

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ÉCONOMIE CIRCULAIRE :
GESTION DE CHANTIER

AUTOMNE 2022

Retour d'expérience

Gestion des ressources matérielles

Maximilien CROUFER & Maxime VINEL



LEAN ET GASPILLAGES SUR CHANTIER

- ▶ Les 7 types de gaspillage du LEAN
- ▶ Leviers d'action sur les gaspillages
- ▶ Quelques outils en détails
- ▶ En résumé

RETOUR D'EXPÉRIENCE - GESTION DES DÉCHETS DE CONSTRUCTION SUR BELLIARD 40

- ▶ Evaluation
- ▶ Plan d'action
- ▶ Tri et revalorisation
- ▶ Bilan



LEAN ET GASPILLAGES SUR CHANTIER

- ▶ Les 7 types de gaspillage du LEAN
- ▶ Leviers d'action sur les gaspillages
- ▶ Quelques outils en détails
- ▶ En résumé

RETOUR D'EXPÉRIENCE - GESTION DES DÉCHETS DE CONSTRUCTION SUR BELLIARD 40

- ▶ Evaluation
- ▶ Plan d'action
- ▶ Tri et revalorisation
- ▶ Bilan



4 LES 7 TYPES DE GASPILLAGE DU LEAN

Non-Qualité / défauts



Surproduction



Attente



Transports



Stockage



Mouvements inutiles



Processus excessif / surqualité



Potentiel humain



Sources : Kanbanize, Depositphotos, Openaccessgovernment



Non qualité – défauts

Coût de la « non-qualité » : estimé à 10% du Chiffre d'Affaires (CA)

- ▶ Gestion des défauts
 - Main d'œuvre
 - Matériaux
 - Déchets

- ▶ Impact planning

- ▶ Service Après Vente (SAV)



Non qualité - Défauts

Préparation

Coordination

Communication

Suivi des travaux

Contrôle



Surproduction

Préparation

Prévision

- ▶ Planning
- ▶ Non qualité - Défauts

Communication



Attente

Préparation

Coordination

Communication

Planning (planification temporelle)



Les Flux:

Transports – stockage – mouvements inutiles

Logistique

- ▶ Gestion des grues
- ▶ Stockage nécessaire?



Préparation

Aménagement du site – Planification de l'espace

- ▶ Zones de déchargement
- ▶ Stocks
- ▶ Points clés (zones fumeurs, sanitaires, ...)



10 LEVIERS D'ACTION SUR LES GASPILLAGES

Processus excessifs – Surqualité

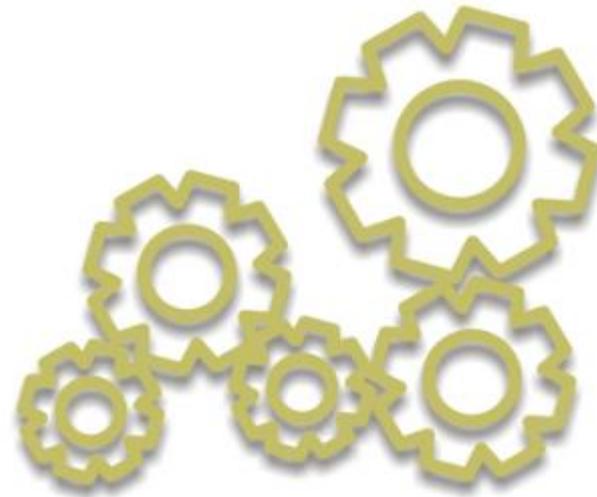
Préparation

Connaissance

- ▶ Tolérances
- ▶ Travaux

Communication

Tolérances



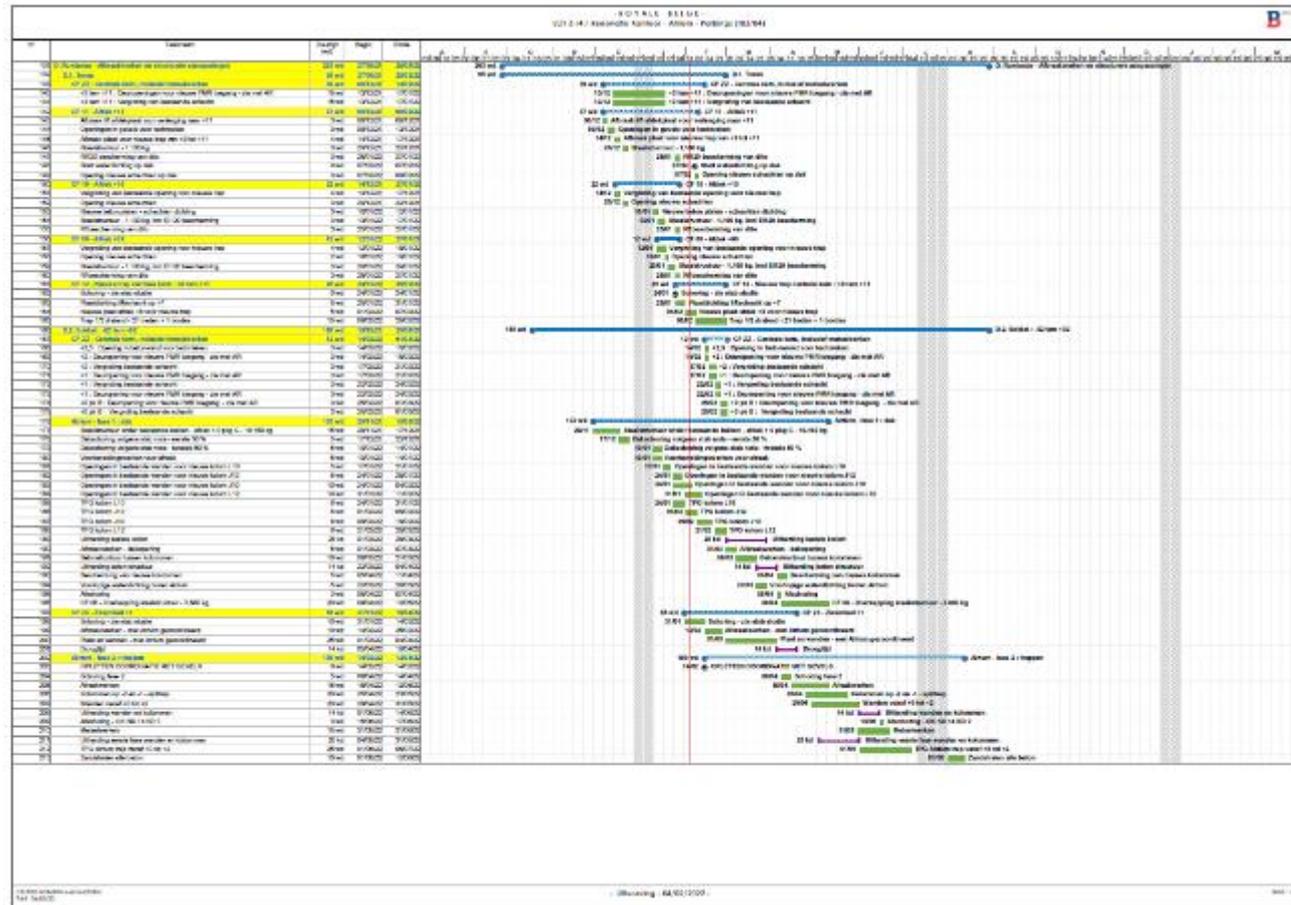
11 LEVIERS D'ACTION SUR LES GASPILLAGES

Champs d'action communs



QUELQUES OUTILS EN DÉTAIL

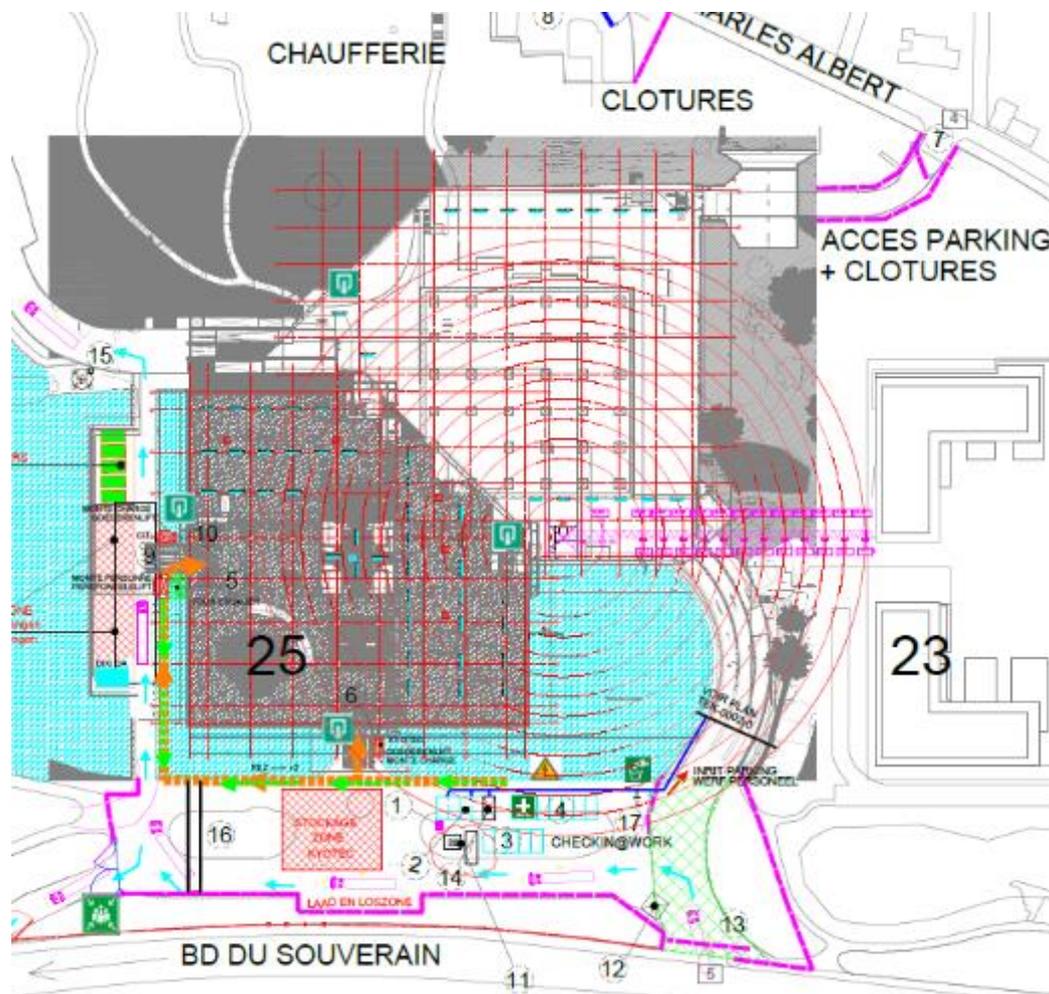
Préparation : le planning



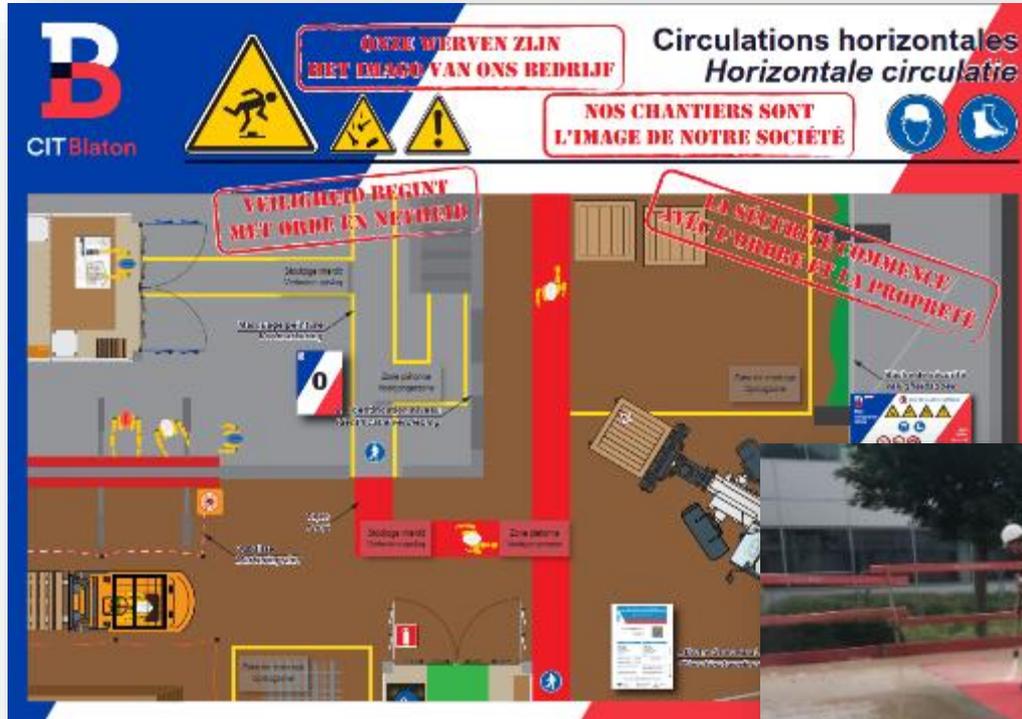
Sources : Cit Bleton



Préparation : le plan d'installation de chantier



Sur chantier : le management visuel et le microzoning

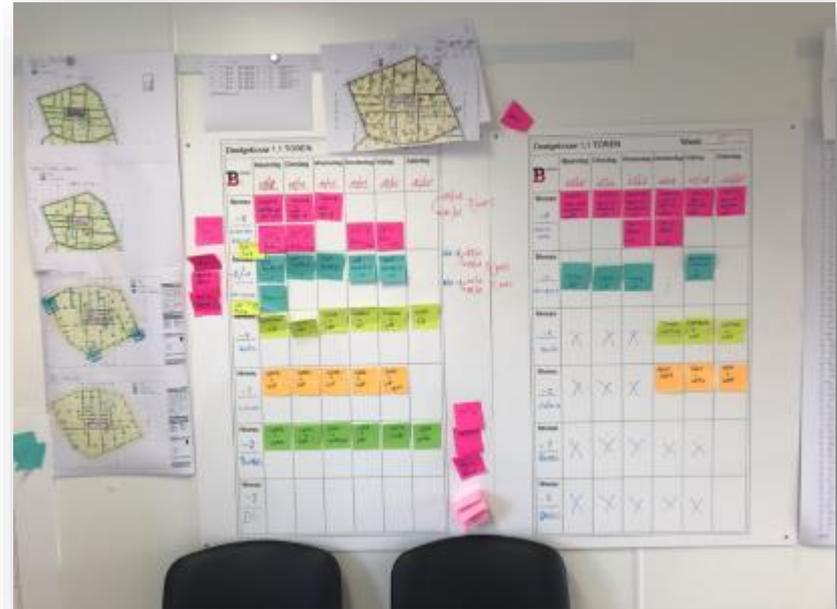


Sources : Cit Bleton



Sur chantier : la planification LEAN

- ▶ Planification court terme
- ▶ Planification collaborative
- ▶ Outils simples
- ▶ Outils visuels



Sources : Cit Blaton

Exemple : Last Planner System (LPS)

(Post-its)



Sur chantier : la communication

- ▶ Réunion des chefs d'équipes
- ▶ Toolbox meetings

Sources : Cit Blaton



Suivi des travaux : les logiciels de check-list

BUILD FOR THE DIGITAL AGE



Utilisation des logiciels de check-list

► Curatif

- Suivi de chantier
- Pré-réceptions
- Réceptions

Plan reprenant des remarques de suivi de chantier



Sources : CIT Blaton / LetsBuild



Utilisation des logiciels de check-list

► Préventif

- Préparation
- Communication
- Planification de contrôles

Il y a deux semaines

BUR / BUR.13	QUAL2.1.16	Contrôle remplissage allege	Rémi Thirion	14-08-17	Vérfié par CIT
BUR / BUR-1	QUAL2.1.17	Fermeture pied de facade cour anglaise	Rémi Thirion	18-08-17	Vérfié par CIT

La semaine dernière

BUR / BUR.7	QUAL2.1.18	Contrôle fermeture acoustique		23-08-17	Vérfié par CIT
SAN / San.B5	QUAL2.1.19	Control baie de porte sanitaire		24-08-17	Vérfié par CIT

Aujourd'hui

BUR / BUR.10	QUAL2.1.20	Mousse acoustique		30-08-17	Refusé/Non conforme
--------------	------------	-------------------	--	----------	---------------------

Vendredi

	QUAL2.1.07	vérification exécution plafonds sanitaires	Laurent Hemstedt	01-09-17	En cours
--	------------	--	------------------	----------	----------

Le mois prochain

	QUAL2.1.09	Plafond extérieur: Vérification de la descente de l'isolant autour des colonnes rondes (jusqu'au niveau du FP)	Rémi Thirion	30-09-17	En cours
GO / P.13	QUAL2.1.21	Contrôle de la position des colonnes alignées sur les bandrasters	Cit Blaton	30-09-17	En cours

Sources : CIT Blaton / LetsBuild



Et après? Les retours d'expérience

Via des outils spécifiques, créer des canaux de retour d'expérience entre les collaborateurs concernant:

- ▶ Innovations
- ▶ Processus
- ▶ Bonnes pratiques
- ▶ Non-conformités / défauts / ...
- ▶ ...



Source : Cit Bleton



Les retours d'expériences

Quelques outils de transmission

- ▶ Réunions spécifiques
 - PM
 - Conducteurs
 - ...

- ▶ Fiches de non-conformités

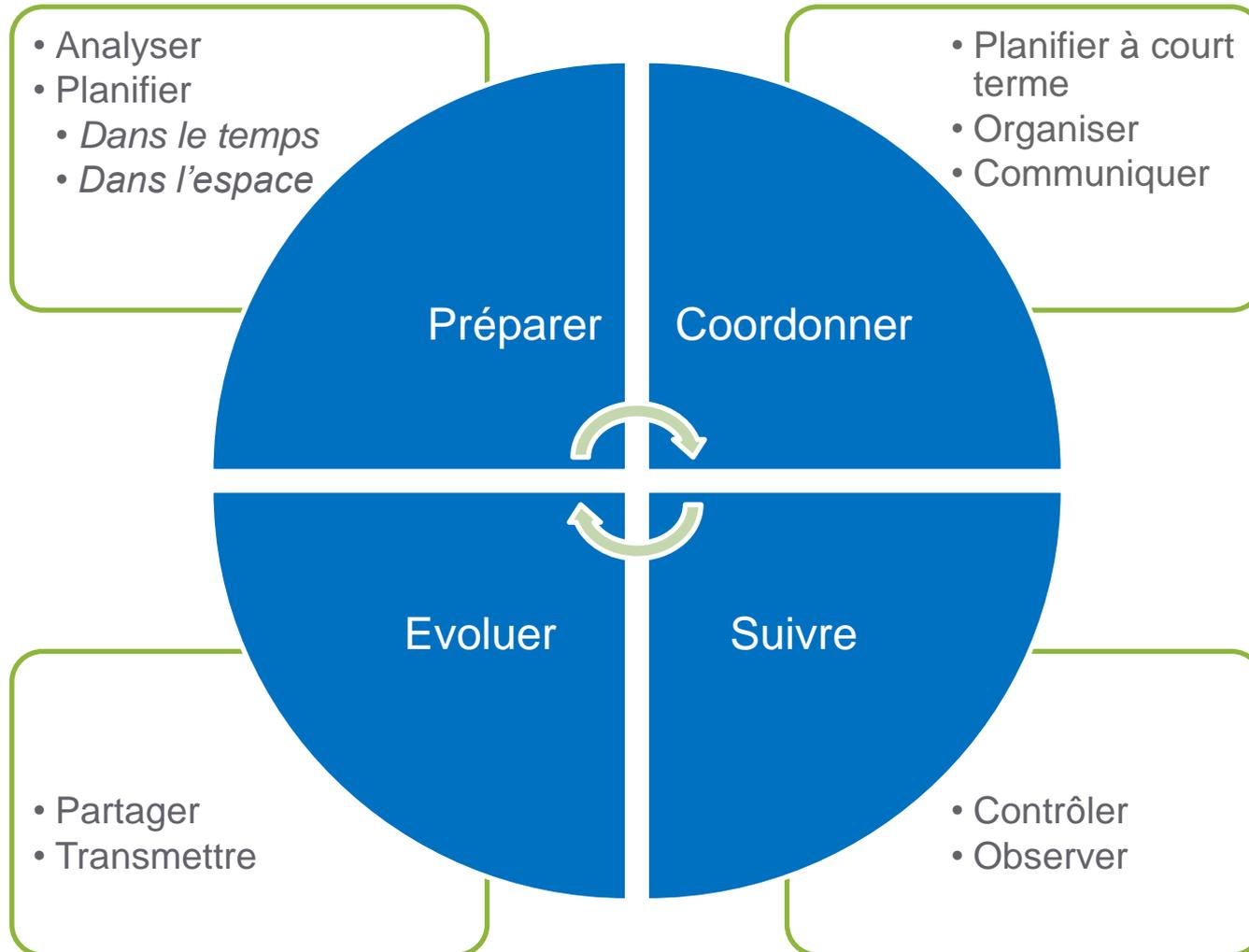
- ▶ Fiches LEAN

- ▶ Groupes de travail sur des sujets clés

- ▶ Communications « Flash »
Notes de service

Source : Cit Blaton





LEAN ET GASPILLAGES SUR CHANTIER

- ▶ Les 7 types de gaspillage du LEAN
- ▶ Leviers d'action sur les gaspillages
- ▶ Quelques outils en détails
- ▶ En résumé

RETOUR D'EXPÉRIENCE - GESTION DES DÉCHETS DE CONSTRUCTION SUR BELLIARD 40

- ▶ Evaluation
- ▶ Plan d'action
- ▶ Tri et revalorisation
- ▶ Bilan



Description du Projet

Belliard 40:

- ▶ Bâtiment de 20.000 m² (hors sol)
- ▶ 5.000 m² (sous-sol).
- ▶ Bureaux + logements + commerce

- ▶ Architecte : Art&Build
- ▶ MO : Cofinimmo

Construction Durable:

- ▶ Lauréat Bâtiment Exemple 2011
- ▶ Certifié passif
- ▶ BREEAM Excellent 2009
- ▶ Chantier pilote gestion des déchets (Bruxelles Environnement-CCB-C CSTC)



Source : Cit Blaton



Belliard 40 : Description du projet

- ▶ Démolition du bâtiment existant
- ▶ Construction d'un bâtiment neuf par CIT Blaton
- ▶ Champ d'action sur les déchets de construction uniquement



Source : Cofinimmo



Source : Art&Build



Certification environnement BREEAM

Niveau BREEAM visé sur Belliard 40 : Excellent

- ▶ Le maximum de crédits est visé sur la gestion de déchets de chantier
- ▶ Crédits 'innovation' visés

BREEAM pour l'entrepreneur générale

- ▶ Gestion durable du chantier
- ▶ Suivi des consommations: énergie, transports, déchets
- ▶ Gestion des déchets

Exigences BREEAM sur la gestion des déchets

- ▶ Plan de gestion des déchets
- ▶ Objectifs et monitoring de la quantité de déchets évacués
- ▶ Actions de réduction de déchets sur 5 groupes de déchets
- ▶ Tri de 5 groupes de déchets pour recyclage/revalorisation
- ▶ Min 60% des déchets sont détournés de sites d'enfouissement



Plan de gestion des déchets

Réalisé en début de chantier

1. Identification des types de déchets présents
2. Évaluation des quantités
3. Prévention de production de déchets
4. Gestion des déchets sur chantier
5. Options de traitement des déchets

Hiérarchie gestion des déchets



Diminution de la quantité de déchets

Emballages

- Utilisation de silo à mortier
- favoriser l'utilisation d'emballages consignés
- Utilisation de palettes normées et consignées
- favoriser des livraisons en gros volume

Bois

- Utilisation de coffrages réutilisables générant moins (ou pas) de déchets de bois
- Nombreux éléments préfabriqués nécessitant moins de coffrage en bois

Inertes

- Utilisation d'éléments préfabriqués (hourdis..) générant moins de déchets sur chantier
- Prévoir des réservations dans le béton, pour limiter les carottages (et déchets) par la suite

Métaux

- Diminution des quantités de déchets de métaux par utilisation d'éléments préfabriqués

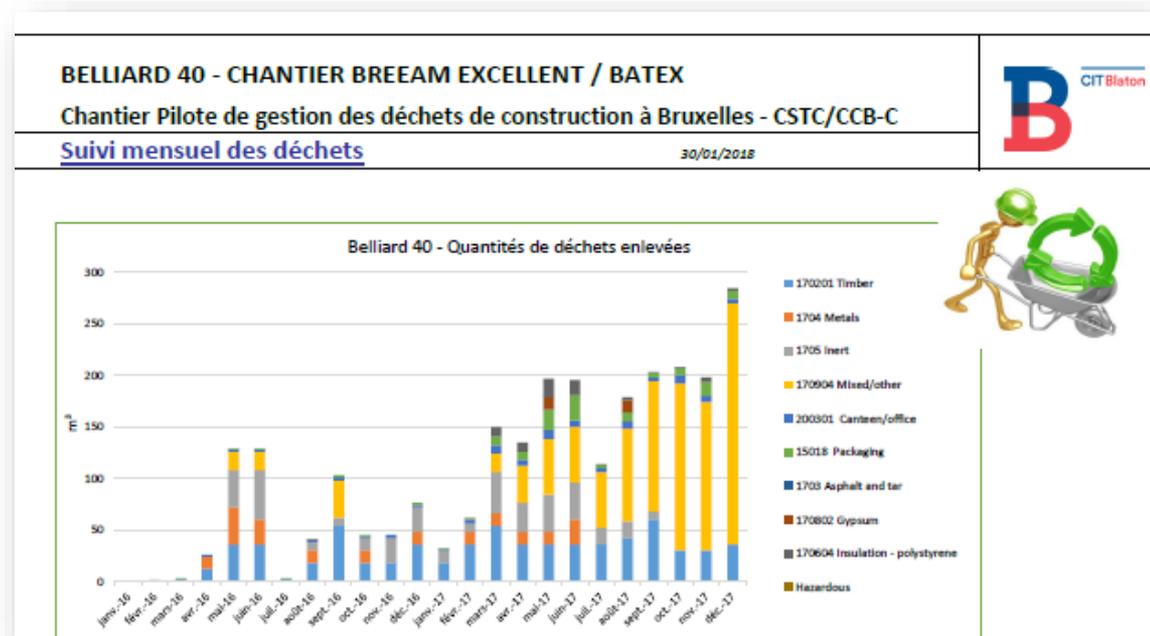
Déchets « mixtes »

- Tri plus important des déchets, donc moins de déchets mixte
- Sensibilisation du personnel, sur chantier, afin de réduire la quantité de déchets
- Utilisation d'éléments préfabriqués (hourdis..) générant moins de déchets sur chantier



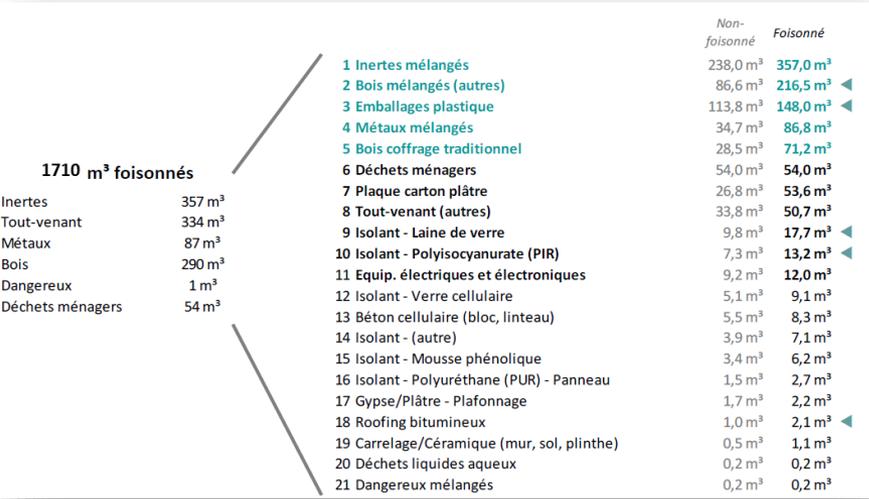
Organisation chantier

- ▶ Implication et sensibilisation du personnel de chantier
- ▶ Monitoring des quantités de déchets enlevées
- ▶ Contrats : gestion des déchets inclus dans les clauses
- ▶ Affichage sur chantier
- ▶ Toolbox meeting
- ▶ Suivi et contrôle



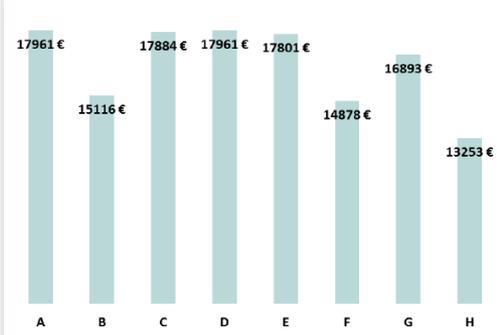
Chantier pilote gestion des déchets - accompagnement

- ▶ Évaluation de la quantité de déchets produit par chantier
 - Réalisé par CSTC
 - Basé sur différentes méthodes d'évaluation
 - Analyse détaillée des métrés
- ▶ Étude de pratiques innovantes de gestion des déchets
- ▶ Analyse des tendances en fin de chantier

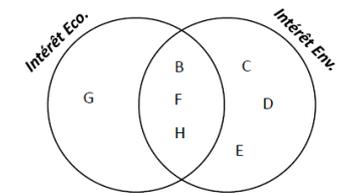


Source : CSTC

Comparaison scénarios de tri



- A Tri traditionnel (bois, tout-venant, inertes, métaux, ménagers, dangereux)
- B Emballages plastiques
- C Laine de verre
- D Roofing
- E PIR
- F Emballages + Laine de verre + Roofing + PIR
- G Containers 18m³ (bois + tout-venant)
- H Containers 18m³ + Emballages + Laine de verre + Roofing + PIR

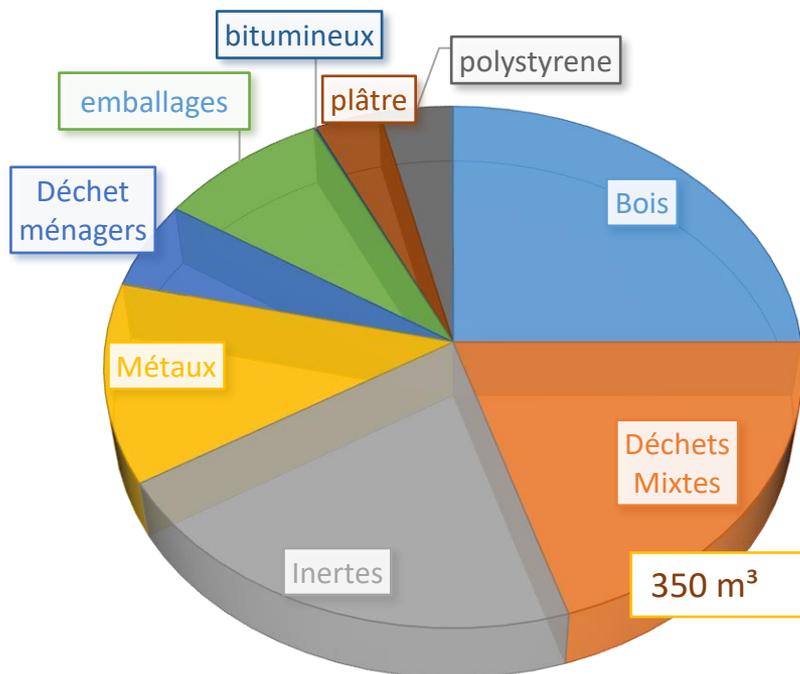


Source : CSTC

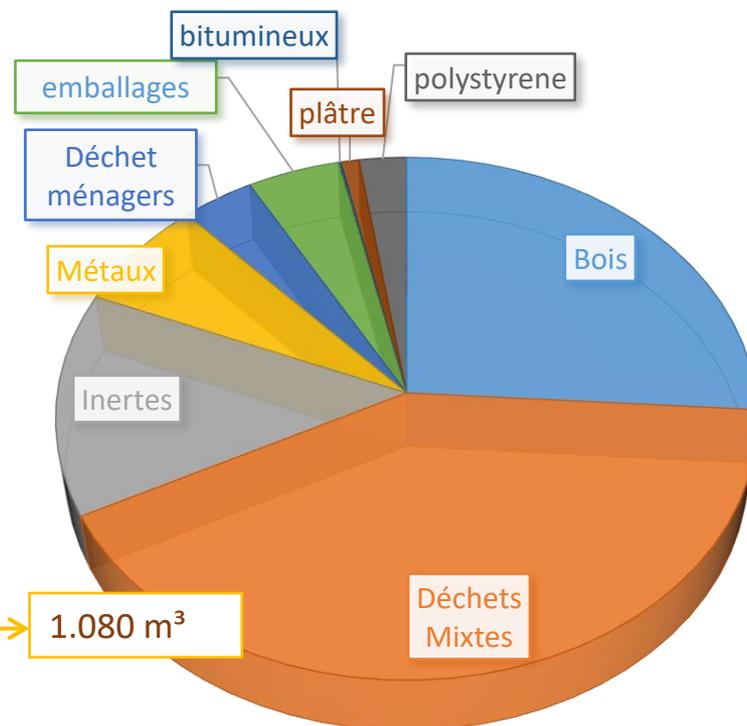


Évaluation des quantités de déchets: difficultés rencontrées

DÉCHETS ÉVALUÉS - VOLUME TOTAL = 1.710 M³



FIN DE CHANTIER - VOLUME TOTAL = 2.605 M³



Évaluation des quantités de déchets – indicateurs types

- ▶ Évaluation basée sur la surface construite
- ▶ Indicateur types
 - $m^3 / 100 m^2$
 - $t / 100 m^2$
 - BREEAM

- ▶ Où se situe-t-on?
 - Typiquement on vise 14-15 $m^3 / 100m^2$

- ▶ En général 80% des déchets sur 3 fractions:
 - Bois
 - Inertes
 - Mixtes



12 fractions de déchets triés sur chantier

- **Fractions 'classique'**
 - ▶ Tout-venant
 - ▶ Inertes
 - ▶ Bois
 - ▶ Métaux
 - ▶ PMC
 - ▶ Ménager
 - ▶ Cartons
 - ▶ Dangereux
- **Fractions spécifiques:**
 - ▶ Déchets Bitumineux
 - ▶ Plâtre
 - ▶ Emballage plastiques
 - ▶ Frigolite (emballage)
 - ▶ Dangereux : cartouches Hilti



Source : Cit Blaton



Source : Cit Blaton



Tri – Emballages

Emballages plastiques : 60m³

- Sacs clean site
- Quantité importante
- Coût intéressant

Frigolite : 62m³

- Seulement frigolite propre utilisée pour le conditionnement de matériaux
- Pas d'isolant EPS
- Évacué gratuitement

Cartons : 68m³

- soit **190m³ d'emballages** (plastique, frigolite + carton)
- Équivalent à **plus de 10 containers** 18m³
- **7% du volume total** de déchets



Source : Cit Blaton



Source : Cit Blaton



Source : Cit Blaton



Tri - Bois

Bois : 678 m³

Quantités sous-estimées
Beaucoup de conditionnement
Palettes non-consignées
Remplissage des containers difficile



Source : Cit Bleton



Source : Cit Bleton



Tri – Plâtre

Plaques de plâtre : 24m³

- ▶ Surfacturé – sur base du poids
- ▶ Enlèvement d'un container plâtre plus cher (40%) que le tout-venant !
- ▶ Suivi et contrôle nécessaire sinon utilisé comme container mixte
- ▶ Manque de place en fin de chantier
- ▶ Cradle-to-cradle? "Recyclable" à l'infini



Source : cradle to cradle



Source : Cit Blaton



Tri – Membranes bitumineuses

Membranes bitumineuse : 3m³

- ▶ Sur Belliard 40 : étanchéité bitumineuse
 - ▶ Reprise des chutes et recyclage à l'usine fait par le producteur de l'étanchéité
 - ▶ La plupart des marques proposent maintenant la démarche
-
- ▶ Difficulté:
 - petites quantités souvent mélangées
 - rassemblées au dépôt du sous-traitant pour ensuite être collectée par le producteur



Source : Cit Blaton



Source : iko



Actions étudiées en cours de chantier mais finalement non retenues

Économie sociale « Gardien de chantier »

- ▶ En charge de faire le tri de containers
- ▶ Améliore le remplissage des containers
- ▶ Gains sur la quantité de containers évacués
- ▶ Ne peut pas réaliser d'autres tâches sur chantier

Récupération des palettes non-consignées pour la création de meubles de jardin

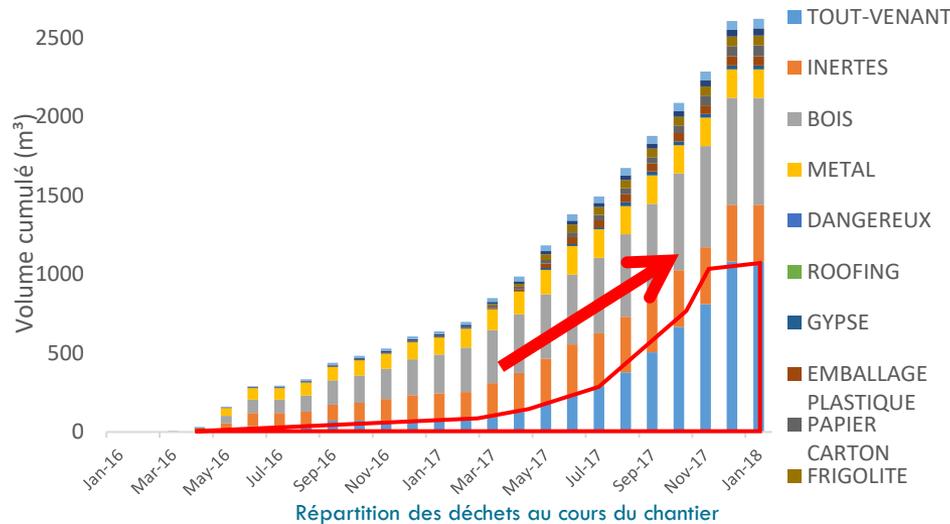
- ▶ Lors des contacts, l'artisan avait déjà des réserves de bois en suffisance
- ▶ Question de timing
- ▶ Peu d'intérêt pour qualité bois de palettes



Déchets tout-venant

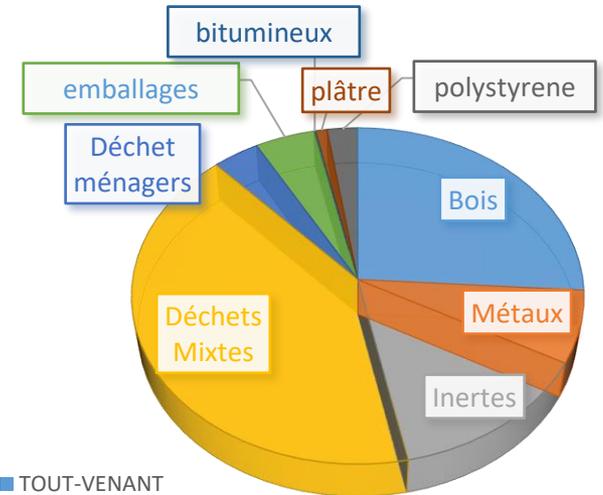
Tout-venant : 1.080m³

- ▶ Quantités importantes malgré tri
- ▶ Fin de chantier : Espace pour tri n'est plus disponible
- ▶ 1 container mixte placé sur la voirie
- ▶ Parachèvements = grande quantité de déchets difficiles à trier



Déchets évacués - fin de chantier

Volume total = 2.605 m³



Gains

- Le BREEAM a été le point de départ de la démarche
- Meilleure évaluation et **connaissance** des déchets
- Essai de nouvelles pratiques et recyclage de **nouvelles fractions**
- Le volume de déchets mixtes coûteux réduite de **12% grâce aux actions spécifiques**
- Chantier plus **propre**, qui fonctionne mieux

Difficultés rencontrées

- Le BREEAM ne valorise pas suffisamment les efforts de gestion/valorisation des déchets
- Contexte urbain: espace limité
- Suivi et implication des sous-traitants et ouvriers
- Difficultés de tri pr les petites fractions
- Manque de filières de revalorisation
- Coût des solutions de revalorisation



À titre de comparaison :
Ratios de déchets produits par 100m²



Belliard 40

13 m³/100 m²

Source : Cit Blaton

Construction de bureaux:

Gros-œuvre / techniques /
aménagement de base

Chantier pilote gestion de déchets



Source : Cit Blaton

10,5 m³ / 100 m²

Construction de dépôt d'archive:

Gros-œuvre + partie rénovée / beaucoup de
techniques

Chantier pilote BIM avec beaucoup de
préfabrication



Source : Jaspers-Eyers Architects

20 m³ / 100 m²

Construction de bureaux:

Gros-œuvre / techniques / aménagement
de base

Changements en cours d'exécution
Non-conformités dans gros-œuvre





Les ressources matérielles : à considérer en amont pour limiter la quantité de déchets sur chantier

- ▶ Importance de standardiser les processus dans toute l'organisation et sur base des retours d'expériences
- ▶ Rester à la page des évolutions technologiques
- ▶ D'un chantier à un autre des différences importantes sur les ressources matérielles
- ▶ La quantité des déchets produits peut servir d'indicateur sur le bon fonctionnement d'un chantier
- ▶ Certaines sources de déchets peuvent et doivent être évités:
 - Changements en cours de chantier
 - Erreurs d'études
 - Erreurs d'exécution
 - Non-conformités
- ▶ Plus de réemploi du matériel de chantier / installation de chantier
 - Éviter matériel à usage unique
- ▶ Points d'attention :
 - L'étude
 - Contrôle
 - Formation





Sites internet



APROPLAN

▶ Aproplan : <https://app.aproplan.com/>

 **Finalcad**

▶ Finalcad : <https://www.finalcad.com/>

 **PlanRadar**

▶ PlanRadar : <https://www.planradar.com/us/>



▶ Kairnial : <https://www.kairnial.com/>

 **WIZZCAD**

▶ WizzCAD : <https://wizzcad.com/>





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème | Gestion, chantier et participation

Solution | [Lean construction](#)

Solution | [Plan de gestion des déchets du chantier](#)

Dossier | [Recycler les matériaux et déchets, si possible in situ](#)

- ▶ Thème | Economie circulaire



Maximilien Croufer

Ingénieur d'Etudes Energie Environnement

CIT Blaton

☎ +32 2 240 22 11

✉ mac@citblaton.be

Maxime Vinel

Quality Manager

CIT Blaton

✉ mvi@citblaton.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

