UN CUBE DE CARACTÈRE

UNE HABITATION EN BÉTON LISSE INDUSTRIEL

ARCHITECTURE | JUILLET 2018

82	(2-)	Gf2	(M)

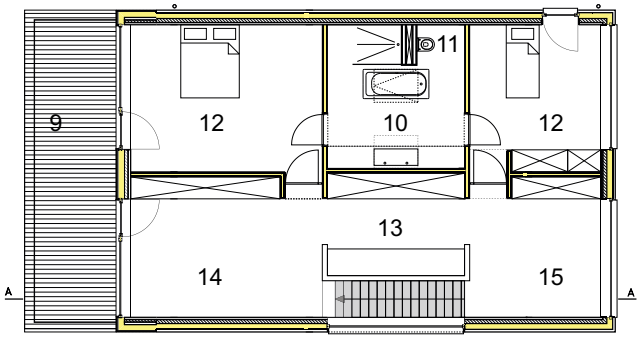
BB/SfB

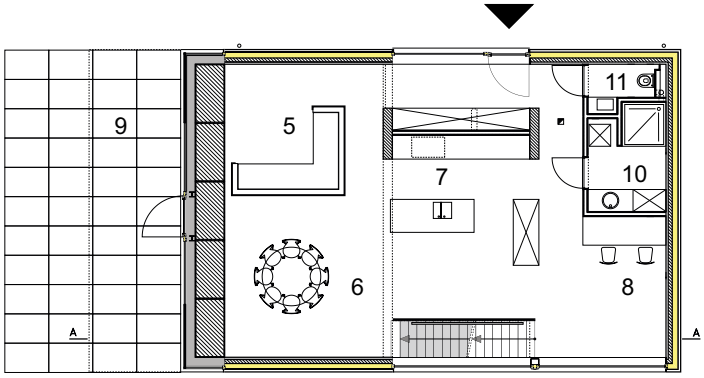
- FLEXIBILITÉ / ADAPTABILITÉ
- CONCEPT CONSTRUCTIF
- EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

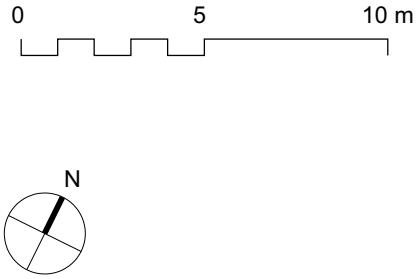
Photos & couverture : Davy Nekkebroek

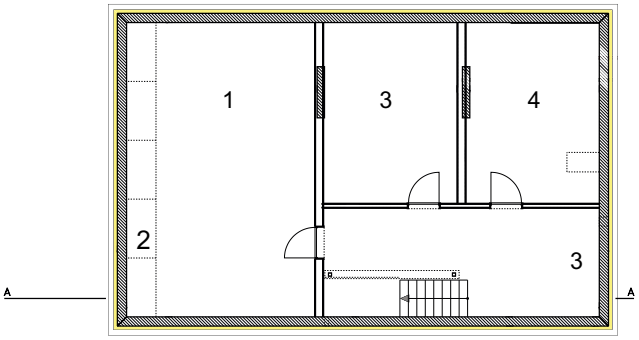
Le béton a toujours eu une fonction constructive dans un projet de bâtiment. Mais le matériau est la plupart du temps caché. Pourtant, l'aspect industriel peut aussi offrir une plus-value esthétique. C'est ce qu'a démontré l'architecte Davy Nekkebroek avec un concept d'habitation sobre, mais singulier à Arendonk. Le bâtiment a été entièrement construit en béton lisse industriel. L'interaction entre les panneaux de béton et les vitrages, combinée à une touche de bois sur la façade arrière, crée une architecture captivante.

La maison représente un volume rectangulaire dans lequel les éléments de façade en béton alternent avec de grandes baies vitrées. L'aspect réservé et minimaliste du béton domine sur la façade avant. Sur les façades latérales, il assure la transition progressive vers la façade arrière chaleureuse et ouverte. La paroi arrière est dotée d'une finition en bois résistant aux intempéries. La terrasse et la toiture en saillie servent de protection solaire. Cette interaction dans les façades apporte un bel équilibre au concept global et donne véritablement deux visages à l'habitation.
Le béton est également omniprésent à l'intérieur de la maison. L'architecte Davy Nekkebroek a choisi le béton car ce matériau répond parfaitement aux besoins qu'il devait remplir. Le maître de l'ouvrage recherchait une habitation ouverte, facile d'entretien et économe en énergie, où il est agréable de vivre. Avec des murs en béton, il était possible de créer rapidement une structure ouverte. Le maître de l'ouvrage a aussi été séduit par l'aspect industriel du matériau.

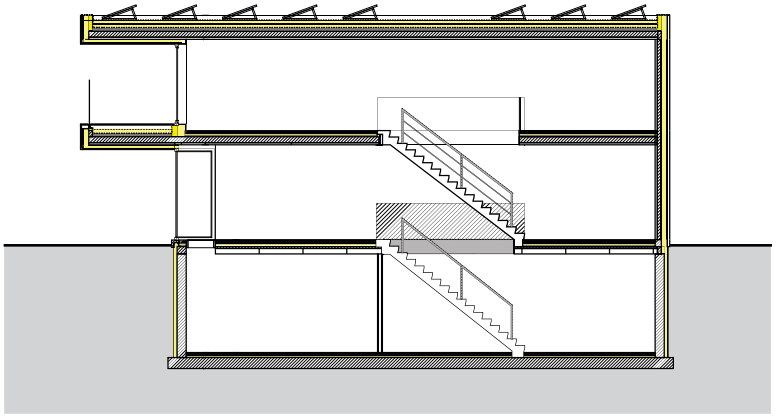








1. espace multifunctionnel
2. plafond vitré
3. espace de rangement
4. techniques
5. salon
6. salle à manger
7. cuisine
8. jeux/pc
9. terrasse couverte
10. buanderie / salle de bain
11. wc
12. chambre à coucher
13. dressing
14. salon / espace de lecture/étude
15. buanderie



UNE DISPOSITION FLEXIBLE

L'habitation compte trois niveaux. Le sous-sol est intégré dans le volume protégé, car le maître de l'ouvrage veut aussi l'utiliser comme espace habitable. Le sous-sol à usage polyvalent compte des espaces de rangement, un local technique destiné notamment à la pompe à chaleur et enfin un espace multifonctions, qui peut aussi faire office de chambre d'ami. Ce dernier espace se trouve à l'arrière de l'habitation. Par sa situation, il peut bénéficier de la lumière du jour via un plafond vitré. Au départ, d'autres possibilités – comme un talus avec une fenêtre extérieure – avaient aussi été étudiées pour faire entrer la lumière naturelle, mais la solution actuelle ne présente aucun risque de fuite et est par ailleurs facile d'entretien. De plus, cette approche confère une belle lumière rasante le long des murs en béton. La menuiserie extérieure sur la façade arrière dessine un angle sur la largeur du plafond vitré pour faire entrer au maximum la lumière.

Le rez-de-chaussée est conçu comme un seul grand espace. Seul le hall d'entrée est doté de deux petites parois en béton. Les planchers sont constitués de prédalles. À l'arrière, ces prédalles reposent sur les façades latérales. À l'avant, les prédalles ont été posées dans le sens longitudinal. Au droit de la transition entre ces deux zones, une poutrelle en acier a été placée sur toute la largeur de la maison. Afin de pouvoir noyer cette poutrelle dans l'épaisseur du plancher, un élément d'appui intermédiaire était nécessaire. D'où la présence du muret en béton entre la cuisine et le salon. Pour des raisons de symétrie, un deuxième muret, également en béton, a été réalisé de l'autre côté de la cuisine. De ce fait, le plan de travail de la cuisine a été doté, à gauche et à droite, d'un écran en béton. Ces deux murets en béton se prolongent également dans la cave.

Le salon et la salle à manger sont situés près de la baie vitrée arrière qui s'étend jusqu'au plafond. Profiter de la vue sur le jardin sans aucun vis-à-vis par rapport à la rue a été déterminant dans ce choix. La cuisine centrale sert de tampon pour bloquer la vue depuis la rue via la façade latérale. Le mur de rangement de la cuisine s'insère entre les deux murets en béton. Un vestiaire a été aménagé à l'arrière. Enfin, côté rue, un bureau ouvert a été aménagé. Il est contigu aux seuls espaces cloisonnés de cet étage : une buanderie et la toilette. Ces fonctions sont volontairement placées au rez-de-chaussée dans un souci de flexibilité et d'adaptabilité. Les techniques qui sont présentes ici permettent à l'avenir de transformer très facilement ces espaces en une chambre et une salle de bain. Ainsi, les occupants pourront accommoder toute leur vie au rez-de-chaussée. C'est dans cette optique que les pièces actuelles sont aussi réalisées en cloisons légères.

L'étage est subdivisé en un espace à usage semi-diurne et un espace de nuit. Le premier est de forme allongée et composé d'une seule grande pièce avec, du côté de la façade arrière, un coin salon attenant à une bibliothèque. Les occupants l'utilisent pour lire ou écouter de la musique. La zone côté rue est aménagée comme débarras. Un plan de travail permet de trier ou de plier les vêtements avant de les ranger dans le dressing. Ce mur de rangement sépare la zone diurne de l'espace de nuit. La dernière est composée de la chambre parentale, de la salle de bains et d'une chambre pour enfants.

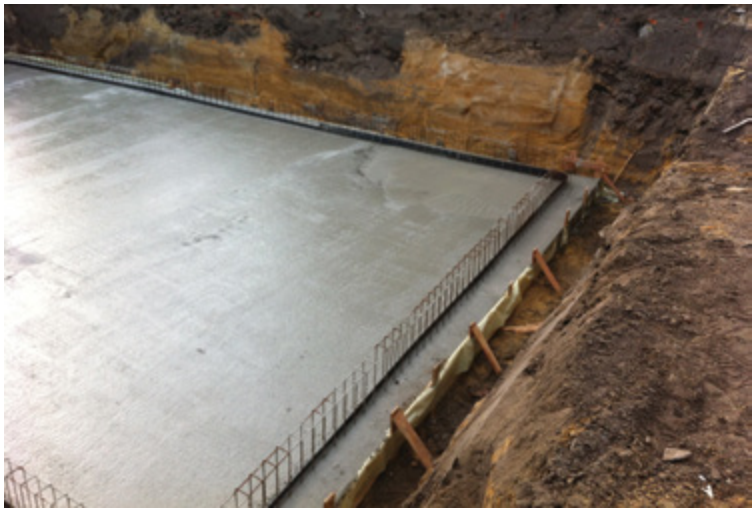
La salle de bain – avec une douche à l'italienne, un w.c., un double lavabo et une baignoire – est située entre les deux chambres afin d'avoir une perte minimale de chaleur. Pour conserver la sobriété de la façade latérale, aucune fenêtre n'a été prévue dans la salle de bains. Deux grandes coupoles – une au-dessus du lavabo et l'autre au-dessus de la baignoire – apportent quand même suffisamment de lumière naturelle. L'absence d'armoires ou d'autres éléments dans la chambre à coucher est un choix délibéré. De cette manière, elle est préservée au maximum de la poussière. Tout ce qui peut retenir la poussière est placé dans le dressing.

La terrasse à l'étage est accessible via la chambre à coucher et peut être utilisée toute l'année grâce au large débord de toit. La finition du plancher est en Ipé. Au niveau de l'aspect, cette variété de bois est très proche du revêtement en bois de la façade, mais peut quand même servir de plancher de terrasse.

LE BÉTON COMME DÉCOR

L'aspect industriel du béton à l'intérieur était un choix délibéré. Le matériau forme ainsi un canevas, un arrière-plan neutre auquel les occupants peuvent apporter leur touche personnelle en y ajoutant des éléments. Le remplissage libre fait de la maison ce qu'elle est. Les maîtres d'ouvrage ont écumé pendant deux ans les brocantes, faillites et magasins de seconde main à la recherche d'éléments vintage des années 50 et 60. Ces objets complémentaires créent un beau contraste avec le béton et confèrent ainsi un équilibre à l'intérieur. À part le mobilier, seuls le parquet et le mur de rangement à l'étage ainsi que le carrelage du rez-de-chaussée et dans la salle de bains sont des apport dans le cadre en béton. À cela s'ajoutent encore les plinthes en chêne et la finition en bois des ébrasements des fenêtres qui créent un contraste chaleureux avec le béton. Au départ, il était aussi prévu des ailerons en bois pour la séparation entre l'escalier et la cuisine. Mais l'escalier se trouve à côté d'une grande baie vitrée sur la façade latérale. Pour agrandir encore l'ouverture et faire entrer plus de lumière, le choix s'est finalement porté sur une rampe d'escalier métallique et une rambarde vitrée servant de protection antichute pour l'escalier du sous-sol.

Il n'y a pas que la lumière naturelle qui a reçu beaucoup d'attention dans le projet. Lors de l'élaboration des détails d'exécution, des dispositifs d'éclairage indirect ont été prévus ici et là. Il y a un bandeau LED dans l'espace à usage semi-diurne à l'étage et dans la paroi arrière des toilettes. L'éclairage indirect alterne avec des spots encastrés.



Photos de chantier : Davy Nekkebroek

DES DÉFIS CONSTRUCTIFS

Il a fallu relever quelques défis pour construire la structure en béton. À commencer par les travaux au niveau du sous-sol. Lorsque les travaux de construction ont démarré, la nappe phréatique se situait à 1 m en dessous du niveau du sol. Il a dès lors fallu recourir à un rabattement de la nappe. Pendant les travaux de terrassement, il s'est en outre avéré que le terrain était auparavant une zone d'extraction de sable argileux. La fosse a par la suite été remblayée avec toutes sortes de terres et matériaux divers. Une partie du sol remblayé s'est avéré ne pas être suffisamment stable. Ce problème a été résolu en remplaçant les remblais par du sable stabilisé. Un radier d'une épaisseur de 30 cm a ensuite été coulé. Les murs extérieurs ont également été coulés en place. Les murs intérieurs au niveau du sous-sol sont réalisés en plaques de plâtre, car il s'agit d'un système de construction sèche rapide et facile à mettre en oeuvre. Le maître de l'ouvrage avait en effet l'intention d'effectuer lui-même un maximum de travaux de finition. La dalle au sous-sol est constituée de hourdis précontraints de 8 m sur 1,2 m.

Les niveaux supérieurs sont entièrement construits en prémurs. Ces panneaux de béton creux sont équipés d'écarteurs en fibre de carbone. Le carbone est non seulement un matériau robuste, mais élimine tout risque de pont thermique en raison de sa faible conductivité thermique. Le nombre de noeuds constructifs ponctuels dans les murs est donc limité. Une isolation PUR de 16 cm a été insérée dans l'âme entre les deux panneaux de béton. Après le montage d'un étage complet, la cavité est entièrement remplie de béton pour assurer la stabilité des parois.
Une poutrelle en acier HEB 260 est insérée entre les deux étages dans chaque façade latérale. Les poutrelles débordent telle une fourche et supportent les prédalles de la terrasse au premier étage. Ce principe est répété au niveau du toit afin de construire une toiture au-dessus de la terrasse. Les poutres métalliques sont complètement enveloppées par l'isolation. Le tout est ensuite dissimulé derrière le béton ou recouvert d'une finition bois.
Le sol de l'étage et le toit sont réalisés en prédalles (d'une largeur variant entre 2,4 et 3 m). Cela offre l'avantage que la face inférieure peut rester brute. De plus, il est facile de poser des techniques sur ces prédalles sans que cela n'influence la hauteur du plancher.

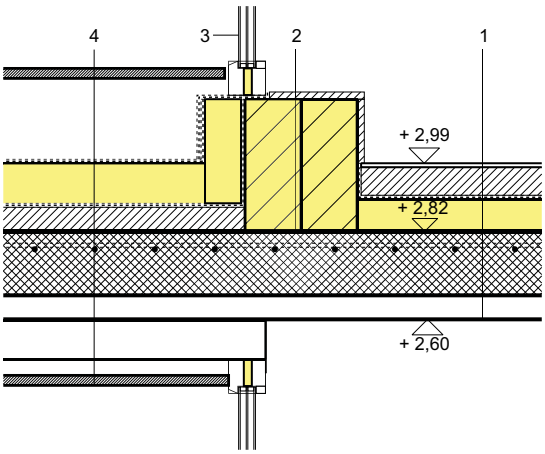
POINTS D'ATTENTION

Vu que les murs en béton sont préfabriqués, la distribution et les plans techniques (électricité, éclairage, sanitaire, ventilation) doivent être tout à fait au point pour la fabrication des panneaux muraux creux. Cela demande plus de temps de préparation, mais cet investissement est rentabilisé pendant la phase de construction. De plus, le maître de l'ouvrage avait déjà une idée bien précise de la distribution des pièces dans la maison et de la manière dont il compte les utiliser. Cela donne parfois des informations utiles pour affiner le projet.

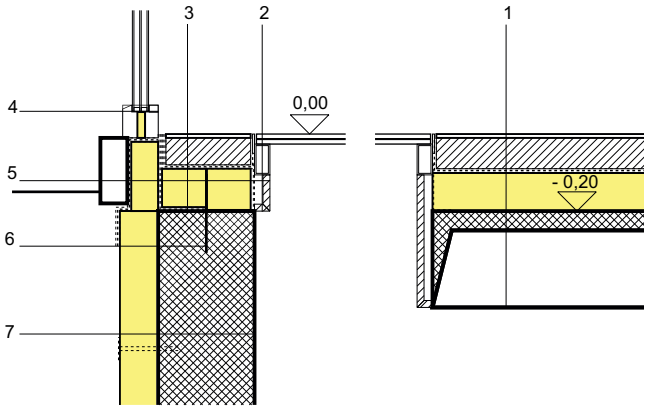
Le choix de la domotique offre toutefois encore de la flexibilité au niveau de l'électricité. Les interrupteurs peuvent être facilement adaptés ou reprogrammés.
Les détails les plus complexes dans le projet étaient le toit plat pour la terrasse et la balustrade vitrée sur la terrasse. Pour obtenir un résultat réussi sur le plan esthétique et correct sur le plan technique, l'exécution a été discutée jusque dans les moindres détails avec les entrepreneurs concernés sur le chantier. Il a aussi été tenu compte des aspects tels que l'étanchéité et la possibilité de remplacer, le cas échéant, la plaque de verre.
Enfin, il y a un aspect important dont il a fallu tenir compte tout au long du chantier : la surface du béton reste à l'état brut. Cela signifie que tous les entrepreneurs doivent traiter les parois de béton avec toutes les précautions nécessaires. Toute indication ou dessin au crayon ou au marqueur est proscrite et chaque percement doit être effectué avec toute la prudence requise.

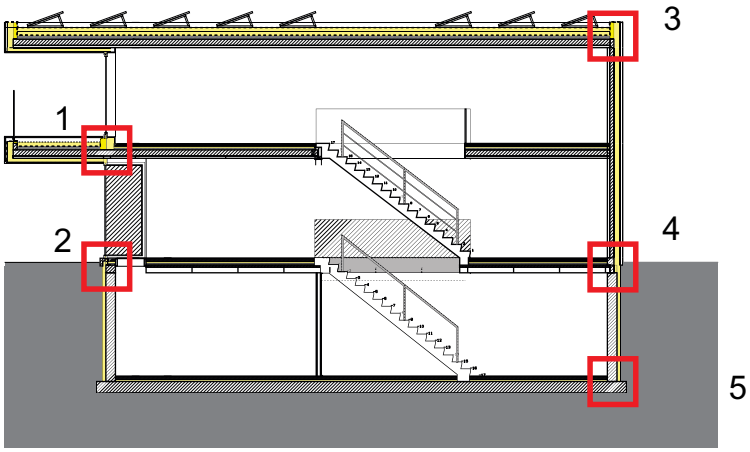
Cela ne veut pas dire que les murs en béton ne présentent aucune imperfection. La fabrication des panneaux est un procédé à la fois industriel et artisanal. Et même si cette opération se déroule dans l'environnement protégé d'un atelier, de petits défauts peuvent toujours apparaître dans les parois. Le maître de l'ouvrage doit en être conscient.

1



2





DÉTAIL 1

1. COMPLEXE DE SOL
    - parquet sur chant (chêne)
    - chape (8 cm)
        - treillis d'armature (50/50/2)
        - chauffage par le sol
    - membrane PE
    - PUR projeté (8 cm +)
    - membrane PE
    - sol en prédalles (surface apparente)
        - plaque préfabriquée (5 cm)
        - dalle de compression (17 cm)
        - treillis d'armature (150/150/10)
2. MARCHE
    - finition bois (chêne) mur à mur
    - bloc béton cellulaire
3. FENÊTRE FIXE
    - profilé aluminium (à rupture de pont thermique)
    - laque structurée, mate
    - triple vitrage, feuilleté
    - raccordement d'angle collé
4. COMPLEXE TERRASSE
    - lattes en bois Ipé (35 mm) sur support
    - étanchéité EPDM
    - isolation PIR (10 cm)
    - sous-toiture
    - chape de pente
    - dalle de compression (17 cm)
    - prédalle (5 cm)
    - isolation PIR (10 cm)
    - membrane de sous-toiture (noire)
    - lattage support
    - Thermowood
        - 3 largeurs
        - joints ouverts (10 mm)

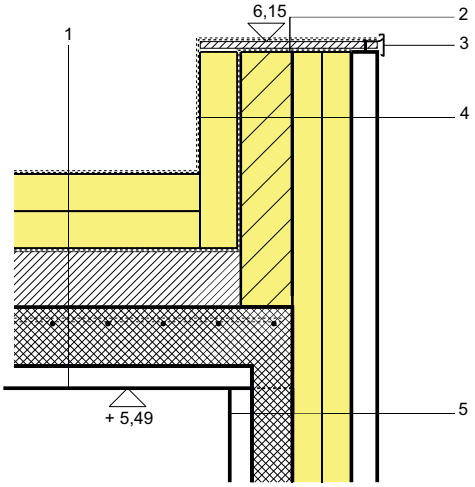
DÉTAIL 2

1. COMPLEXE DE SOL
    - carrelage céramique
    - chape (8 cm)
        - treillis d'armature (50/50/2)
        - chauffage par le sol
    - membrane PE
    - PUR projeté (10 cm +)
    - membrane PE
    - dalle de compression (5 cm)
        - treillis supérieur (150/150/10)
    - hourdis précontraints
        - (VS FS 200-1200 mm)
2. SOL VITRÉ
    - cadre acier (80/40/5)
        - bord (50/5)
        - profilés transversaux (80/80/5)
        - blanc thermolaqué
        - fixations galvanisées
    - plaque de verre
        - verre clair feuilleté (12.12.2)
        - 5 parties
        - joints mastiqués noirs
    - finition MDF sur support bois
        - laquée blanc
3. FINITION DE SOL ENTRE FENÊTRE ET SOL VITRÉ
    - carrelage céramique
    - chape de remplissage
    - isolation XPS
4. FENÊTRE FIXE
    - profilé aluminium à rupture thermique
    - laque structuré, mat
    - triple vitrage, feuilleté
    - raccordement d'angle collé
5. DÉTAIL SEUIL
    - seuil en béton préfabriqué
    - étanchéité à l'air
    - isolation XPS
    - bandeau de rive
    - chape de remplissage
    - bandeau de rive
    - finition MDF laqué blanc
6. JOINT (PLAQUE MÉTALLIQUE 200 / 2 MM)
7. COMPLEXE DE MUR DE CAVE
    - voile béton fibré (25 cm) (EK-Fiber)
        - treillis d'armature (localement)
    - isolation XPS (10 cm)
        - fixation au moyen de chevilles en plastique

DÉTAIL 3

1. COMPLEXE DE TOITURE
    - hauteur minimale de la rive de toiture 15cm
    - étanchéité EPDM
    - isolation PIR (20 cm)
    - sous-toiture
    - chape de pente avec conduites
        - épaisseur minimale 30 mm, pente 2 %
    - toiture en prédalles (surface apparente)
        - plaque préfabriqué (5 cm)
        - dalle de compression (17 cm)
        - panneaux d'isolation XPS (2 x 250/500/10)
        - treillis d'armature (150/150/10)
2. RIVE DE TOITURE
    - étanchéité EPDM
    - multiplex résistant à l'eau (18 mm)
        - pente 1 %
    - pare-vapeur
3. PROFILÉ DE RIVE DE TOITURE
    - aluminium laqué
4. RIVE DE TOITURE FAÇADE
    - isolation PIR (8 cm)
    - béton cellulaire (14 cm)
    - isolation PIR (16 cm)
    - écarteurs thermiques
    - plaque extérieure : béton industriel (7 cm)
        - coating
5. COMPLEXE DE FAÇADE (40 cm)
    - plaque intérieure : béton préfabriqué (6 cm)
    - béton coulé en place (11 cm)
    - isolation PIR (16 cm)
    - écarteurs thermiques
    - plaque extérieure : béton industriel (7 cm)
        - coating

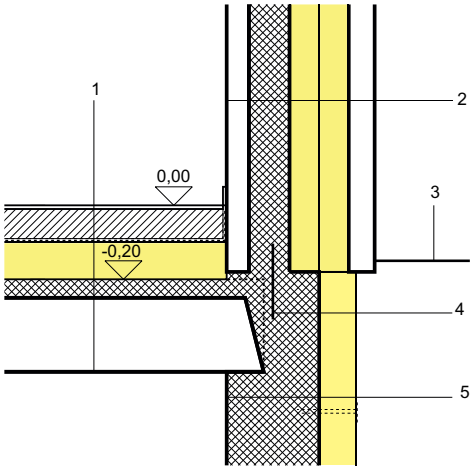
3



DÉTAIL 4

1. COMPLEXE DE SOL
    - dalles céramiques
    - chape (8 cm)
        - treillis d'armature (50/50/2)
    - chauffage par le sol
    - feuille PE
    - PUR projeté (10 cm +)
    - feuille PE
    - dalle de compression (5 cm)
        - nappe d'armature supérieure (150/150/10)
    - hourdis précontraints
        - (VS FS 200-1200 mm)
2. COMPLEXE DE FAÇADE 40 cm
    - voile intérieur : béton préfabriqué (6 cm)
    - béton coulé en place (11 cm)
        - isolation PIR (16 cm)
        - écarteurs en fibre de carbone
    - voile extérieur : béton industriel lisse (7 cm)
        - coating
3. TERRAIN NATUREL
4. TÔLE D'ÉTANCHÉITÉ (200 / 2 mm)
5. MUR DE CAVE
    - voile béton fibré (25 cm) (EK-Fiber)
        - treillis d'armature (localement)
        - isolation XPS (10 cm)
    - fixation à l'aide de chevilles en plastique

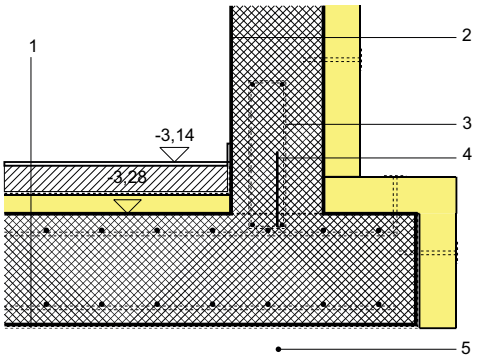
4



DÉTAIL 5

1. SOL DE CAVE
    - dalles céramiques
    - chape (7 cm)
        - treillis d'armature (50/50/2)
    - chauffage par le sol (localement)
    - feuille PE
    - plaque d'isolation (6 cm)
    - feuille PE
    - dalle béton (25 cm)
        - nappe d'armature supérieure (150/150/10)
        - nappe d'armature inférieure (150/150/10)
    - feuille PE
2. MUR DE CAVE
    - voile béton fibré (25 cm) (EK-Fiber)
        - treillis d'armature (localement)
    - isolation XPS (10 cm)
        - fixation à l'aide de chevilles en plastique
3. ARMATURE POUTRE
    - barres (8 mm)
    - étriers (tous les 100 mm)
4. TÔLE D'ÉTANCHÉITÉ
5. BOUCLE À FOND DE FOUILLE (cuivre 35 mm²)

5



UNE MAISON PRESQUE PASSIVE

Le maître de l'ouvrage voulait une maison économe en énergie : dans le sens d'une habitation passive, mais sans avoir l'ambition de la certifier comme telle. La structure en béton s'est avérée jouer un rôle important dans la réalisation de ces objectifs énergétiques. Sans effort particulier, l'étanchéité à l'air de la maison s'élève ainsi à $0{,}9_{n50}$. Les murs en béton sont par nature étanches à l'air. L'étanchéité à l'air a fait l'objet d'une attention particulière uniquement au droit du raccordement des murs en béton avec le sous-sol et avec la menuiserie extérieure. La transition des murs de cave vers les façades est réalisée au moyen de membranes. Le raccordement avec la menuiserie extérieure est mastiqué et les ébrasements sont ensuite finis au moyen de profilés en aluminium.

Outre l'isolation PUR dans les panneaux muraux creux, la performance thermique de l'enveloppe extérieure est également assurée par l'isolation PIR 2 x 10 cm sur le toit et par le triple vitrage (U = 0,6 W/m²K) dans la menuiserie extérieure. Toutes ces mesures permettent d'atteindre un niveau K de 24.
Sur le plan technique, l'habitation est équipée de panneaux photovoltaïques, d'une pompe à chaleur air-eau et d'un système de ventilation double flux. Ces options techniques permettent d'atteindre un niveau E de 10. La consommation d'énergie totale de l'habitation s'élève à 15 kWh/m²/an, ce qui est juste au-dessus de l'exigence imposée à une habitation passive.

Les conduites techniques sont placées de manière ingénieuse. Une gaine partant du local technique dans la cave vers l'armoire-vestiaire du rez-de-chaussée permet d'acheminer toutes les techniques vers les pièces nécessaires au rez-de-chaussée. Les conduites passent par le mur de rangement pour arriver aux armoires du dressing de l'étage. C'est de là que partent les conduites de ventilation vers toutes les pièces nécessaires dans la maison. Seule l'extraction de l'air vicié dans l'espace de vie et la cuisine passe par la cave. Grâce à cette approche, les conduites sont toujours accessibles en vue d'un nettoyage ou d'adaptations.

La production de chaleur dans la maison est assurée par le chauffage par le sol, même dans une partie de la cave. La pompe à chaleur permet de refroidir les pièces au moyen des tuyaux du chauffage par le sol. L'inertie du béton est un atout important dans cette approche de climatisation. Pendant les mois froids, la masse accumule la chaleur et quand il fait chaud, elle nivelle les pics de température, ce qui ralentit le réchauffement de l'habitation. La terrasse largement débordante à l'étage et le débord de toit servent de protection solaire l'été.

UNE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PLUS INTELLIGENTE COMME PROCHAINE ÉTAPE VERS UNE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LES HABITATIONS

LEÇONS TIRÉES DES MESURES DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES HABITATIONS QNE EN BÉTON LISSE PRÉFABRIQUÉ

Dr Ir Glenn Reynders, EnergyVille - KULeuven

Au cours des dernières décennies, la prise de conscience accrue en matière de consommation rationnelle d'énergie combinée à une réglementation plus stricte en matière de performance énergétique a conduit à un net accroissement de la performance énergétique des habitations. Les épaisseurs d'isolation augmentent, l'étanchéité à l'air s'améliore, les systèmes de ventilation et de chauffage sont de plus en plus efficaces... De plus, lors de la conception d'habitations énergétiquement performantes, l'accent est fortement mis sur l'optimisation de l'apport solaire passif (et du refroidissement passif) – des mesures qui sont destinées à garantir, avec un minimum d'énergie, un confort thermique élevé et une bonne qualité de l'air intérieur dans les maisons. Les résultats des mesures prises en cours d'utilisation montrent toutefois que nous passons encore à côté d'un énorme potentiel en matière d'économie d'énergie et d'amélioration du confort à cause d'une utilisation inadéquate des habitations et de leurs installations.

Lors d'une campagne de monitoring menée en 2016-2017, la consommation énergétique et le confort thermique ont été mesurés dans des habitations QNE construites en béton lisse préfabriqué. À cet effet, la température intérieure et le taux d'humidité relative dans différentes pièces ont été mesurés dans trois habitations comparables, de même que la consommation totale d'électricité, la consommation d'électricité de la pompe à chaleur et la production locale d'électricité des panneaux solaires.

Photos : Concrete House

Les trois habitations sélectionnées sont des exemples de maisons QNE dans lesquelles, en plus d'une qualité d'isolation élevée et d'une bonne étanchéité à l'air, il a été fortement misé sur la capacité thermique du béton de structure. Cette masse thermique disponible a pour but d'amortir les fluctuations de la température intérieure en accumulant les pics d'apport d'énergie solaire pendant la journée et en libérant lentement cette énergie plus tard. Outre ce concept passif, une pompe à chaleur air-eau reliée à un chauffage par le sol à basse température et un système de ventilation mécanique avec récupération de chaleur doivent veiller à offrir un confort intérieur agréable tout au long de l'année. Deux maisons sont situées à Olen ; elles sont orientées sud pour pouvoir profiter au maximum des apports solaires. Dans les deux cas, une protection solaire passive sous la forme d'un auvent doit limiter toute surchauffe pendant les mois d'été. Une de ces maisons (« maison modèle ») n'est toutefois pas occupée, mais utilisée comme maison témoin.
La troisième maison est située à Lier et se caractérise par des fenêtres essentiellement orientées nord-est.

La figure 1 montre les températures de l'air intérieur mesurées dans la pièce de vie et la chambre à coucher des trois maisons par rapport à la température extérieure. Les mesures sont présentées pour la période très chaude de juillet, où une température maximale de 34 °C a été relevée le 20 juillet 2016. Pendant cette semaine très chaude, nous voyons que la température augmente progressivement dans toutes les maisons. A noter qu'en raison de la grande masse thermique de l'habitation, la température intérieure maximale n'est atteinte que 4 jours après avoir enregistré la température extérieure maximale, ce qui illustre clairement le déphasage par l'inertie thermique. Les fluctuations journalières des températures restent aussi très limitées (généralement en dessous de 1 °C) et sont les plus élevées pour la pièce de vie dans la maison témoin. Pour cette dernière, la protection solaire passive n'est pas suffisante pour compenser les apports solaires à travers la grande baie vitrée. Dans la chambre à coucher de la maison témoin, il y a une protection solaire dans le plan de la façade, ce qui conduit de nouveau à des fluctuations de température très limitées entre le jour et la nuit. Malgré la grande disponibilité de la capacité de stockage thermique du béton, un bon concept et une utilisation adéquate de la protection solaire restent donc toujours essentielles pour garantir le confort dans ces habitations QNE en été.

Une deuxième constatation étonnante est que la température dans les maisons 1 et 2 – qui n'utilisent pas de système de refroidissement actif – ne baisse que très lentement après la vague de chaleur. Bien qu'au cours de cette période, la température nocturne soit souvent jusqu'à 10 °C inférieure à la température intérieure, aucun usage n'est fait de la ventilation de nuit, par exemple, pour régénérer la capacité de stockage du béton. De plus, il a été constaté que le by-pass sur l'échangeur de chaleur pour la ventilation n'était souvent pas correctement utilisé. Le potentiel de la masse thermique – qui est destinée dans un premier temps à stocker les apports excédentaires – est par conséquent sous-exploité à cause de l'utilisation non optimale des maisons. Cela démontre l'importance, d'une part,d'informer correctement les occupants et, d'autre part, d'offrir les bonnes solutions techniques qui leur permettent d'utiliser de manière optimale leur maison QNE.

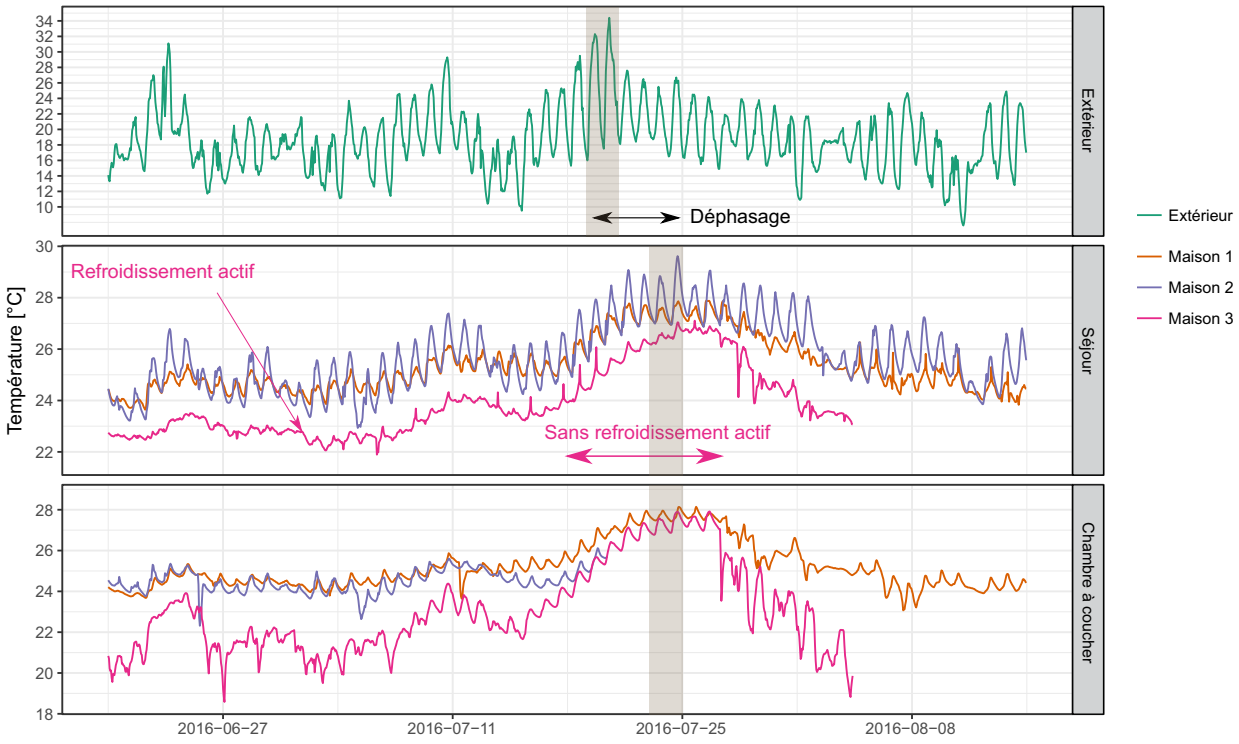


Figure 1 - Confort estival : température de l'air intérieur mesurée dans la pièce de vie (au centre) et la chambre (en bas) pour les 3 maisons étudiées par rapport à la température extérieure (en haut)

Une utilisation sous-optimale de l'habitation se répercute non seulement dans le confort estival, mais peut aussi avoir un impact important à la fois sur le confort et sur la consommation énergétique pendant la saison de chauffe. La figure 2 montre les mesures de la température dans la pièce de vie de la maison témoin ainsi que la chaleur produite. La pompe à chaleur qui ne peut pas moduler dans cette maison est gérée à l'aide d'un thermostat d'ambiance on/off installé dans la pièce de vie. Grâce à ce thermostat réglé sur 21,5 °C, la pompe à chaleur démarre dès que la température intérieure passe en dessous des 21 °C et s'arrête à nouveau lorsque la température atteint 22 °C. Ces deux valeurs limites sont représentées par des lignes pointillées sur la figure 2. Il apparaît clairement que cette régulation, combinée à la grande inertie thermique du chauffage par le sol, s'arrête toujours trop tard. Au moment de l'arrêt de la pompe, il y a en effet encore beaucoup de chaleur dans le sol, de sorte que la température dans la pièce continue à monter encore pendant un certain temps. Par temps nuageux (par ex. les 20 et 21 décembre 2016), la pièce se réchauffe ainsi jusqu'à 23 °C, au lieu des 21,5 °C programmés sur le thermostat. En plus de ce phénomène, la figure 2 montre également une forte hausse des températures lorsqu'il y a du soleil, comme les 18 et 19 décembre 2016. Ces pics de température sont dus au fait que la protection solaire passive n'a aucun effet étant donné la position basse du soleil pendant les mois d'hiver. De plus, le rayonnement solaire tombe sur un sol qui est déjà préchauffé par le chauffage par le sol. Il en résulte que la capacité d'absorption de chaleur par la masse thermique – principe sur lequel cette conception repose largement – est en grande partie réduite à néant. Un réglage modulé du chauffage, tel qu'il est appliqué dans les deux autres maisons, peut déjà compenser en grande partie ces fluctuations importantes. Néanmoins, pour pouvoir exploiter de manière optimale l'inertie du bâtiment et pouvoir par exemple anticiper les apports solaires, il faut avoir recours à des thermostats intelligents. Ces thermostats apprennent le comportement thermique du bâtiment et de ses occupants et peuvent le relier à des prévisions météo par exemple, afin d'optimiser à la fois la consommation d'énergie et le confort thermique. Ce type de stratégies de régulation intelligentes sur la base d'une optimisation du système est déjà utilisé aujourd'hui dans différents secteurs industriels et représente un sujet important en recherche scientifique.

Sur la base de cette analyse, nous pouvons en conclure que malgré une bonne conception faisant fortement appel aux technologies passives des habitations QNE, les performances énergétiques des habitations ne répondent aujourd'hui pas toujours aux attentes, car l'intégration de stratégies de contrôle n'est pas toujours adaptée à cette nouvelle façon de construire. De plus, dans ce type de bâtiments, le climat intérieur n'est plus seulement régulé par le système de chauffage, mais découle d'une interaction complexe entre le chauffage d'ambiance, la protection solaire, la ventilation et les occupants. Ces occupants ne savent pas toujours comment ils doivent gérer leur nouvelle maison QNE ou n'ont pas accès aux moyens techniques adéquats, de sorte que souvent, ils n'interviennent pas ou réagissent trop tard. Pour que les occupants profitent au maximum de leur habitation, il faut en d'autres termes miser fermement sur un contrôle intelligent et intégré des bâtiments et de leurs installations techniques. Ce dernier point a également été reconnu par la Commission Européenne qui étudie l'instauration d'un Smartness Readiness Indicator (SRI) ou indicateur de l'état de préparation des bâtiments aux technologies intelligentes, dans le cadre de la révision de la Directive sur la Performance Energétique des Bâtiments (DPEB). Ce SRI doit servir de critère de référence pour vérifier l'intelligence dans l'intégration des systèmes et l'interaction avec les utilisateurs.

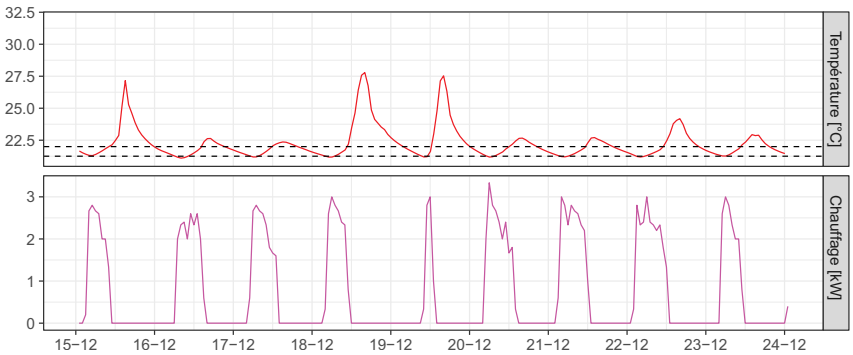


Figure 2 – Mesure de la température de l'air intérieur (en haut) et de la chaleur produite (en bas) pour illustrer le comportement de la commande on/off

A-12

Ce bulletin est publié par
FEBELCEM
Fédération de l'Industrie Cimentière Belge
Bld du Souverain 68 bte11 – 1170 Bruxelles
tél. 02 645 52 11 – fax 20 640 06 70
www.febelcem.be
info@febelcem.be

Texte : TiM Vanhove
Encart : Glenn Reynders (EnergyVille – KULeuven)
Photos : Liesbet Goetschalckx (sauf mention contraire)

Dépôt légal :
D/2018/0280/04

Éd. resp. : A. Jasienski

infobeton.be

PROJET : habitation privée Arendonk
CONCEPTION : arch. Davy Nekkebroek - Arendonk
ENTREPRENEUR : Concrete House - Olen

Superficie totale : 365,77 m²
Volume total : 1187,52 m³
Superficie de déperdition : 681,97 m²
Compacité : 1,74 m
Surface vitrée : 91,92 m²
Façades en béton : 195 m²
Surface utile : 294,78 m²
Début des travaux : mai 2014
Fin des travaux : juin 2016

Normes
NBN EN 13369 – Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
NBN B 21-600 – Complément national à la NBN EN 13369
NBN EN 14992 – Produits préfabriqués en béton - Eléments de mur
NBN B 21-612+AC – Complément national à la NBN EN 14992