

# LE PÔLE MAREXHE, GARE DE HERSTAL

UN ÉDIFICE EN BÉTON ROUGE APPARENT AU CŒUR DE LA VILLE

ARCHITECTURE | DÉCEMBRE 2017

11	(2-)(94)	Ef2	(G4)(G5)
----	----------	-----	----------

BB/SfB

- EN JEUX ARCHITECTURAUX ET URBAINS
- BÉTON AUTO-COMPACTANT
- MISE EN ŒUVRE





## PRÉSENTATION DU PÔLE MAREXHE

### LE QUARTIER MAREXHE, CONSTAT

Le projet traite de la requalification d'un îlot constitué d'un parcellaire typique des cités ouvrières, en état de délabrement avancé et définissant des rues étroites et sombres. L'ancienne gare était déconnectée de la ville pour deux raisons : elle se trouvait à l'arrière de cet îlot (de l'autre côté des rails), et était en hauteur par rapport au tissu urbain à revitaliser.

La demande du Maître d'ouvrage consiste à reconsidérer ce quartier comme un nouveau pôle urbain, en repensant la gare et en créant un nouvel espace public - une place - ainsi qu'en définissant des nouvelles implantations pour du logement, du commerce de proximité et de l'horeca.

Le projet, dans son entièreté, consiste donc en la réalisation d'un master plan, la construction d'une gare et d'une chaîne d'espaces publics.

### INTENTIONS DU PROJET

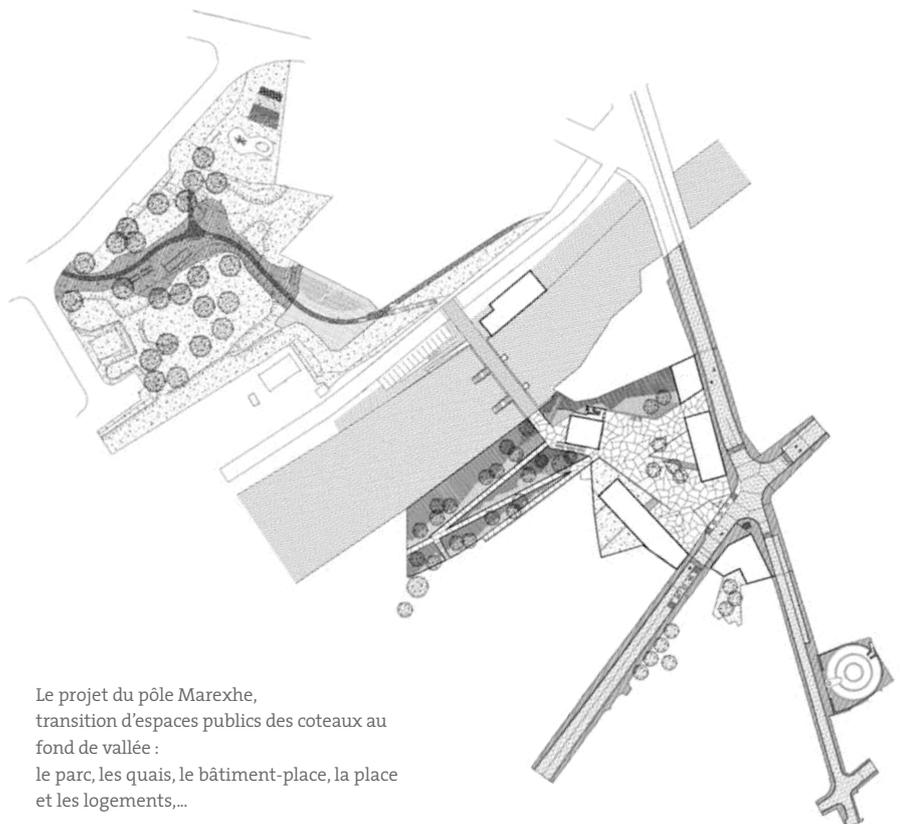
L'ambition première est de définir une chaîne d'espaces publics qui se connectent et constituent une relation entre le haut et le bas de la vallée. Au niveau bas, une nouvelle place est créée. La gare, avec son belvédère sur la ville, crée un niveau intermédiaire et articule les niveaux bas et haut de l'espace public. Enfin, les quais du niveau haut sont reliés par un passage sous voie, connecté directement à un nouveau parc paysager à l'arrière.

Il était également important de reconsidérer le **programme de la gare** au vu des enjeux d'aujourd'hui et de demain. Le projet s'appuie donc sur une relecture de celui-ci dans le contexte d'un centre urbain en périphérie d'une grande ville. Avec la disparition progressive des guichets combinée à une réelle ambition en termes de mobilité pour activer la connexion entre Herstal et Liège, une vraie question s'est posée sur le statut de cette institution. Le projet de la nouvelle gare la définit comme un **bâtiment-place**, saisissant l'opportunité de connecter les espaces publics, de recréer une relation avec le **paysage de coteaux mosans**, tout en manifestant une identité forte et une lisibilité dans le tissu urbain en mutation.

La nouvelle gare s'implante côté ville par rapport aux quais, afin de la reconnecter directement au nouveau pôle urbain, tout en lui donnant une adresse sur la nouvelle place en contre-bas.

Connecter le **paysage**, c'est aussi amener les coteaux dans la ville. La séquence d'espaces publics mise en place connecte le paysage arrière (coteaux verts de la vallée) avec le niveau du bord de l'eau (la ville et son tissu urbain). Ces connexions se font par le biais de nouvelles perspectives. Elles ouvrent des vues qui retissent du lien entre des fragments de paysage et le contexte urbain en contrebas.

De façon à amener une **mixité de fonctions**, le projet offre d'implanter des commerces au rez-de-chaussée des futurs bâtiments de logement bordant la place, une salle d'attente pour la gare et un service communal. Le but est d'activer de nouveaux usages pour la place. En complément, la création d'un espace ouvert **soutient le dynamisme de la vie urbaine**. Le projet propose donc une armature de l'espace public intégrant une place aérée, dans un quartier où les lieux publics sont déficitaires.



Le projet du pôle Marexhe, transition d'espaces publics des coteaux au fond de vallée : le parc, les quais, le bâtiment-place, la place et les logements,...



## LA GARE, UN BÂTIMENT-PLACE

La gare est considérée comme l'opportunité de créer un trait d'union entre le niveau haut (celui des quais) et le niveau bas (la place, la ville).

Ce concept de bâtiment-place s'appuie sur deux enjeux :

Créer un niveau d'espace public intermédiaire, un belvédère sur la ville comme transition urbaine

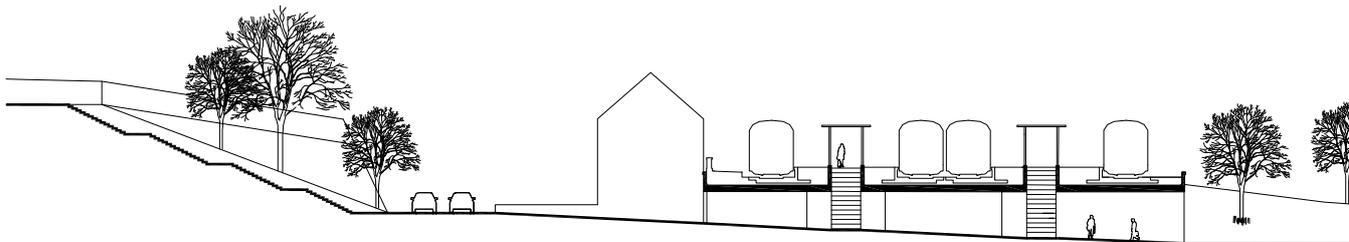
Pour reconnecter ces deux niveaux, l'idée est que le bâtiment construise un espace public à hauteur intermédiaire. Ainsi, en sortant

du passage sous voies, un espace faisant la transition est créé avant même d'arriver sur la place en contre-bas. Les passagers débouchent ainsi sur une toiture terrasse meublée, en belvédère sur la ville de Herstal.

Articuler les différents niveaux d'espace public

En plus de proposer un nouvel espace public, le bâtiment articule les niveaux haut et bas par différents dispositifs :

- Un grand escalier public vient longer le bâtiment, des rampes permettent aux



Coupe paysagère dans la vallée : la gare comme articulation entre les niveaux haut et bas

vélos et aux « PMR » de rejoindre le niveau haut par un travail paysager du talus adjacent à la gare. Il se connecte à un nouveau chemin longeant le chemin de fer et reliant la gare à d'autres quartiers de Herstal.

- La tour de l'édifice trouve son échelle par l'adresse qu'elle propose au niveau des quais, comme une articulation verticale. Elle est visible depuis ceux-ci, et permet de s'orienter au sortir du train. Elle est un signal clair pour les voyageurs, un *landmark*, agissant comme un repère visuel fort dans la ville. Fonctionnellement, elle concentre toutes les circulations verticales « directes » : un escalier public et un ascenseur.

La complexité technique a été intégrée dans le projet pour ne pas compromettre le vocabulaire simple des matières prises dans leur configuration primaire. Cela a pour effet de produire des lieux publics clairement définis, qui se rendent ainsi disponibles aux usagers.

L'espace public est fabriqué d'un maillage de dalles en béton lavées, dont les granulats de quartz blanc donne un côté lumineux à la place. Le mobilier urbain est fabriqué en béton blanc.

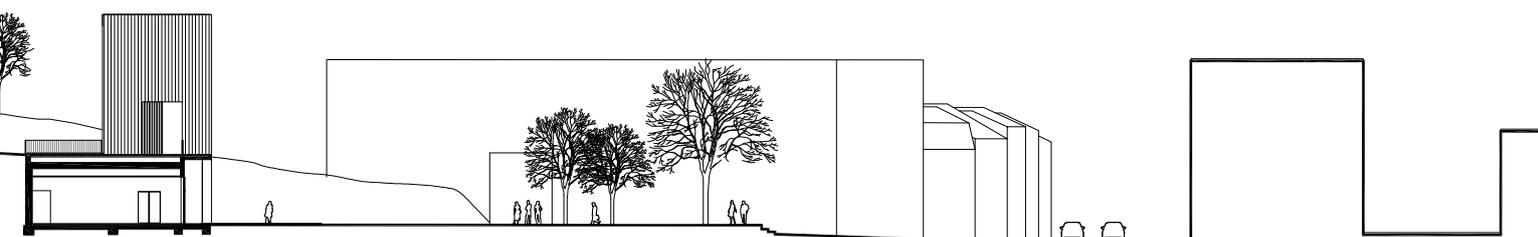
### RYTHME, LUMIÈRE ET MATIÈRE... UN PROJET DURABLE ET À L'IDENTITÉ FORTE

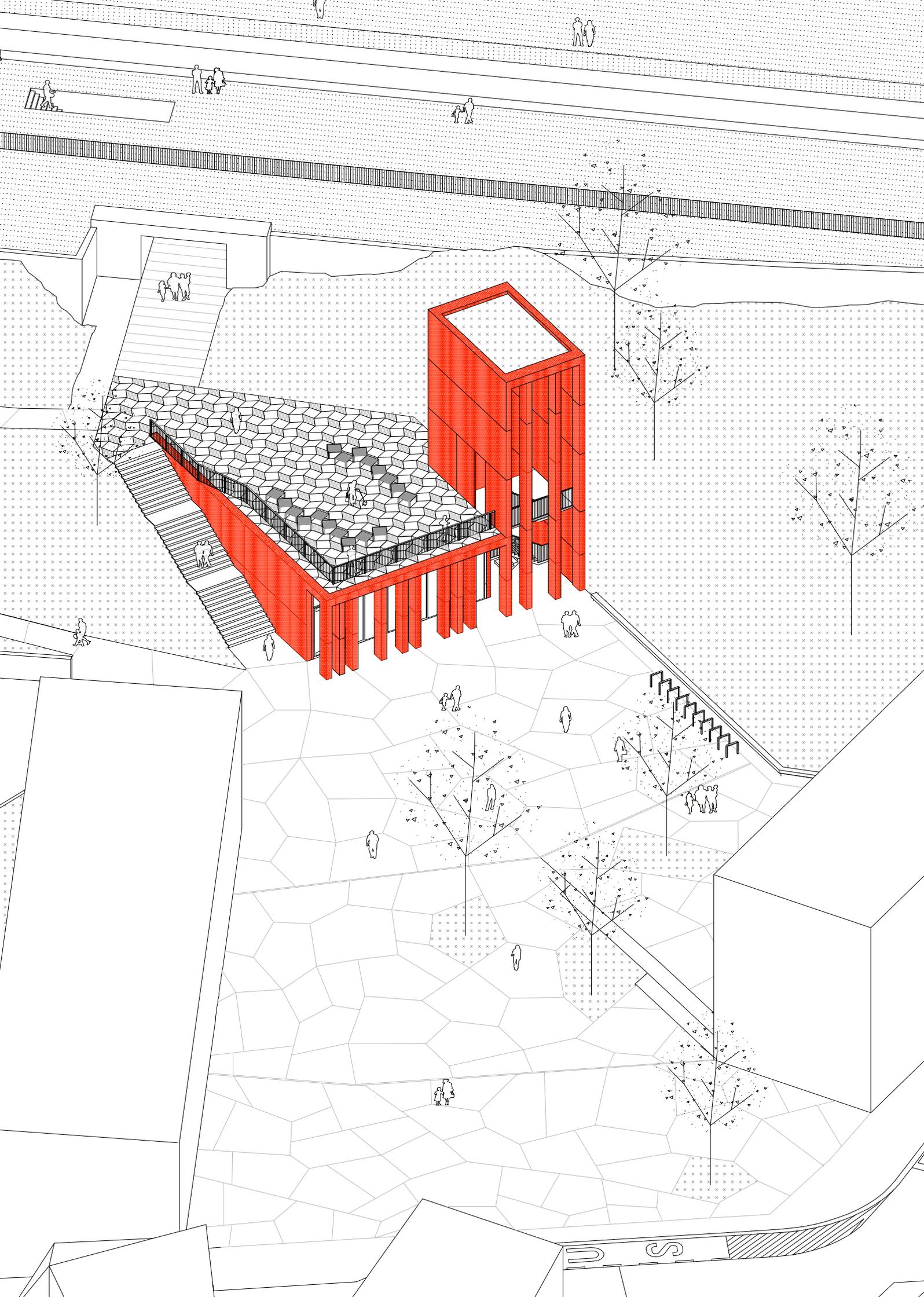
De par le statut de la gare, sa matérialité a été pensée comme un élément structurant du projet. L'édifice est construit en béton apparent rouge teinté dans la masse. Les faces latérales de l'édifice ont une apparence brute, par l'usage de coffrages en voliges de bois verticales imprimées dans la texture de surface du béton.

Cet aspect correspond à la nature première de l'édifice, une gare sortant d'un talus qui agit comme élément d'articulation paysager et fonctionnel.

La façade avant bordant l'espace public, quant à elle, est lisse et s'adresse à l'usager.

Cette façade propose une colonnade au rythme vertical, insistant sur le rôle de trait d'union entre les différents niveaux d'espace public. De plus, cet espace couvert donne une épaisseur aux bords de la place et crée ainsi un seuil entre l'intérieur et l'extérieur.





# LE BÉTON COMME MATÉRIAU À L'ÉPREUVE DU TEMPS ET DES USAGES

La durabilité a été un critère prépondérant dans le choix des matériaux face à l'usage intensif de l'espace public.

Capables de répondre à ces exigences, différentes applications de béton ont été mises en œuvre afin de profiter des avantages respectifs des différentes techniques en fonction des enjeux esthétiques et techniques recherchés pour chacune des applications.

1) Béton coloré auto-compactant coulé en place

Gros œuvre extérieur = parachèvement

*Sous-traitant : CHENE avec HOLCIM*

2) Dalle en béton lissée

Salle des pas perdus

Dalle en béton gris anthracite

*Sous-traitant : Solidbeton*

3) Béton de structure non apparent coulé en place

Structure en voiles bétons

Pieux & colonnes de fondations

Pieux de blindages des fondations

*Sous-traitant : Entreprise générale GALERE +*

*CHENE (bâtiment) + de Groot (pieux)*

4) Béton architectonique – revêtements de sols

Motif de sol réalisé en dalles bicolores de forme losange et carrée sur plots et sur stabilisé

Couvre-marches en béton

Marches blocs en béton (escaliers le long de la gare, et escaliers au bout de la rampe PMR)

*Sous-traitant : Urbastyle*

5) Béton architectonique – mobilier

Bancs en porte-à-faux en béton blanc (en bord de place)

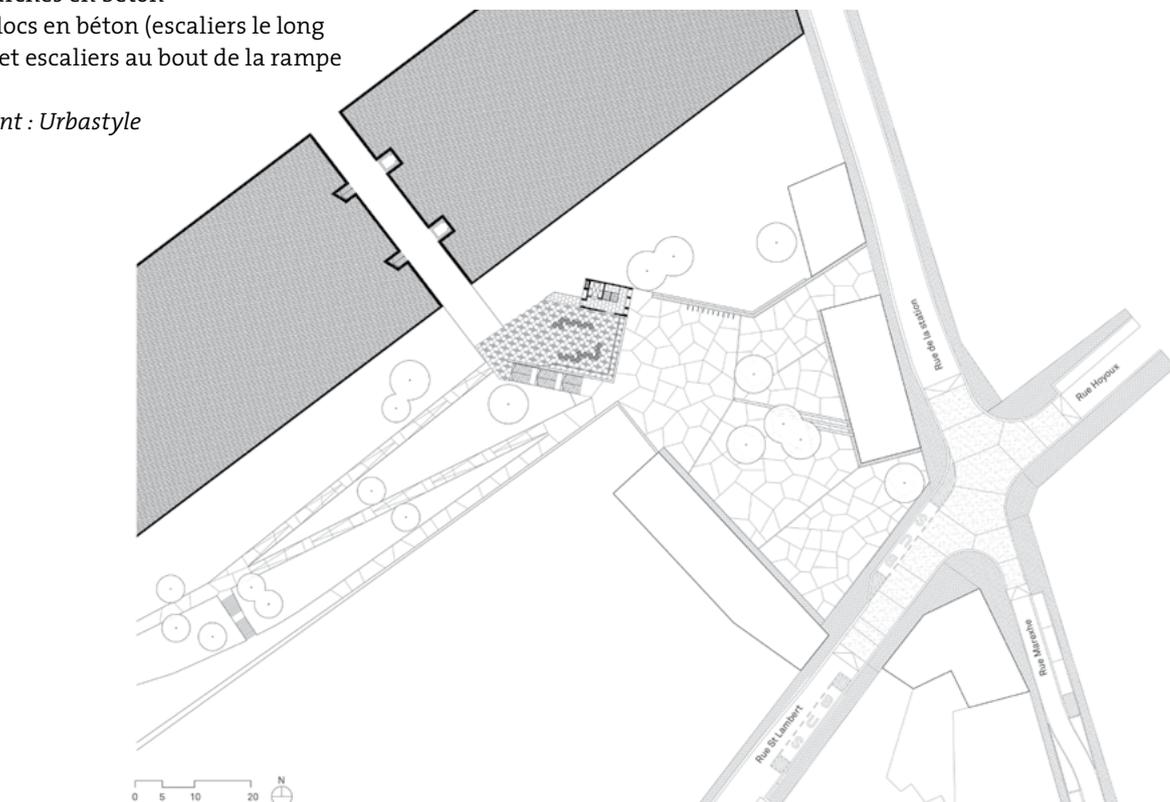
*Sous-traitant : Urbastyle*

6) Béton coloré lavé

Espace public devant la gare est fabriqué d'un maillage de dalles en béton lavées, dont le granulat en quartz blanc donne un côté lumineux à la place.

Rampe PMR/vélos

*Sous-traitant : TSBV*



## GARE EN BÉTON ROUGE APPARENT

Pour répondre aux enjeux urbains et architecturaux du lieu, le projet du bâtiment de la gare a été conçu avec une expression brute et sobre. Le béton est le matériau principal incarnant cette expression. De manière à soutenir la verticalité créée par la tour de la gare, l'idée de travailler avec une surface de béton texturée à motif vertical s'est manifestée très tôt.

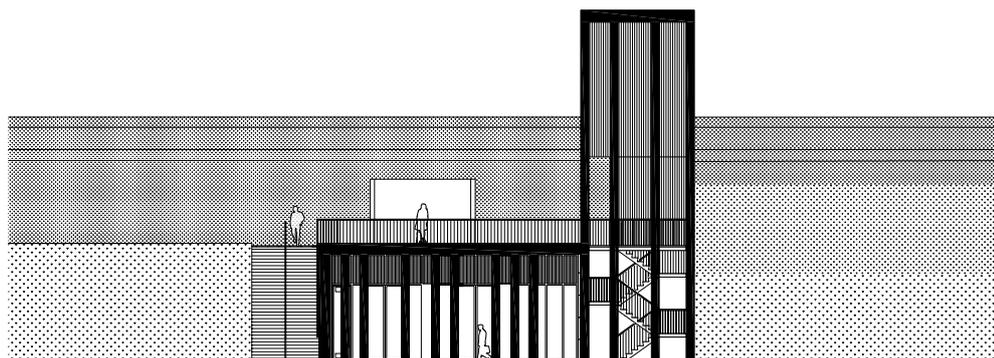
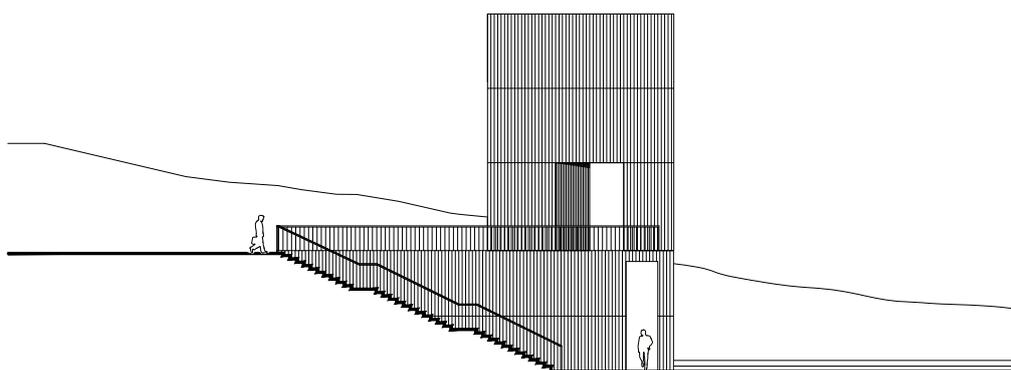
Nul doute que la haute qualité esthétique des bétons est un élément prépondérant pour la réussite du projet. En l'absence de cadre normatif au moment de la conception du projet, une méthodologie spécifique a été mise en place afin de répondre aux critères de haute qualité, et ce, durant les différentes phases du projet. Ces critères concernent autant les phases de conception que de construction.

Outre les choix techniques de type de béton, il était également essentiel de générer une synergie entre les différents acteurs et ce, très tôt dans le processus de conception. C'est ainsi que, dès les premières phases de tests, tous les acteurs concernés se sont assis autour de la table. Dans le respect des contraintes économiques et de calendrier

propres à chacun, la priorité a été donnée à la haute qualité globale de l'ouvrage. Le béton apparent n'est pas le fruit du hasard, il est le résultat d'un investissement permanent autour d'un objectif qualitatif commun. Le processus de travail en phase de conception est tout aussi important qu'en phase de chantier.

### CHOIX D'UN BÉTON COULÉ EN PLACE

Comme déjà évoqué, l'intention architecturale initiale était d'obtenir une expression monolithique. Naturellement, le choix s'est donc rapidement porté sur l'utilisation d'un béton coulé en place. En effet, les avantages de cette technique sont multiples : aspect de surface unitaire sur les deux faces du voile, structure et surfaces monolithiques avec peu de joints de reprise. Ce dernier élément était aussi nécessaire pour la stabilité de la tour haute de 9m, du fait de l'absence de planchers stabilisateurs aux étages supérieurs. Le béton coulé en place a également facilité la réalisation de détails d'angles et de connections pour maintenir le caractère massif et unitaire du bâtiment.



## TESTS, PRÉ-ÉTUDE, CONTRÔLE

En préparation du chantier, et avec la coopération de toutes les parties (auteur de projet, entrepreneur, centrale à béton, fournisseurs de pigments et FEBELCEM), une série de tests ont été réalisés de manière à déterminer la composition précise du béton, sur base des exigences posées lors de la phase de conception. Différents critères spécifiques ont dès lors pu être déterminés de manière à obtenir le fini de surface, la texture et la teinte voulus. En effet, tous ces aspects sont, eux aussi, influencés par la composition du béton.

### TEINTE

En l'absence de cadre normatif précis, la teinte avait été décrite dans le cahier spécial des charges de manière descriptive, à savoir « un rouge intense ». Sur base de cette description simplifiée, multiples interprétations restent possibles : rouge sombre, violet, rosé, « Terre de Siègne », etc. De plus, le rendu du pigment tel que représenté sur les pastilles de mortier disponibles chez les fournisseurs, peut différer de l'aspect d'un béton o/20 à grande échelle. Les essais de composition en laboratoire sur base d'échantillons se sont donc montrés très utiles.

#### L'INFLUENCE DES CONSTITUANTS ET DE L'ASPECT DE SURFACE SUR LA TEINTE

- Le type de ciment (CEM I, CEM III ou ciment blanc)
- Le sable (origine, type)
- Les additions (fillers, cendres volantes)
- Le type et le pourcentage de pigments
- La texture de surface
- L'échelle (échantillon → voile)

Les paramètres utilisés pour calibrer la composition au regard de la teinte étaient multiples : le type de pigments, leur concentration, ainsi que le type de ciment (blanc ou gris). Il est important de spécifier que toutes les compositions ont été réalisées avec les matériaux qui allaient être utilisés spécifiquement pour ce chantier, c'est-à-dire avec les matières premières livrées par la centrale à béton en charge du projet. En effet, l'origine des constituants influence également la teinte (type et origine du ciment, type de sable).

#### Le type et le pourcentage de pigments

Sur base d'un échantillonnage complet transmis à l'architecte, trois types de pigments

ont été choisis et testés sur échantillon en laboratoire. La taille des échantillons a été déterminée de manière à être suffisamment grande que pour évaluer une surface représentative tout en veillant à ce qu'ils soient transportables. De par la volonté d'une teinte soutenue, une teneur en pigment maximale a été choisie, c'est-à-dire proche du « taux de saturation ». Ceci est l'expression de la teneur en pigment pour laquelle l'augmentation de celle-ci n'a plus d'influence sur la teinte. La littérature qui explique ce phénomène est vaste et démontre qu'il est équivalent à environ 6 % en masse de la teneur en ciment (ex. : Lanxess, 2014).

De manière à prendre en compte la réalité de chantier, une valeur de teneur en pigment de 5,5 % a été choisie, ce qui correspond à 4 sacs solubles de 5 kg de pigment par m<sup>3</sup> de béton. En effet, dans la plupart des centrales à béton en Belgique, les pigments sont incorporés manuellement dans le camion mixer, à la sortie du malaxeur. De manière à garantir l'uniformité de teinte, il est important de prendre en compte cet aspect et de calculer, autant que faire se peut, un nombre de sacs entiers plutôt qu'un pourcentage de teneur en pigment arrondi à l'unité.

#### Le type de ciment

De manière à favoriser une peau de béton « fermée » c'est-à-dire peu poreuse, les compositions ont été travaillées avec des teneurs en ciment élevées (de l'ordre de 380 kg/m<sup>3</sup>). L'influence du type de ciment sur la teinte était donc à prendre en considération. Alors que le Cahier Spécial des Charges prévoyait l'utilisation d'un ciment blanc (ce qui est d'usage en béton apparent à haute valeur esthétique), il a été évalué que l'utilisation d'un ciment CEM III/B donnait un avantage économique considérable avec une variation de la teinte rouge assez subtile. C'est donc un ciment CEM III/B qui a été privilégié pour ce projet.

#### Les additions

L'utilisation de cendres volantes a été exclue dès le départ car celles-ci peuvent avoir un impact visuel négatif sur la teinte du béton (sous forme de taches). De manière à obtenir les caractéristiques rhéologiques voulues, elles ont donc été remplacées par du filler calcaire. Pour chaque phase de bétonnage, un silo spécifique a été réservé pour le stockage du filler en centrale.

## TEXTURE DE SURFACE

Alors que le concept de durabilité est souvent évoqué dans le sens technologique du terme, la durabilité esthétique l'est moins. En effet, certaines surfaces, de par leurs caractéristiques de couleur, de forme ou de texture sont plus ou moins durables dans le temps – au sens du maintien des caractéristiques esthétiques (en anglais appelé *weathering*). Ainsi, certaines teintes sont considérées comme salissantes, par exemple le blanc ou à l'inverse le noir. Le même raisonnement est également applicable aux types de textures de surface. En effet, les imperfections seront davantage visibles sur une surface lisse que sur une surface texturée du fait des variations d'ombre, même légères. À l'inverse, une surface composée de bords saillants sera fragile à toute sollicitation mécanique. Ces aspects doivent être minutieusement évalués en fonction de l'application.

Différents tests d'aspect de surface ont été exécutés avec des matrices de fond de coffrage en polyuréthane-élastomère, ainsi qu'avec différents types de voliges en bois. À la suite de ces essais, l'aspect généré par l'utilisation de voliges en bois placées verticalement dans le coffrage a été privilégié car il répondait favorablement aux objectifs déterminés : d'une part pour leur aspect plus « organique », et d'autre part pour unifier visuellement les voiles et atténuer la présence visuelle des petites imperfections dans le béton.

## BULLAGE

Le bullage est également un critère déterminant pour l'aspect esthétique du béton, à savoir qu'il doit être réduit au minimum. C'est donc un aspect qui a été évalué lors des

essais en laboratoire. À cet effet, différents types d'huiles de décoffrage ont été testées de manière à évaluer leur influence sur le bullage présent en surface.

Grâce à ces essais, plusieurs aspects et recommandations de mise en œuvre ont été déterminés :

- type et quantité d'huile de décoffrage à utiliser ;
- fluidité du béton supérieure aux exigences minimales pour un béton « auto-compactant ».

## BÉTON AUTO-COMPACTANT

Le béton auto-compactant est caractérisé par des critères propres à la rhéologie du béton frais, à savoir : fluidité, mobilité et non ségrégation des granulats. De manière à satisfaire ces exigences, la courbe granulométrique du béton est ajustée, notamment en incorporant, dans la composition, une quantité importante de fines sous la forme de cendres volantes ou filler calcaire.

Ce type de béton a deux avantages principaux : l'absence de serrage du béton lors de sa mise en œuvre et, une fois durci, une peau de béton « fermée », c'est-à-dire avec une porosité minimale. Ces bétons favorisent une haute qualité esthétique pour un béton lisse mais aussi texturé, dans le sens où les motifs sont davantage précis.

Dans le cas de ce projet, le béton autocompactant s'est rapidement imposé comme étant un choix évident. En effet, la garantie d'un fini de surface uniforme est augmentée. L'impact d'une éventuelle malfaçon lors de la mise en œuvre est aussi substantiellement réduit (phases de bétonnage non adaptées, hauteur de chute trop élevée,



Essais au laboratoire portant sur la teinte, la surface et la texture du béton

vibration irrégulière du béton, etc.). Les aspects spécifiques à la mise en œuvre sont traités dans un chapitre ultérieur.

En l'absence de cadre normatif pour la caractérisation du béton autocompactant, les caractéristiques rhéologiques ont été déterminées en laboratoire sur base des connaissances techniques connues en la matière et des exigences propres au projet (couleur, bullage, etc.). La composition de béton finale était celle répondant à tous ces critères (béton frais et béton durci).

La recherche de composition a été réalisée dans les laboratoires du CRIC en étroite collaboration avec les auteurs de projets, mais aussi FEBELCEM, la centrale à béton HOLCIM et le fournisseur de pigments Cathay.

COMPOSITION DU BÉTON DE RÉFÉRENCE	
MATÉRIAUX	QUANTITÉ
CEM III/B 42,5N LA HSR	380 kg/m <sup>3</sup>
Filler calcaire L	220 kg/m <sup>3</sup>
Rapport E/C	0,50
Pigments rouges	20 g/m <sup>3</sup>

Les différents essais réalisés sur béton frais en laboratoire étaient les suivants :

- Essai d'étalement au cône d'Abrams (NBN EN 12350-8)
- Essai de stabilité au tamis (NBN EN 12350-11)
- Essai de viscosité et d'écoulement V funnel (NBN EN 12350-9)
- Mobilité et pénétration d'obstacles – L box à 3 barres (NBN EN 12350-10)

De manière à assurer la reproductibilité du béton de référence en centrale et sur chantier, il a été déterminé que le test du *slump-flow* donnait une indication représentative de la qualité mesurée et visuelle du béton autoplaçant. Avec l'accord de la centrale, cet essai a donc été réalisé directement à la sortie de la production en centrale, mais également à l'arrivée du béton sur chantier.

RÉSULTATS DES TESTS POUR LA COMPOSITION DE RÉFÉRENCE	
TESTS	VALEURS
MVH - Densité (NBN EN 12350-6)	2320 kg/m <sup>3</sup>
Slump test (NBN EN 12350-8)	660 mm T500 = 3,5 s Pas de ségrégation
Teneur en air (NBN EN 12350-7)	2,6 %
Taux de remplissage à la L-box à 3 barres (NBN EN 12350-10)	0,9
Vitesse d'écoulement V Funnel (NBN EN 12350-9)	15,0 s
Mesure de la stabilité au tamis (NBN EN 12350-11)	
- % de laitance	13 %
- ressuage après 15 min.	non



Essais au laboratoire portant sur les caractéristiques du béton auto-compactant

## MISE EN ŒUVRE

Après la définition de la composition du béton en laboratoire, l'étape suivante a été de garantir la qualité de la mise en œuvre du béton sur chantier. C'est dans cette optique que différentes procédures ont été prévues :

- réalisation de mock-ups à l'échelle 1:1 afin de confirmer les résultats des essais en laboratoire dans les conditions réelles et de disposer d'éléments de référence pour l'évaluation esthétique des travaux ;
- définition d'un canevas clair et complet pour les phases de bétonnage ;
- formation des ouvriers sur les spécificités du bétonnage du béton auto-compactant.

Avec la mise en place de ces procédures, l'intention est de garantir, au maximum, la constance de la qualité des bétons durant les différentes phases de bétonnage sur chantier.

### MOCK-UPS SUR CHANTIER

Deux mock-ups à l'échelle 1:1 ont été réalisés sous forme de murs d'environ 2 m de hauteur : un pour le béton lisse et l'autre pour le béton texturé. Ils ont été exécutés avec, en ligne de mire, les objectifs suivants :

1) **reproductibilité en condition de chantier** : vérifier que les caractéristiques et qualités des essais validées au laboratoire étaient reproductibles dans des conditions réelles : environnement extérieur (et non en chambre humide), plus grande échelle, béton provenant d'une centrale et transporté par camion (et non d'un mélangeur de laboratoire), type d'huile de décoffrage, résistance des coffrages, calibrage de la vitesse de la pompe...

2) **référence des caractéristiques esthétiques de surface** : c'est bien sur ces mock-ups que la teinte et l'aspect de surface du béton lisse ont été approuvés comme étant la référence en vue de l'approbation de chaque élément

réalisé par la suite. En l'absence d'essais normalisés, l'évaluation était réalisée visuellement et qualitativement en présence de toutes les parties au fur et à mesure de la production. La haute valeur esthétique primant sur l'aspect économique, un élément était démolé s'il ne répondait pas au mur de référence.

3) **formation des équipes** : la réalisation de ces mock-ups a permis de former les ouvriers à la mise en œuvre du béton auto-compactant et ainsi de se familiariser avec le matériau.

4) **surfaces tests des produits de cure et parachèvements** : ces éléments ont servi, par exemple, de surface de test pour différents produits anti-graffitis.

### COFFRAGES

Pour éviter les joints de reprises, les phases de bétonnage ont été minutieusement évaluées et préparées. Certaines phases de bétonnage avaient une hauteur supérieure à 5 m (notamment les colonnes de la façade avant). Dans ce cas, la pression hydrostatique sur les coffrages devient très élevée, lesquels ont dû être choisis pour résister en conséquence.

Au niveau de la peau de coffrage, certaines précautions ont été adoptées de manière à



Coffrages renforcés pour bétonnage des colonnes



Mock-ups à l'échelle 1/1 sur chantier

maintenir la teneur en eau de la surface du béton et assurer la plus grande homogénéité possible. Ainsi, l'huile de décoffrage était appliquée au maximum 24 heures avant le bétonnage. De plus, les banches en bois devaient être saturées en eau avant le bétonnage. Concernant ce dernier aspect, la réutilisation des banches constitue un avantage non négligeable.

## LIVRAISON DU BÉTON

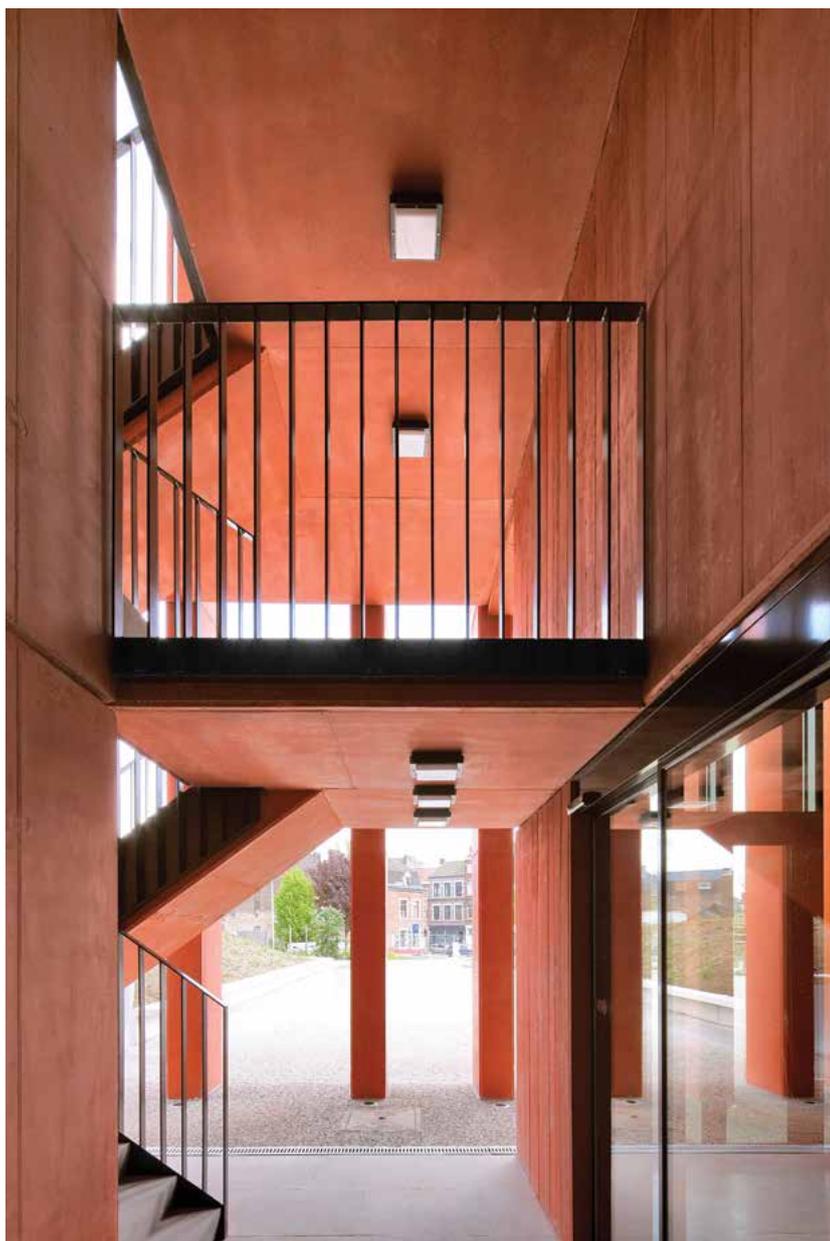
Le béton était acheminé en camion pompe et la coordination entre le chantier et la centrale était maximale. Cet aspect était d'autant plus aisé à gérer du fait de la grande proximité de la centrale avec le chantier (moins de 15 minutes).

## TECHNIQUE DE BÉTONNAGE

Deux méthodes de bétonnage du béton auto-compactant existent. La première, la plus répandue, est de couler le béton par le haut du coffrage. La deuxième est de couler le béton à partir d'un orifice opéré dans le bas de coffrage. Le béton est alors poussé vers le haut au fur et à mesure de l'écoulement. Cette dernière méthode est la plus « académiquement correcte » pour la réalisation d'ouvrages en béton autoplaçant mais elle a été écartée car elle exige un matériel coûteux (en prenant en compte que le projet est relativement de petite taille) et une grande expérience de la part de l'entreprise. En complément, les premiers mock-ups coulés par le haut se sont montrés d'excellente qualité.

Malgré tout, différentes précautions ont été prises lors de la mise en œuvre :

- réglage de la pompe à la vitesse minimum
- coulage du béton avec une hauteur de chute nulle, c'est-à-dire que la tête de la pompe à béton est directement plongée dans le béton frais. Celle-ci monte donc progressivement avec le béton.
- Le maniement de la tête de la pompe à béton étant assez compliqué pour garantir de rester à la bonne hauteur et veiller à bien répartir le béton (notamment pour les éléments en coin ou en T), le même exécutant était en charge du maniement de la pompe durant toutes les phases de bétonnage.



Un autre aspect important est le phasage du bétonnage. Ceci comprend l'étude de la dimension des coffrages de manière à éviter les reprises de bétonnage non conformes, mais pas seulement. En particulier, l'homogénéité de teinte est favorisée par un temps de coffrage identique pour tous les éléments et dans tous les cas compris entre 48 h et 72 h.

### L'INFLUENCE DE LA MISE EN ŒUVRE SUR LA TEINTE

- Le temps de coffrage
- La peau de coffrage (l'huile de décoffrage, le taux d'humidité)

## LA DALLE DE BÉTON LISSÉE (INTÉRIEUR)

Pour rester en cohérence avec le choix de matériaux continus et sobres visuellement, un revêtement de sol en béton lissé a été choisi pour la salle des pas perdus. En plus de ses bonnes caractéristiques de durabilité, ce matériau permettait une texture lisse et unitaire, avec un choix précis de teinte pour être en accord avec la palette de couleurs réduite employée pour le projet. Le bureau d'architecture a opté pour un gris anthracite, se combinant bien avec la teinte noire utilisée pour le thermolaquage des châssis.

Une fois le sous-traitant désigné, le bureau d'architecture a été visité différentes réalisations afin de décider de la teinte finale : un gris anthracite et mat. Les prescriptions issues du bulletin « Sols intérieurs en béton lissé » ont été suivies comme référence de base (FEBELCEM, 2011).

### FERRAILLAGE ET CALEPINAGE

L'épaisseur de la dalle est de 13 cm. Par conséquent, deux paillasse ont été placées, à savoir :

- Paillasse inférieure avec un enrobage de 30 mm
- Paillasse supérieure avec un enrobage de 40 mm

De manière à respecter les règles en matière de fissuration du béton, un sciage de la dalle

en neuf parties égales a été effectué, joignant ainsi les colonnes entre elles. Avec cette configuration, la superficie pour chaque dalle était en-deçà des valeurs maximales requises.

En guise de parachèvement et pour éviter la fissuration par sympathie, une membrane de désolidarisation a été placée sur toute la périphérie de la dalle de sol.

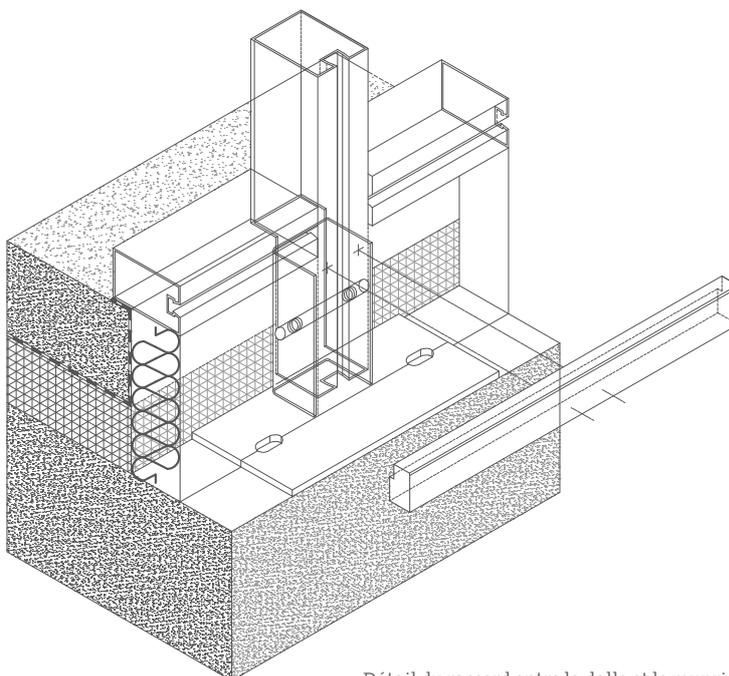
### DÉTAIL AU PIED DU MUR RIDEAU

Le traitement de surface de la dalle est un lissage à l'hélicoptère, de manière à obtenir un rendu lisse et brillant.

Prendre en considération la réalité de chantier est important lorsqu'un niveau d'exécution de très haute qualité est visé. Par exemple, au droit des bords, le lissage de la dalle doit être réalisé à la main, ce qui résulte inévitablement en une qualité de surface légèrement inférieure par rapport aux zones lissées à la machine. De plus, de manière générale, le bord de dalle n'est jamais parfaitement plan sur son bord. Pour que l'impact de ces imperfections inévitables soit réduit, un détail spécifique au pied du châssis a été conçu.

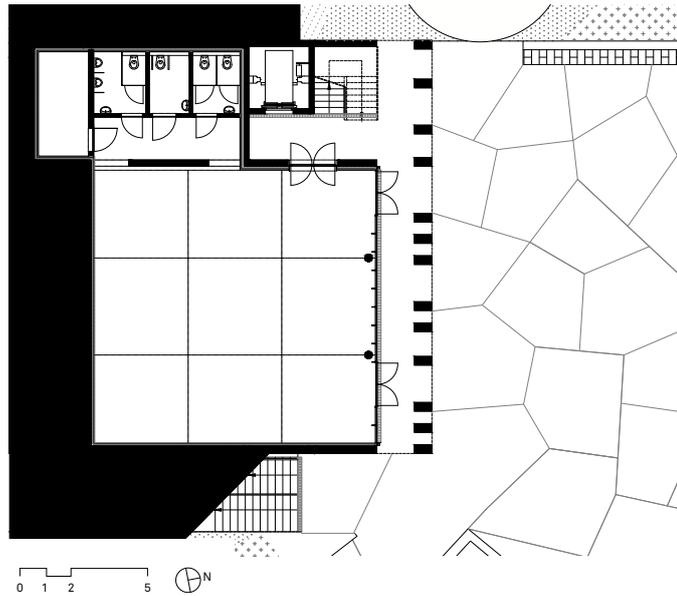
Afin d'exécuter ce détail, la dalle de sol a été coulée avant la mise en place du mur rideau, et en débord de 3 cm du côté de la façade.

Suite à cela, des fixations spécifiques au niveau du pied du mur rideau ont été conçues.



Détail du raccord entre la dalle et le mur rideau

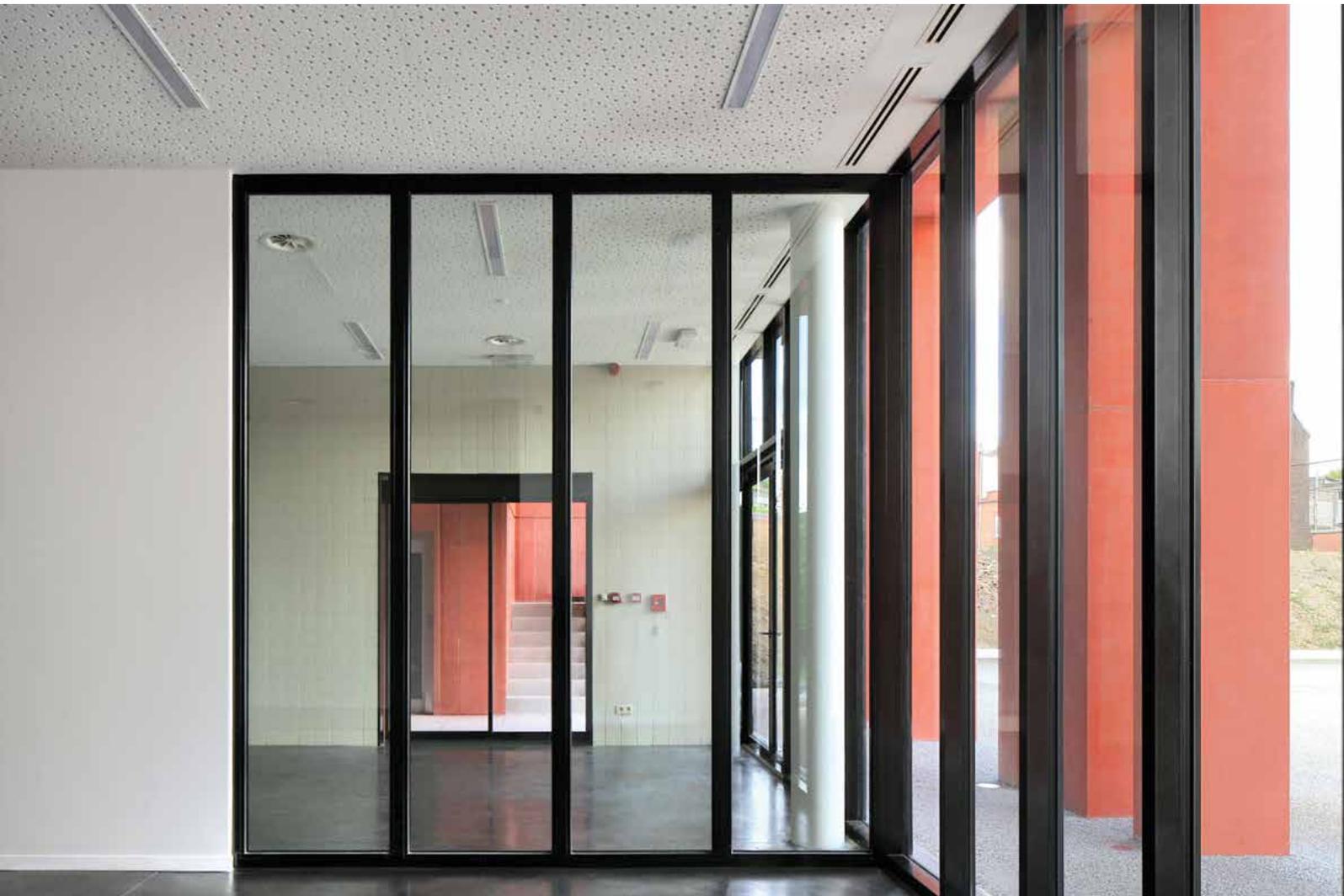
Celles-ci comprenant un petit porte-à-faux vers l'intérieur au niveau de la partie supérieure de la dalle. Le pied du mur rideau est donc constitué d'un premier profil en C, qui est fixé sur le béton de structure et d'une hauteur de 20 cm. À l'intérieur de ce profil, se place un profil rectangulaire qui débordé ensuite de 3 cm vers l'intérieur afin de se placer au-dessus de la dalle en béton lissé. Le profil horizontal inférieur est fixé dans un second temps et recouvre la dalle qui passe ainsi en dessous de celui-ci. Enfin, un simple joint silicone est coulé entre le profil inférieur et la dalle, dont le bord (de moins belle qualité visuelle) est caché sous le châssis. Notons que l'élaboration de ce détail a été possible grâce à l'étude spécifique des pieds du mur rideau acier (Janssen) avec la société Wycotec.



Plan du RDC avec le schéma des joints de sciage

Au niveau du raccord avec les murs intérieurs, des plinthes permettent d'assurer la finition entre le bord de la dalle et les murs.

Une fois la dalle coulée et après un temps de prise suffisant, celle-ci a été protégée par des panneaux d'« OSB » jusqu'à la fin du chantier.



## PLACE EN BÉTON LAVÉ

### ENJEUX ARCHITECTURAUX ET URBAINS

Au vu de la complexité du site, de la multitude d'éléments constituant celui-ci, le projet a pris la posture de privilégier la simplicité et la pureté visuelle des matières mises en œuvre, en travaillant avec une palette de matériaux réduite pour éviter la complexification de l'espace public. Concrètement, l'utilisation de matériaux durables, simples ainsi qu'une mise en œuvre uniforme et minimaliste ont été privilégiées.

C'est dans cette optique que le béton lavé a été choisi comme revêtement pour les sols de l'espace public, car il permet d'avoir :

- un même revêtement de sol pour de multiples applications (place, rampe PMR, carrefours, etc.)
- un matériau de sol unitaire, avec des joints discrets, donnant l'illusion d'un sol continu et disponible ;

- un sol clair et lumineux, de par l'emploi d'agrégats blancs mis en évidence par le processus du béton lavé, en contraste avec le rouge de la gare ;
- un revêtement de sol durable dans le temps.

### CHOIX & ÉCHANTILLONS

Dans le but de déterminer l'aspect final, différents échantillons ont été produits en laboratoire, avec chacun différents types de granulats. C'est le mélange des granulats de Quartz de Madagascar – d'un blanc éclatant – avec le Porphyre à la teinte gris foncé, qui a été privilégié. En effet, la présence ponctuelle de granulats foncés en surface, participe au maintien de l'aspect esthétique au cours de l'utilisation de l'espace et estompé l'impact visuel de saletés.

Un calepinage irrégulier constitué de lattes en acier galvanisé permet de donner un

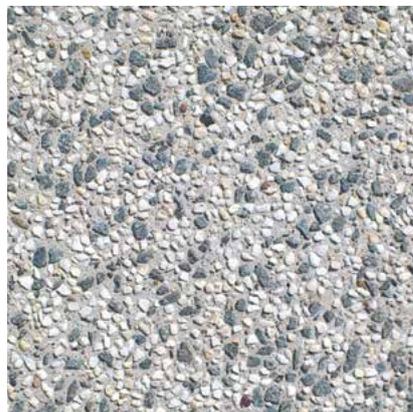
#### Echantillons réalisés



quartz belge & porphyre



quartz de Madagascar & basalte



quartz de Madagascar & porphyre

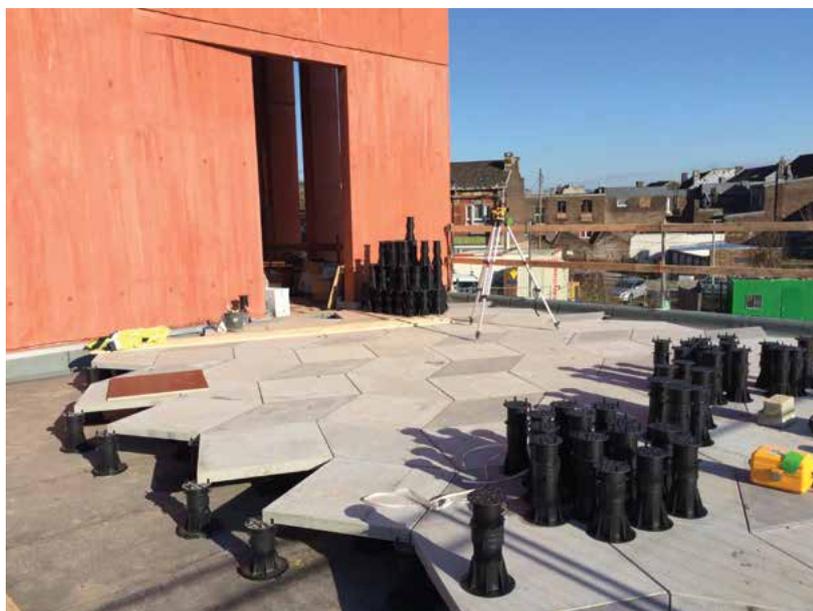


jonction des lattes en acier galvanisé



aspect unitaire à la place, s'effaçant discrètement avec la lumière reflétée par les granulats utilisés. Au-delà du schéma aléatoire et anguleux du calepinage, celui-ci a été étudié afin de ne pas avoir d'angles trop aigus, ce qui aurait amené à des problèmes de mise en œuvre et de coins « cassants ». Les lattes en galvanisé sont fixées sur des pattes qui permettent d'avoir une couche de béton continue en partie inférieure de la dalle. De manière à consolider l'ensemble, les lattes ont été soudées entre elles *in situ*.





Réalisation de la toiture en dalles sur plot



Raccord avec la zone sur terre plein

# ESPACE PUBLIC - LA TOITURE-BELVÉDÈRE

## ENJEUX URBAINS ET ARCHITECTURAUX

Pour rappel, l'enjeu urbain est de créer une articulation entre le niveau haut (celui du train, des quais, du parc, du paysage de coteaux de vallée...) et le niveau bas (celui de la ville, du quartier Marexhe, de la nouvelle place...). Pour fabriquer cette articulation, le projet construit un espace public intermédiaire : un belvédère sur la ville qui permet de fabriquer une séquence d'espaces publics et reconnecter ces deux niveaux, anciennement déconnectés. Dans cette optique, l'enjeu était de proposer une continuité de sol entre la sortie du passage sous-voie et le belvédère.

## MATÉRIALISATION DU SOL DE L'ESPACE PUBLIC : LE BELVÉDÈRE URBAIN

Le sol est constitué d'un motif géométrique fabriqué de dalles bicolores en béton préfabriqué. Les dalles sont de deux formes (carrées et losanges) et de teintes alternées (gris clair ou gris anthracite) de manière à donner un rythme au sol de l'espace public.

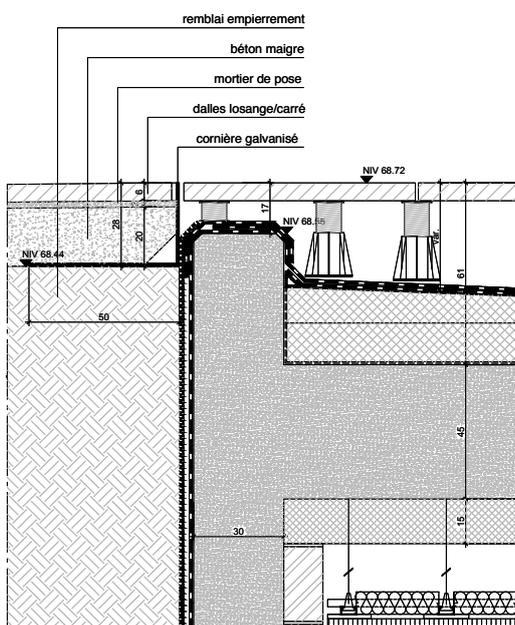
Les dalles ont été préfabriquées en béton architectonique. Pour s'assurer du caractère haut de gamme de celles-ci et soutenir ainsi le niveau esthétique général du projet, les dalles ont été réceptionnées par le bureau d'architecture directement chez le préfabricant.

La particularité technique propre à cette partie du projet provient du fait que l'ensemble du sol est supporté par deux types de fondations différentes :

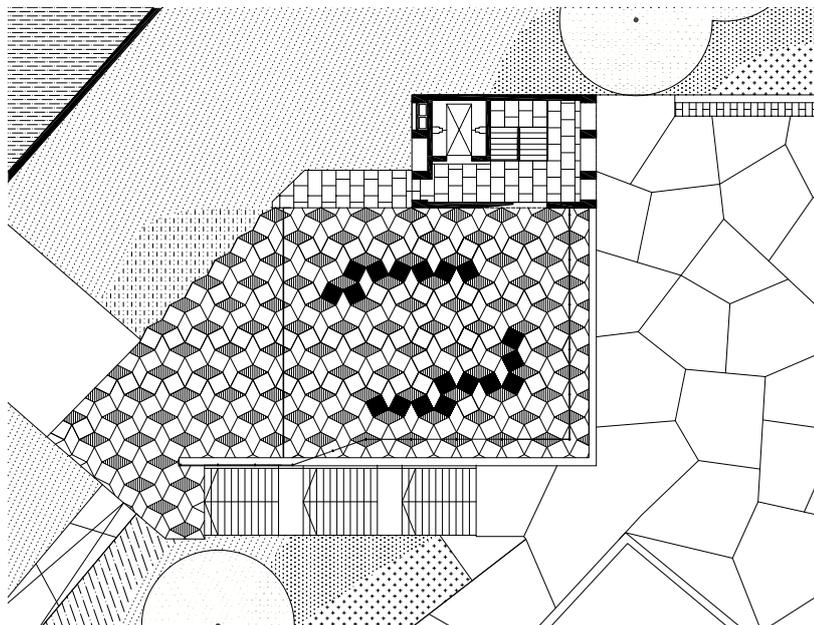
- La première partie, sur sol existant, est posée sur du stabilisé. Les dalles sont jointoyées avec du ciment, rebouché au sable. Les pentes ont été étudiées en rapport avec le motif géométrique. Des lattes en acier galvanisé ont dû être placées par endroit pour permettre de fabriquer les pentes plus complexes.
- L'autre partie, sur la toiture-terrasse de la gare, est constituée d'un système de plots permettant de reprendre les différentes géométries des éléments en béton tout en suivant les pentes de la toiture plate située en dessous.

Une grande cornière galvanisée fait la transition entre les deux systèmes.

Le calepinage de la terrasse a été étudié méticuleusement, permettant d'intégrer des bancs en acier thermolaqué ainsi que les garde-corps et l'éclairage public de la tour (éclairage type « monument »). Tous ces éléments sont insérés de manière précise dans le calepinage (en milieu de dalle ou alignés sur les bords des dalles). La gestion et la coordination entre les différents sous-traitants pour ces éléments ont été, encore une fois, essentielles.



Détail du raccord entre dalles sur terre plein et dalles sur plot



Plan de calepinage

## AUTRES ÉLÉMENTS EN BÉTON PRÉFABRIQUÉ

### ENJEUX ARCHITECTURAUX ET URBAINS

Pour rester fidèle aux enjeux du projet et ainsi favoriser une palette de matériaux réduite, sobre et durable, d'autres éléments en béton architectural ont été conçus, avec exactement la même finition que les dalles claires de la toiture-terrasse. Ces différentes variations d'un seul et même matériau permettent d'avoir une teinte unitaire, et participent à cet enjeu de proposer des lieux publics simples, clairement définis et durables.

### BÉTON ARCHITECTONIQUE

Ainsi, les escaliers longeant la gare et au bout de la rampe PMR sont constitués de marches blocs en béton architectural teinte gris clair.

Les escaliers de la tour de la gare, ainsi que le palier sont recouverts de dalles et couvre-marches également en béton architectural teinte gris clair.

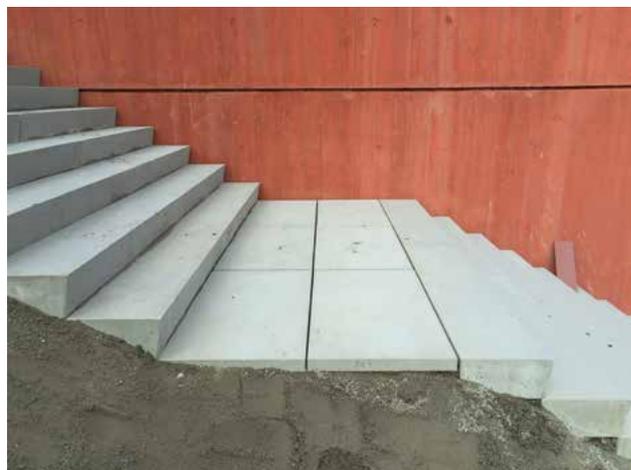
Le bord de la place est constitué de bancs en béton blanc en porte à faux, permettant d'être à la fois extrêmement simples visuellement, et de retenir les terres formant le paysage en arrière de la place.



Bords de la place :  
bancs en porte-à-faux en béton architectural



Escaliers de la tour :  
couvre-marches et dalles palières en béton architectural



Escalier public longeant le bâtiment :  
marches-blocs en béton architectural



## CONCLUSION

### LE PÔLE MAREXHE, UN NOUVEAU DYNAMISME URBAIN AU CŒUR DE HERSTAL

Le projet porte en lui une ambition de repenser une chaîne d'espaces publics. L'outil de cette requalification passe par la réactivation d'un paysage oublié et l'activation de nouveaux usages qui accompagnent celui de la gare, cœur d'une nouvelle dynamique urbaine.

Des espaces publics en partie haute et basse de la ville sont créés et renforcés. Une séquence d'espaces publics est installée par l'ajout d'un niveau intermédiaire, le belvédère. La gare, pensée comme un bâtiment place est la pièce maîtresse de ce projet pour la ville. Elle tient le rôle d'articulation urbaine, elle installe et crée un niveau d'espace public intermédiaire, et agit comme un *landmark* pour connecter visuellement les différents éléments constitutifs de ce quartier de Herstal.

### DÉMARCHE DE SIMPLICITÉ ET DE DURABILITÉ

Le pôle Marexhe et la gare de Herstal constituent un projet modeste mais ambitieux pour son environnement, par les nouvelles relations spatiales qu'il implante et les nouveaux sols publics qu'il propose.

Par la mise en œuvre de matières brutes, sous une expression simple et unitaire, le projet ouvre l'espace public anciennement enclavé et propose une reconnexion entre le bas de la ville de Herstal et ses coteaux, flanc de vallée au paysage plein de potentiel.



## MULTIPLE architecture & urbanism

Le bureau MULTIPLE (anciennement ARJM), constitué depuis quinze ans, est actif dans les domaines de l'architecture et de l'urbanisme. Avec une approche enthousiaste et positive, le bureau essaie de trouver les solutions les plus justes aux enjeux contemporains.

MULTIPLE propose une architecture intégrée dans des stratégies urbaines globales. Dans la ville contemporaine, les bâtiments, infrastructures ou espaces publics n'existent plus pour eux-mêmes, ils sont engagés dans une urbanité complexe et globale. C'est pourquoi MULTIPLE s'investit dans la mise en place de stratégies urbaines, avec une architecture et un urban-design intégrés dans des stratégies durables et réfléchies, générant des plus-values.

Dans les projets, les contraintes sont considérées comme des opportunités permettant de développer les solutions les plus innovantes. L'architecture et les aménagements d'espaces publics sont adaptés à chaque situation, renversant les contraintes pour produire des résultats inattendus et heureux.

Par l'expérience de multiples projets d'espaces publics, d'urbanisme, de paysage, d'équipements publics, de rénovation, de participation... MULTIPLE se positionne avec des projets portant une réelle ambition pour leur environnement.

## SumProject + SumResearch

Sum recouvre aujourd'hui une véritable somme d'architecture, de développement et de planification urbaine visionnaires où les besoins et la qualité de vie au sein de la société occupent une place prépondérante. Sum a, en outre, évolué du métier d'architecte et d'urbaniste à celui d'entrepreneur créatif et facilitateur.

SumProject se concentre sur l'architecture, le développement urbain et l'aménagement des espaces ouverts. Elle s'intéresse particulièrement aux sites et structures existants, à la restauration et à la réaffectation de bâtiments. La recherche d'une architecture contemporaine mûrement réfléchi est un élément important de sa démarche.

SumResearch, par contre, est une entreprise de conseil multidisciplinaire qui traite des questions relatives à l'aménagement – ou au réaménagement – optimal du cadre de vie et de l'habitat. La réflexion porte sur toutes les facettes envisageables d'un projet, qu'il s'agisse d'élaborer des plans directeurs, de mener des recherches ou de concevoir des projets de construction. Contribuer à définir des stratégies de politique régionale et locale, tant dans le secteur public que dans le secteur privé, fait également partie de ses missions.

## ARCADIS

Arcadis est le leader international en conception et conseil de l'environnement naturel et construit. Sa connaissance approfondie du marché, ainsi que ses services de conception, de conseil, d'ingénierie, de management de projets et de gestion, lui permettent de travailler en partenariat avec ses clients afin de leur offrir des résultats exceptionnels et durables.

Arcadis emploie 27 000 personnes dans plus de 70 pays et génère 3,3 milliards d'euros de chiffre d'affaires.

Arcadis soutient le programme ONU-Habitat par ses connaissances et son expertise afin d'améliorer la qualité de vie dans les villes en croissance importante, partout sur la planète.



Jerusalem, Schaerbeek ([www.multiple.be](http://www.multiple.be))



Centre de patrimoine, Ename ([www.sum.be](http://www.sum.be))



Bassin Deurganckdok, Port d'Anvers ([www.arcadis.com](http://www.arcadis.com))



A-11

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](http://www.febelcem.be)  
[info@febelcem.be](mailto:info@febelcem.be)

Auteurs : Abdelmajid Boulaïoun (MULTIPLE)  
Nathalie Balfroid (FEBELCEM)

Photos : Filip Dujardin  
Photos de labo et chantier : MULTIPLE et FEBELCEM

Dépôt légal :  
D/2017/0280/11

Éd. resp. : A. Jasienski

[infobeton.be](http://infobeton.be)

**ARCHITECTURE**  
MULTIPLE architecture & urbanism (anciennement ARJM)

**URBANISME**  
SumProject

**INGÉNIERIE & ÉTUDES TECHNIQUES**  
ARCADIS

**BIBLIOGRAPHIE**  
Jasienski JP. ; Boulaïoun A. ; Balfroid N. ; Conard S. (2018)  
*Coloured Self-compacting Concrete for the New Train Station in Herstal, Belgium – A Case Study.*  
In: Hordijk D. ; Luković M. (eds) High Tech Concrete: Where Technology and Engineering Meet. Springer, Cham

Le projet s'est vu décerner le :  
- « Grand Prix d'Architecture de Wallonie 2015 – Catégorie bâtiments non résidentiels »  
- « BIGMAT '17 National Prize Belgium »

