



LE CHANTIER DE LA GARE DE HERSTAL QUALITÉ D'EXÉCUTION D'UN BÉTON APPARENT

ir arch Nathalie Balfroid
Ingénieur conseil infrastructure, FEBELCEM

© ARJM Architecture – photo F. Dujardin



LE PROJET – PRÉSENTATION

Contexte – pôle Marexhe

LA GARE DE HERSTAL, UN BÂTIMENT-PLACE

- Le projet consiste en un masterplan, la construction d'une gare et d'une chaîne d'espaces publics

Le projet est basé sur **quatre intentions fortes**:

- Considérer l'édifice comme un élément d'articulation urbaine - BELVÉDÈRE sur la ville
- Reconsidérer le programme d'une petite gare au vu des enjeux actuels, et s'en saisir comme élément GÉNÉRATEUR d'une armature d'espace public.
- ADRESSER la nouvelle gare à la ville dense
- Amener le paysage arrière des coteaux dans la ville pour construire une SÉQUENCE D'ESPACES PUBLICS.

Le projet est financé par des fonds FEDER



LE PROJET – PRÉSENTATION

L'équipe du projet



Sum



LE PROJET – PRÉSENTATION

LAURÉAT

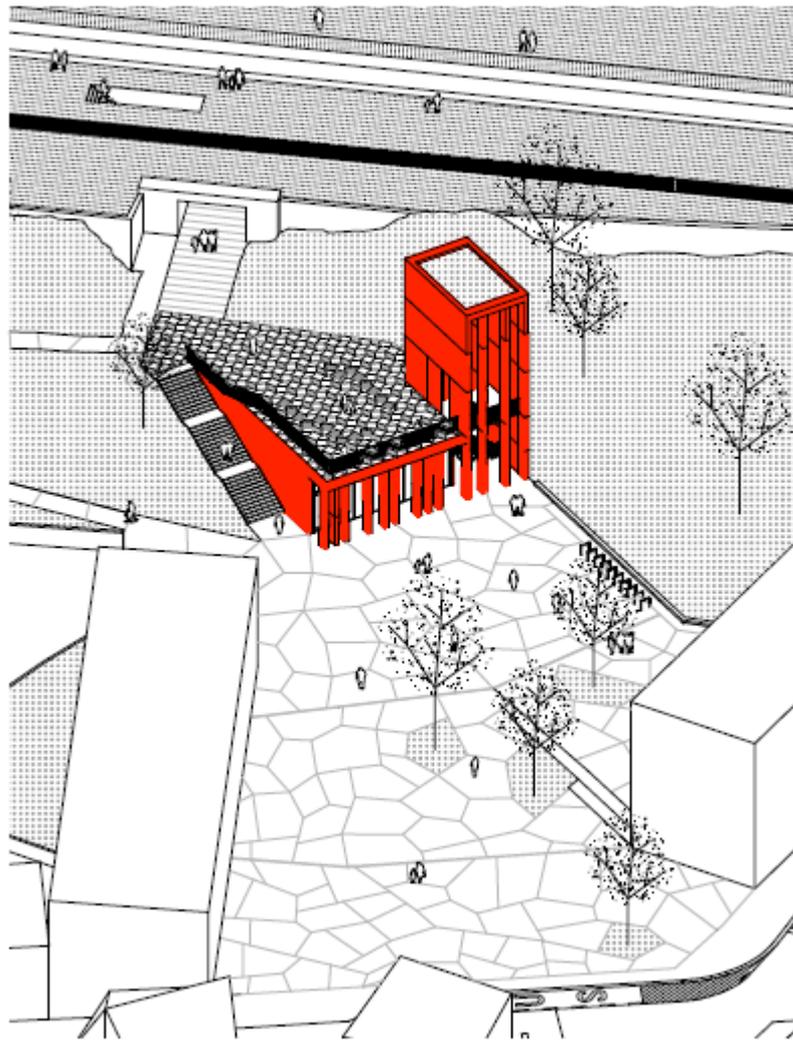
Catégorie bâtiment non résidentiel



© ARJM Architecture – photo F. Dujardin

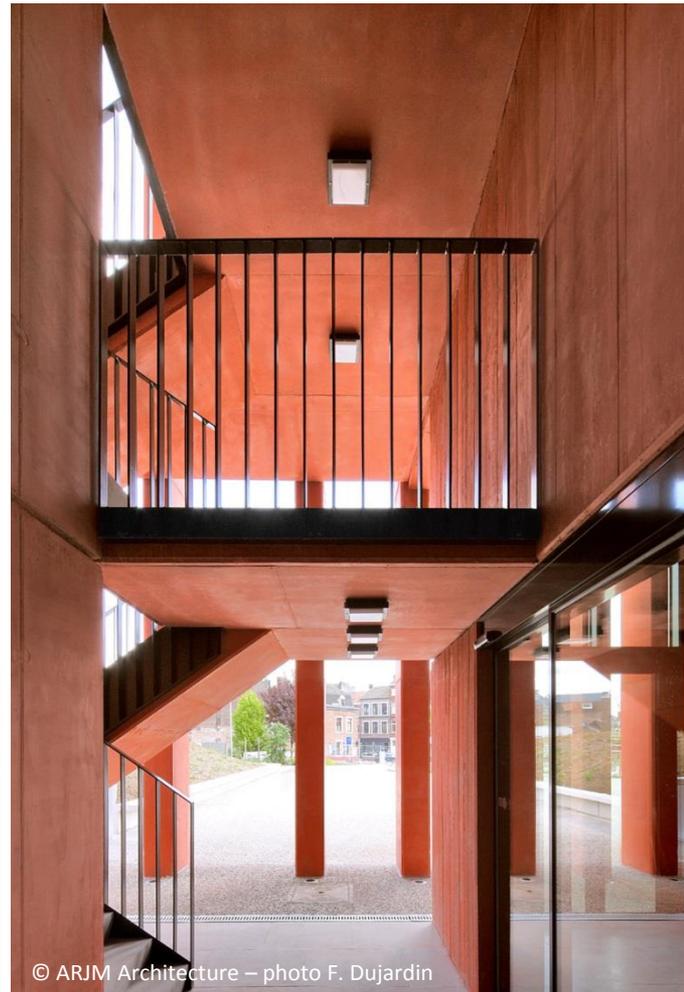


LE PROJET – PRÉSENTATION

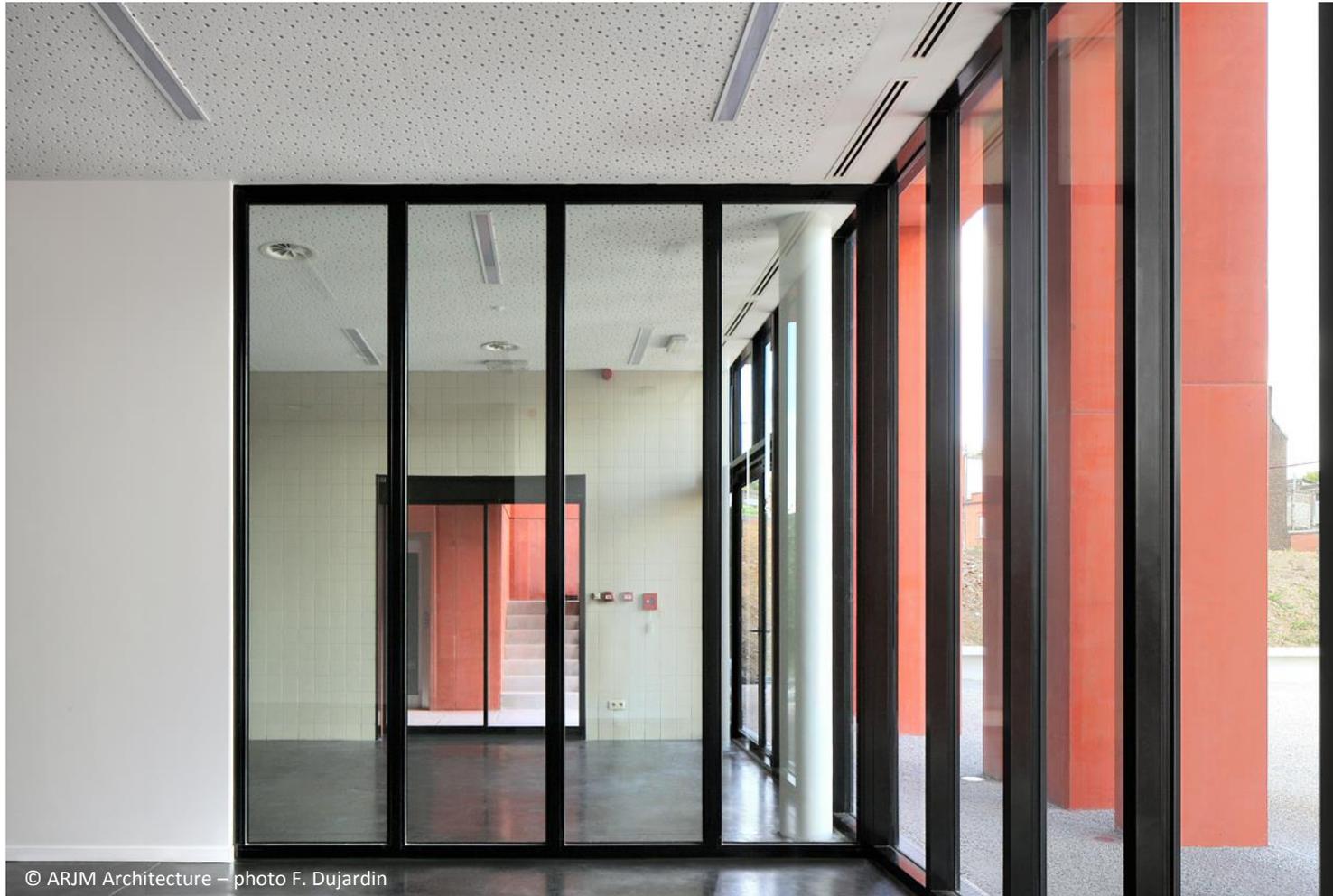


© ARJM Architecture

LE PROJET – PRÉSENTATION



LE PROJET – PRÉSENTATION



© ARJM Architecture – photo F. Dujardin

LE PROJET – PRÉSENTATION



© ARJM Architecture – photo F. Dujardin



LE PROJET – PRÉSENTATION



© ARJM Architecture – photo F. Dujardin

LE PROJET – PRÉSENTATION



© ARJM Architecture – photo F. Dujardin

LE PROJET – PRÉSENTATION

Le béton mis à l'honneur – toutes les applications –

GARE

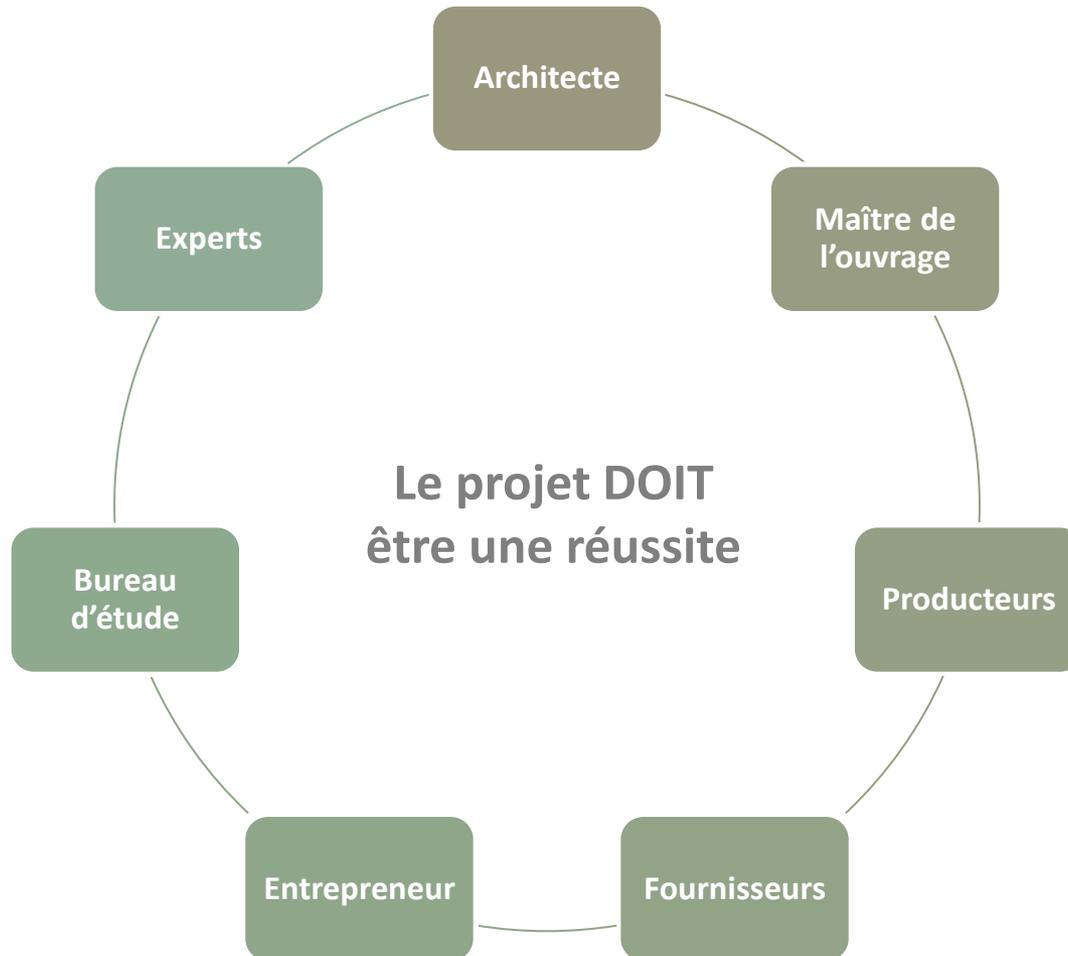
- Béton apparent coloré et coulé en place
- Dalle de sol de béton lisse anthracite
- Éléments de béton préfabriqué (éléments de sol sur plots, escaliers, etc.)

ESPACE PUBLIC

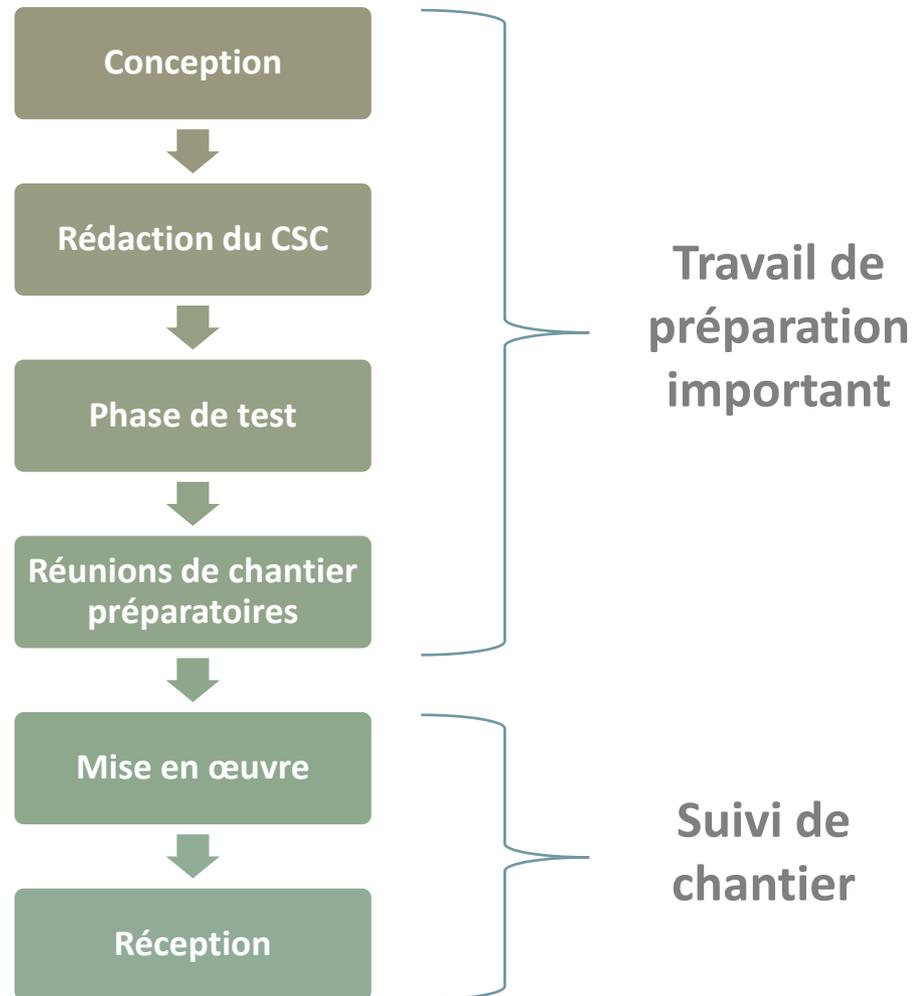
- Béton lavé coulé en place



BÉTON APPARENT = TRAVAIL D'ÉQUIPE



LES ÉTAPES IMPORTANTES



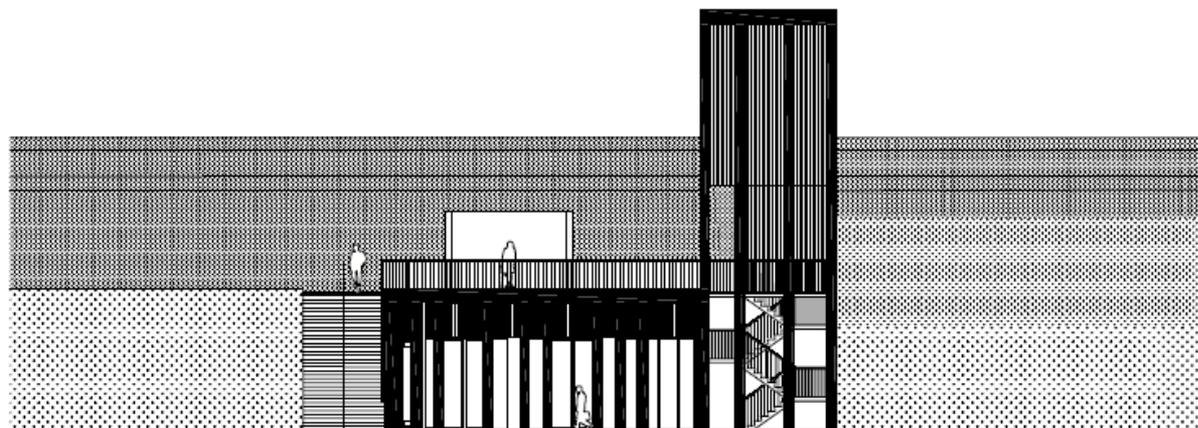
CONCEPTION

Les exigences et décisions du projet

- Béton rouge
- Finition texturée
- Durabilité technologique et esthétique
- Garantie d'aspect
- Facilité de mise en oeuvre
- Nature de la structure portante de la gare



Béton coloré
autoplaçant
coulé en place



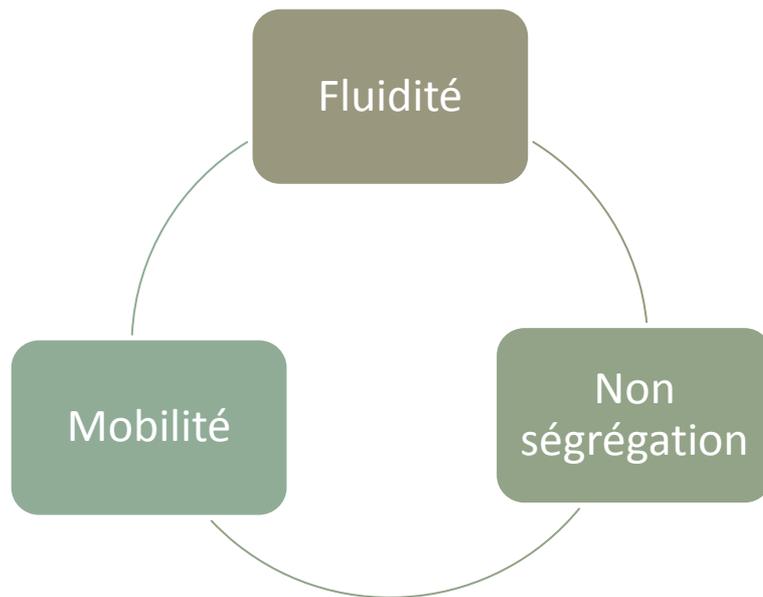
© ARJM Architecture



LE BÉTON AUTOPLAÇANT PRÊT À L'EMPLOI

Caractéristiques

- Absence de vibration lors de la mise en oeuvre
- Fini de surface optimal (bullage, texture, etc.)
- Caractéristiques rhéologiques :



**Essais spécifiques
+
exigences sur la composition
(teneur en fines, etc.)**

LE BÉTON AUTOPLAÇANT PRÊT À L'EMPLOI

Prescription

- Contexte normatif : NBN EN 206-1 et série NBN B 15-001, etc.



Pas de cadre normatif couvrant les caractéristiques autoplaçantes du béton.

- Prescription
 - C30/37 BA EE3 S5 D16
 - En complément :
 - Détermination, en labo de caractéristiques complémentaires :
 - » objectif d'une **valeur d'étalement**
 - » **Composition** mise au point via les différents essais de caractérisation du béton autoplaçant (exigences de composition ensuite reprise par la centrale)

Le tout, dans le respect des règles technologiques

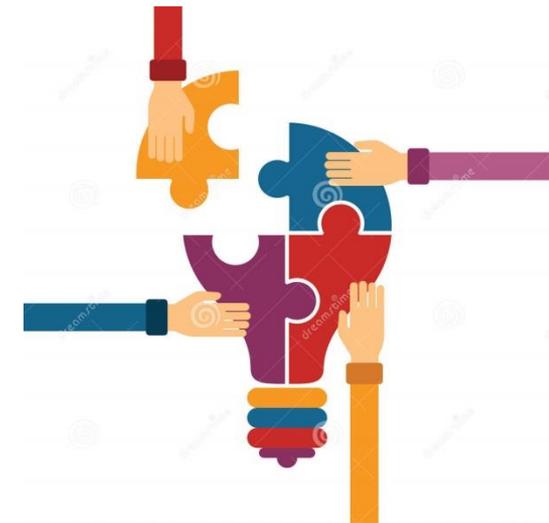
PHASE DE TESTS

Objectifs

- Détermination de la composition de béton

En ce inclus, le respect de certaines contraintes :

- Exigences en termes d'aspect et de teinte
- L'objectif final est la production en centrale
 - Saut d'échelle à prévoir
 - Pourcentage de pigments (déterminé en termes de sacs par m³ de béton produit en centrale)
 - Etude des matières premières disponibles
 - Nature et qualité des sables
 - Filler calcaire
 - Type de ciment
- Méthode de mise en oeuvre
 - Coulage du béton par le haut



**TEAMWORKING et
synergie entre les
acteurs**

PHASE DE TESTS

Etude de composition et essais en laboratoire

- Recherche de teinte -> détermination du type et du pourcentage de pigment (matières premières livrées par la centrale)
- Tests d'aspect avec matrices de type REKLI



Teinte ✓

Choix de matrice ✗

PHASE DE TESTS

Etude de composition et essais en laboratoire

– Mise au point de la composition et caractérisation

- coffrages voliges bois
- Tests béton autoplaçant
- Réduction du bullage



PHASE DE TESTS

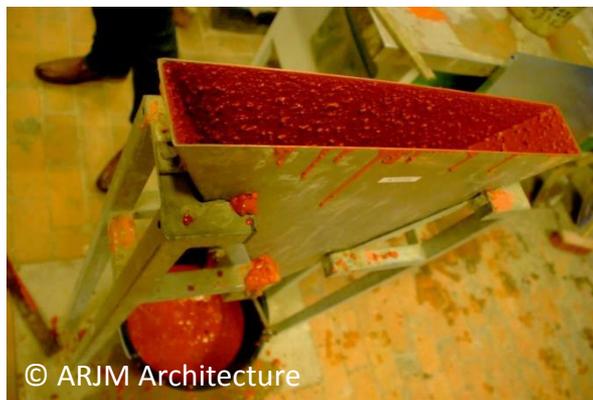
Etude de composition et essais en laboratoire

- Mise au point de la composition
 - coffrages voliges bois
 - Tests béton autoplaçant
 - Réduction du bullage



© ARJM Architecture

Résistance à la ségrégation –
stabilité au tamis (NBN EN 12350-11)



© ARJM Architecture

Viscosité et vitesse d'écoulement –
écoulement à l'entonnoir V Funnel (NBN EN 12350-9)



© ARJM Architecture

Mobilité et pénétration des obstacles –
boite L à 3 barres (NBN EN 12350-10)

PHASE DE TESTS

Etude de composition et essais en laboratoire

– Mise au point de la composition

- coffrages voliges bois
- Tests béton autoplaçant
- Réduction du bullage



Fluidité – mesure de l'étalement au cône d'Abrams (NBN EN 12350-8)



PHASE DE TESTS

Etude de composition et essais en laboratoire

- Caractéristiques de la composition de béton
 - Optimisation du squelette granulométrique (fraction fines et très fines)
 - Détermination des composants et critères suivant :

Matériaux	
CEM III/B 42,5N LA HSR	380 kg/m ³
Filler Calcaire L	220 kg/m ³
E/C	0,50
Pigments rouges	20 kg/m ³

PHASE DE TESTS

Etude de composition et essais en laboratoire

– Caractéristiques rhéologiques

Test	Valeur
MVh (NBN EN 12350-6)	2320 kg/m ³
Etallement (NBN EN 12350-8)	660 mm T ₅₀₀ = 3,5 s Non ségrégation
Teneur en air (NBN EN 12350-7)	2,6 %
Taux de remplissage à la boîte L à 3 barres (NBN EN 12350-10)	0,9
Vitesse d'écoulement V Funnel (NBN EN 12350-9)	15,0 s
Mesure de stabilité au tamis (NBN EN 12350-11)	
- Pourcentage de laitance	13 %
- Ressuage après 15 min	non

Testés en
centrale et sur
chantier



RÉUNIONS DE CHANTIER PRÉPARATOIRES

Mise au point du matériel, du planning et de la méthode de travail

- Types de coffrage
 - Coordination centrale
 - Essais échelle 1:1
 - ✓ Formation des équipes
 - ✓ Connaissance du matériau
 - ✓ Test d'échelle
 - ✓ Panneaux de coffrage
 - ✓ Huile de décoffrage
 - ✓ Consistance
 - ✓ Mise en oeuvre du béton dans le coffrage
 - ✓ Vitesse de pompe
- ⇒ **Approbation de texture et de teinte**
- ⇒ **Base pour la réception de la suite des travaux**



RÉUNIONS DE CHANTIER PRÉPARATOIRES

Essais échelle 1:1



RÉUNIONS DE CHANTIER PRÉPARATOIRES

Essais échelle 1:1



Approbation de la texture et de la teinte – béton texturé

RÉUNIONS DE CHANTIER PRÉPARATOIRES

Essais échelle 1:1



Approbation de la texture et de la teinte – béton lisse

MISE EN ŒUVRE

Les étapes importantes

- Choix du type de coffrage
 - Robuste
- Préparation des panneaux de coffrage
 - Voliges humidifiées et usées
 - Huile de décoffrage appliquée < 24h

Planning !



MISE EN ŒUVRE

Les étapes importantes

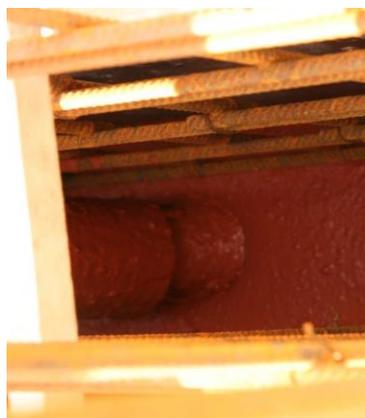
- Réception du béton
 - Vérification du bon de livraison
 - Test d'étalement au cône sur chantier



MISE EN ŒUVRE

Les étapes importantes

- Mise en oeuvre du béton dans le coffrage
 - Hauteur de chute : ZERO
 - Vitesse minimum à la pompe
 - Minimiser l'attente -> coordination avec la centrale
 - Opérateur identique pour tous les murs



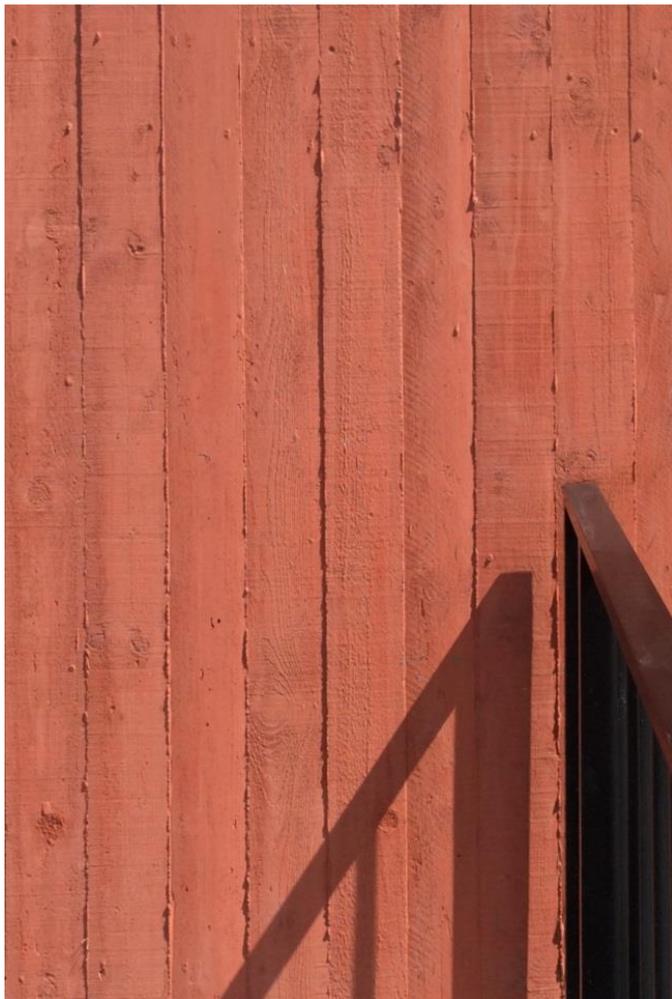
MISE EN ŒUVRE

Les étapes importantes

- Décoffrage
 - Temps de coffrage IDENTIQUE pour tous les éléments : 48 h – 72 h
 - ⇒ **ASSURE L'HOMOGENÉITÉ DE TEINTE**
- Evaluation de l'aspect par rapport à l'échantillon 1:1



CONCLUSIONS



SYNERGIE ENTRE TOUS LES ACTEURS

MAITRISE DE LA TECHNOLOGIE BETON

COORDINATION DES EQUIPES

LONGUE PHASE DE PREPARATION

RECEPTION DES TRAVAUX

AMBITION ET COMPETENCES