- 38** Bétonnée en usine
Pamaflex et Modulart: deux sociétés qui innovent dans le domaine de la préfabrication, chacune à sa manière.

PARACHÈVEMENT

- 52** Un look industriel avec un petit clin d'œil
reportage
Un projet fortement influencé par la faible portance du terrain et le budget restreint des propriétaires.
- 60** Un minimalisme investi d'une force primitive
La version actuelle de l'intérieur minimaliste est bien éloignée du minimalisme aseptisé d'il y a 20 ans.

ÉNERGIE

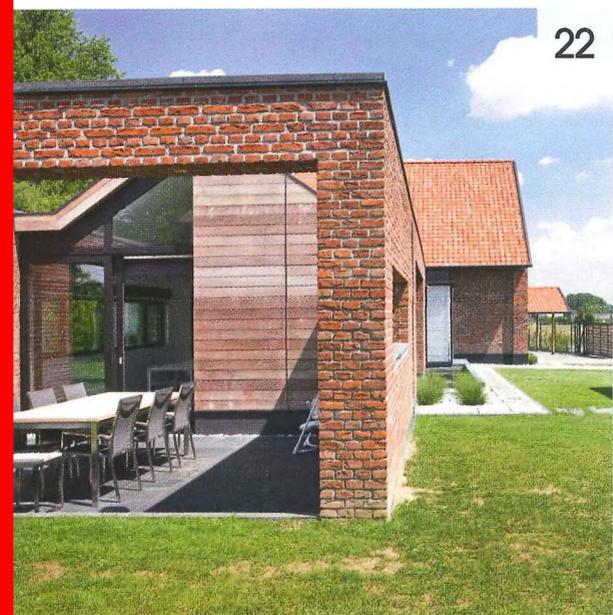
- 66** Un poêle peut-il remplacer la chaudière ?
Peut-on se passer d'un chauffage central classique dans une maison basse énergie ?
- 75** L'avenir est aux ampoules économiques !
De nombreuses solutions existent pour remplacer vos vieilles ampoules à incandescence.
- 82** En gradins pour épouser la colline
reportage
Composée de deux volumes, la maison s'implante sur un terrain pentu sans en modifier le relief.
- 91** Ventiler ? Oui, mais...
La ventilation est indispensable, mais elle entraîne aussi quelques pertes énergétiques.
- 96** La directive européenne NZEB comme stratégie d'entreprise
Le groupe Horizon poursuit la construction de son premier éco-quartier en bord de Meuse.
- 101** La lutte contre l'humidité
Focus sur l'étanchéité des murs et les détails de construction des fondations.



22

52

60



© Laurent Brandajs // Arts & Architecture



© Liesbet Goetschalckx // Van Vassenhove Architecten



GROS ŒUVRE

TEXTE: Eric Cloes

Bétonnée en usine





© Pamaflex

Les défis actuels en matière de nouvelle construction sont de taille : comment rendre le logement accessible au plus grand nombre tout en conservant un haut standard de qualité et en augmentant les performances énergétiques ? C'est pour tenter de répondre à ces nouveaux challenges que certaines sociétés investissent dans de très lourdes infrastructures pour produire des maisons préfabriquées.

Les entreprises de construction traditionnelle sont confrontées à un marché du logement privé en pleine mutation. En témoigne la dégringolade du nombre de permis d'urbanisme introduits par les particuliers pour la construction de maisons unifamiliales. De nombreuses sociétés construisent donc sur fonds propres des groupes de logements qu'elles mettent ensuite en vente. Ceci leur permet de réaliser des économies d'échelle et, par conséquent, de diminuer les prix ou, à tout le moins, de les garder sous contrôle. D'autres firmes explorent quant à elles de nouvelles voies dans la manière de bâtir et développent dans ce cadre des concepts de préfabrication innovants. Il s'agit là d'un sujet sensible car la préfabrication est encore trop souvent perçue comme une solution moins noble que la bonne vieille méthode de construction traditionnelle sur chantier. Les deux sociétés que nous avons rencontrées devraient pourtant parvenir à vous convaincre du contraire. Si elles construisent toutes deux des maisons préfabriquées en béton, leur approche est fondamentalement différente, tant sur le plan technique que commercial. ➤

© Modulart

1. Pamaflex, le concept « passif massif flexible »



© Pamaflex



© Pamaflex



© Pamaflex

À l'occasion des Belgian Building Awards 2013 attribués dans le cadre du salon Batibouw, la société Alpha-Béton, implantée à Saint-Vith, a reçu le Prix de l'Innovation, décerné par la Confédération Construction, pour son concept Pamaflex. Cette reconnaissance a éveillé notre curiosité. Nous nous sommes donc rendu dans les cantons de l'Est pour découvrir *de visu* la philosophie d'Alpha-Béton. La société HP Linden est spécialisée depuis plusieurs décennies dans la construction métallique de halls et d'équipements industriels. Implantée sur

le même site, une société sœur, dénommée Alpha-Béton, produit des prédalles et des prémurs en béton. Sensible aux nouveaux courants énergétiques venus d'Allemagne et d'Autriche et forte de ces deux savoir-faire, la famille Linden s'est récemment lancée dans la production de maisons passives massives préfabriquées.

Un concept novateur, une technique unique

Christophe Linden, responsable commercial, introduit le sujet: «Notre concept paraît simple mais exige une sérieuse dose

d'expérience et de compétences diverses. Nous préfabriquons en usine des maisons passives exclusivement constituées de panneaux de béton recouverts de leur isolation et assemblés sur chantier. Une fois les parois assemblées entre elles, il nous reste à poser les châssis de fenêtre, le parement de façade et le revêtement de toiture. Le maître d'ouvrage peut alors faire procéder à la mise en œuvre des équipements techniques et des parachèvements intérieurs de la manière la plus traditionnelle qui soit.»

À la base, la technique utilisée pour les ➤

GROS ŒUVRE



© Pamaflex



© Pamaflex

maisons Pamaflex est identique à celle utilisée pour les prémurs et prédalles en béton. Il s'agit du coulage de béton dans de grands cadres en acier qui se déplacent sur des rails entre les diverses phases de la préfabrication des éléments: fer-

raillage, mise en place des canalisations et des boîtiers de réservation pour les équipements techniques, coulage et vibration du béton, séchage et décoffrage. « Les lignes de production sont implantées dans des halls entièrement construits et équi-

pés par la société HP Linden. Nous faisons tout nous-mêmes », précise Christophe Linden avec une pointe de fierté.

Le pouvoir du polyuréthane

Pour mettre au point le concept Pamaflex, une nouvelle phase a été ajoutée dans le processus de fabrication des panneaux de béton: la projection de polyuréthane. « Le polyuréthane est aujourd'hui le produit présentant le meilleur coefficient d'isolation à épaisseur égale, et son application par projection nous permet d'offrir une isolation continue sur toute la surface d'un panneau de béton », nous explique Christophe Linden. Cette technique régulièrement utilisée sur chantier pour la confection de chapes isolantes est ici utilisée en usine pour l'isolation de toutes les parois de la maison: les sols, mais aussi les murs extérieurs et même les panneaux de toiture. Le polyuréthane est projeté par couches successives et ensuite poncé en une couche uniforme de forte épaisseur. Des raidisseurs métalliques sont préalablement intégrés dans la couche isolante des panneaux de toiture pour la fixation du lattage et, le cas échéant, dans celle des panneaux de façade, en fonction de

Pamaflex en dix points

Les cinq points forts

- ① Une grande flexibilité architecturale dans la conception de la maison.
- ② Une isolation très performante et une étanchéité à l'air optimale (en conformité avec les exigences pour maisons passives).
- ③ Une inertie thermique élevée et une très bonne isolation acoustique grâce à l'usage du béton.
- ④ Une étanchéité élevée au gaz radon par l'absence de joints dans le gros œuvre.
- ⑤ Une résistance élevée au feu et aux secousses sismiques.

Les cinq points d'attention

- ① Un coût relativement élevé au regard d'une maison traditionnelle de même parachèvement.
- ② La nécessité de travailler sur des terrains de bonne stabilité (poids élevé de la construction).
- ③ La nécessité de tout prédéfinir avant la production des parois (position des prises et interrupteurs, appareils sanitaires et de chauffage...).
- ④ Peu, voire pas, de possibilités de modifications sur chantier (emplacement des portes intérieures...).
- ⑤ Une stabilité optimale, mais qui va bien au-delà des exigences d'une maison (entraînant un surcoût).

Pour plus d'infos : www.pamaflex.eu



la nature du parement. Les maisons peuvent au choix être parachevées avec des plaquettes de briques ou de pierres collées, un crépi, ou encore tous les types de bardage (bois, métal, panneaux de fibreciment...).

Des nœuds constructifs maîtrisés

La préfabrication présente plusieurs avantages indéniables, mais s'il en est un qui a particulièrement retenu notre attention dans le cas présent, c'est la maîtrise totale des nœuds constructifs. Le catalogue des détails d'exécution est impressionnant tant par son volume que par son extrême précision dans l'étude des raccords entre les diverses parois ou entre les parois et les éléments connexes tels que les châssis de fenêtre. Et malgré l'usage de bons conducteurs de chaleur comme le béton et l'acier, les ponts thermiques sont totalement exclus. Nous ne le répétons jamais assez: la mise en œuvre de la totalité de l'enveloppe par une seule et même entreprise est et restera toujours la meilleure garantie de la qualité finale de l'isolation et de l'étanchéité à l'air. Les maisons Pamaflex sont certifiées passives et

répondent donc aux exigences imposées pour obtenir ce label.

Des techniques adaptées

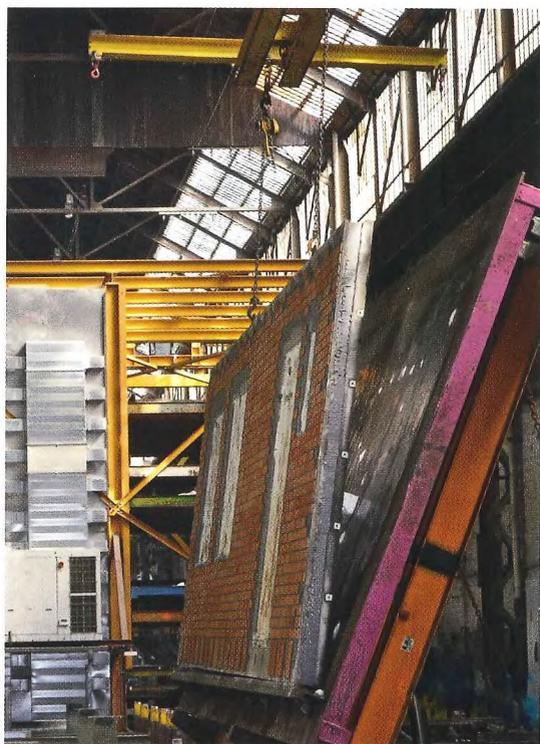
« Si le maître d'ouvrage choisit de faire construire un gros œuvre fermé et de parachever la maison lui-même, nous nous limitons à l'enveloppe. Dans le cas contraire, nous pouvons livrer la maison clé sur porte. Nos équipements techniques sont adaptés aux exigences d'une maison passive. En principe, une maison passive ne nécessite pas de chauffage central. Notre équipement technique de base comprend donc une ventilation double flux avec récupération de chaleur, une installation de production d'eau chaude par boiler solaire et des radiateurs d'appoint électriques dans le séjour et la salle de bains. Notre version technique plus complète comprend un chauffage central partiel ou total. Nous ajoutons alors un réseau de chauffage par le sol ou les murs et une pompe à chaleur géothermique. Et pour les inconditionnels, nous pouvons également prévoir un foyer au bois connecté au système de chauffage. La chaleur excédentaire est alors redirigée vers le ballon d'eau

chaude», conclut Christophe Linden.

À quel prix ?

Le principe constructif libère l'architecte de toute contrainte. Le béton coulé permet en effet d'intégrer tous les types de renforts en acier lors de la préfabrication. Cette grande flexibilité de conception et de production rencontre bien les exigences des architectes et s'accorde parfaitement avec les grandes ouvertures et les espaces décloisonnés de l'architecture contemporaine. Pour garder la maîtrise du budget, la société a toutefois développé quelques modèles standard dont celui de base, proposé à 250 000 euros TVA comprise pour une surface brute de 130 m², soit une surface nette habitable de près de 100 m² (ce qui revient donc à quelque 2 500 euros/m² habitable). « Ce n'est pas plus cher qu'une maison traditionnelle parachevée avec des matériaux de qualité. L'important est de savoir dans quoi l'on souhaite investir son argent », justifie Christophe Linden. « Pour ce prix-là, nos clients disposent d'une maison passive offrant un excellent confort thermique », conclut-il. ➤

2. Des modules standard prêts à vivre



© Modulart



© Modulart



© Modulart

Une maison clé sur porte, totalement parachevée, montée en un jour. Info ou intox? C'est en tout cas le défi que la société Modulart entend relever avec son concept de maisons modulaires préfabriquées en béton, concept couronné d'une médaille d'argent au Salon international des Inventions de Genève. Implantée dans les anciens ateliers mécaniques des Forges de Clabecq à Tubize, en « région économiquement sinistrée », la société Modulart a fait le pari de proposer des logements prêts à vivre à des prix défiant toute concurrence. C'est en visitant leur unité de production que nous avons compris comment ils avaient atteint cet objectif.

La maîtrise du béton

Entrepreneurs généraux depuis de nombreuses années, Frédéric Mercier et Ghislain de Changy, les deux administrateurs de Modulart, ont mené une réflexion sur l'accessibilité au logement dans un contexte normatif de plus en plus sévère. La société créée en 2004 est le fruit de cette réflexion. Pour construire bon marché, il faut avoir le contrôle de l'ensemble des paramètres, y compris le climat. D'où le choix de la préfabrication en usine. Ici, tout commence un peu comme chez Alpha-Béton. Des panneaux de béton sont préfabriqués sur de grandes tables en acier tout au long d'une chaîne de production s'étirant sur des dizaines de mè-

tres, dans d'immenses halls. Au début de la chaîne, un malaxeur relié à divers silos et piloté par l'informatique confectionne des bétons parfaitement adaptés aux usages auxquels ils sont destinés. Le béton est ensuite transporté vers des tables de coulage où les ouvriers s'attellent aux travaux préalables. Cette étape est assez complexe mais parfaitement préparée par le bureau informatique. Il s'agit de mettre en place l'isolation de la paroi, de coffrer toutes les ouvertures (fenêtres, portes intérieures...) et de poser les gaines, canalisations et boîtiers de réservation destinés aux équipements techniques (électricité, sanitaire et chauffage). Une fois ce travail achevé, les armatures ▶

GROS ŒUVRE



sont mises en place, suivant des plans d'une extrême précision, et le coulage du béton peut avoir lieu. « Nos ingénieurs ont calculé les épaisseurs des parois au plus juste pour économiser autant que possible sur la matière sans mettre la stabilité en péril. Ici, le gaspillage n'a pas sa place,

sans quoi nos prix attractifs deviendraient vite intenables », explique Frédéric Mercier.

Modules indéformables

Les panneaux de sols et de murs ainsi confectionnés sont ensuite dirigés vers le

four de séchage. À leur sortie, ils sont assemblés en modules standardisés de forme parallélépipédique. Un sol, quatre murs et un plancher/plafond : six éléments de béton assemblés sur un marbre (table calibrée) à l'aide d'impressionnants boulons d'acier. Le positionnement des éléments les uns par rapport aux autres s'effectue avec une précision extrême. « Une fois le module assemblé, il est totalement indéformable », précise Frédéric Mercier. « Cette grande précision est nécessaire non seulement pour la stabilité du module lors du transport mais aussi pour la qualité des parachèvements », poursuit-il. En effet, l'ensemble des parachèvements est également effectué en usine, avant le transport et la mise en place des modules sur chantier.

Modulart en dix points

Les cinq points forts

- ① Des prix super attractifs et l'absence de suppléments en cours de chantier.
- ② Évite le cumul financier d'une location et d'un chantier (paiement de la maison à la livraison).
- ③ Une excellente maîtrise et une coordination parfaite des diverses phases de construction en usine.
- ④ Une inertie thermique élevée et une bonne isolation acoustique grâce à l'usage du béton.
- ⑤ Une mise en œuvre très rapide sur chantier (maison hors intempéries en un jour).

Les cinq points d'attention

- ① Système modulaire extrêmement restrictif, avec peu d'espace pour la créativité architecturale.
- ② La nécessité de tout prédéfinir avant la production des parois (position des prises et interrupteurs, appareils sanitaires et de chauffage...).
- ③ Aucune possibilité de modification sur chantier.
- ④ Un choix (très) limité de matériaux et d'équipements.
- ⑤ L'accessibilité du terrain par un charroi lourd (transports spéciaux).

Pour plus d'infos : www.modulart.eu

Des parachèvements simultanés

Les modules assemblés rejoignent alors une seconde ligne de production, celle du parachèvement. Ici, les corps de métiers ne se succèdent pas mais se côtoient dans un ballet savamment orchestré. La plupart interviennent simultanément ou, à tout le moins, en étroite collaboration, pour assurer la pose des portes et fenê-



tres, le rejointement des plaquettes de parement, la pose de l'électricité, du sanitaire, du chauffage, du carrelage, des menuiseries intérieures... Tout est réglé comme du papier à musique. « Pour réduire les coûts au maximum, nous avons même fait fabriquer des carrelages adaptés aux dimensions de nos modules, précise Frédéric Mercier. Ici, pas de découpes le long des murs ou dans les angles; à l'exception de la jonction entre les modules, tous les carreaux sont entiers. Cela représente une importante économie. Quant à notre qualité globale, elle est garantie à chaque étape du processus par la responsabilisation de chaque ouvrier, mais aussi par un contrôle mutuel des divers intervenants. S'il y a une erreur, il est facile de rappeler le responsable pour corriger immédiatement; en effet, il n'est jamais très loin », poursuit Frédéric Mercier.

En route pour le chantier

Une fois terminés, les modules sont acheminés vers le chantier par transport spécial. Plusieurs camions plateaux chargent chacun un module dont le poids n'excède jamais une vingtaine de tonnes. Une maison étant généralement constituée de trois à quatre modules, c'est tout un

charroi qui se met en route de grand matin. Sur place, une impressionnante grue télescopique attend les camions pour les délester de leur chargement. Les travaux de terrassement et de fondations ont été réalisés au préalable. Il ne reste plus qu'à déposer les modules l'un contre l'autre ou l'un sur l'autre. En fin de journée, les charpentes préfabriquées, assemblées au sol et revêtues de la sous-toiture, sont déposées sur la maison et la rendent insensible aux intempéries. Il reste alors à réaliser les jonctions entre modules, à placer la couverture de toiture et à raccorder la maison aux impétrants. Huit jours après l'arrivée des modules sur chantier, la maison est déjà habitable.

Des prix « imbattables »

Chez Modulart, peu de place à la personnalisation mais une garantie sur les prix. Un module standard présente une surface brute de 33 m², murs compris. Le prix par module est prédéfini et comprend la finition « clé sur porte ». Les maisons les plus courantes comptent trois ou quatre modules, pour des surfaces brutes de 99 à 132 m² et un prix variant de 90 450 euros pour 99 m² à 113 100 euros pour 132 m², soit un coût moyen de 857 euros/m², hors

TVA, terrain, architecte et frais divers de raccordements, aménagement des abords...

Pour respecter ces prix, la société Modulart est évidemment très stricte sur le choix des matériaux et le type d'équipement. Pas question de sillonner le pays de show-rooms en marchands de matériaux. Tous les choix se font au siège de la société: les briques en plaquettes collées, les tuiles, les carrelages, le sanitaire... Le chauffage est de type chaudière murale avec radiateurs, et la valeur d'isolation globale K comprise entre 35 et 39 (conforme donc aux normes PEB). Aucune possibilité de modifier les performances de la maison en augmentant par exemple l'épaisseur des isolants. Pour rester dans les prix, il faut rester dans le système. « Notre offre s'adresse aux plus petits budgets, explique Frédéric Mercier. Notre clientèle est plus préoccupée par le respect du budget que par les possibilités de personnalisation. Pour le prix de nos maisons, vous ne pouvez acheter qu'une vieille maison qu'il faudra encore rénover de manière approfondie. En achetant une nouvelle maison parachevée, nos clients savent qu'ils ne vont au-devant d'aucune surprise sur le budget final », conclut-il. ■