



Amélioration de la préparation des chantiers de construction grâce à une analyse des flux de matériaux : Version préliminaire

Novembre 2021

Florence Poncelet – Laboratoire solutions Durables et Circulaires - CSTC

Une analyse des flux de matériaux vise à estimer les quantités de matériaux transitant sur un chantier de construction. Celle-ci permet ainsi à l'entrepreneur de mieux préparer ses chantiers, en anticipant la gestion des flux de matériaux entrants et sortants, et de dimensionner de manière optimale son installation de chantier. Elle peut également permettre d'estimer les coûts des services proposés par un centre de consolidation pour un chantier de construction. Cette analyse peut être réalisée dans le cadre de l'élaboration d'un Plan Logistique de Chantier¹.

Pourquoi ?

Une analyse de flux a pour but d'améliorer la préparation d'un chantier via l'optimisation :

- du processus achat (commandes) ;
- de la chaîne d'approvisionnement (livraisons) ;
- de l'installation de chantier en fonction des quantités entrantes et sortantes.

Comment ?

Plus précisément, elle permet :

- de réaliser une estimation des types et des quantités de matériaux entrants sur chantier, en unités équivalent palettes ;
- de réaliser une estimation des quantités de matériaux entrants sur chantier par période de temps (par phase de chantier, par mois, par jour...) ;
- de réaliser une estimation des types et des quantités de flux sortants du chantier : matériaux de réemploi, déchets de construction ou de démolition.

¹ Voir https://bccc.brussels/wp-content/uploads/2021/10/202108_BCCC_PLC_Final.pdf



Dans le cas de l'utilisation des services d'un centre de consolidation de la construction (CCC), cette analyse peut également permettre :

- de réaliser une estimation des types et des quantités de matériaux à faire transiter par un CCC ;
- de déterminer la pertinence de faire transiter l'un ou l'autre flux de matériaux par un centre de consolidation
 - selon les quantités de matériaux attendues et la place de stockage disponible sur chantier ;
 - selon les types de flux.
- de réaliser une estimation des coûts des services d'un CCC

Afin de déterminer ces différents points, une méthodologie en 4 étapes est proposée.

1. Estimation des flux de matériaux entrants sur chantier
2. Etude de pertinence et de faisabilité du transit des flux de matériaux via un CCC
3. Estimation des flux de matériaux sortants du chantier
4. Monitoring des flux entrants et sortants

Cette analyse est à débiter au plus tôt, avant le démarrage du chantier.

Si cette étude est réalisée pour des chantiers ne faisant pas appel aux services d'un centre de consolidation de la construction, la deuxième étape ne devra pas être réalisée.

1. Estimation des flux de matériaux entrants sur chantier

Cette première étape vise à quantifier les flux de matériaux entrants sur chantier sur un certain laps de temps, sur base de documents de chantiers tels que métrés estimatifs et planning. Les quantités prévues sont converties en unités équivalents palettes (PEU²) pour obtenir une unité de mesure équivalente pour les différents types de matériaux, permettant d'estimer l'espace de stockage et les transports nécessaires.

a. Estimation des types de flux entrants et des quantités sur base du métré

Cette estimation des flux peut suivre le déroulement suivant :

² Pallet Equivalent Unit

1. On complète le métré estimatif en reprenant l'ensemble des produits de construction à commander (par exemple, la colle pour mettre en œuvre des blocs de plâtre).

Référence	Description	TM	Un	Quantité
21.22.7	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre			
21.22.7a	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre 950 kg/m3 non WR		m3	309.772
21.22.7a	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre hydrofuges pour sdb et cuisines		m3	185.687
21.22.7a	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre: GT 10 cm		m3	79.041
21.22.7a	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre: GT 7 cm		m3	63.178
21.22.7a	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre: GT 15 cm		m3	4.038
	colle		m2	7,221.388
	Cornières d'angles sortants pour cloisons en blocs de plâtre		m	864.000

2. Un éventuel coefficient de sécurité pour couvrir les pertes (découpes, vols, dégradations,...) lors de la mise en œuvre peut être appliqué à ces quantités.

Référence	Description	TM	Un	Quantité	Coeff. com	Commande
21.22.7a	Maçonneries non portantes en blocs de plâtre 950 kg/m3 non WR		m3	309.772	0,050	325.260

3. Les quantités de matériaux sont converties en équivalents-palettes³. Cette conversion peut être réalisée de différentes manières :

- Les sites des fournisseurs donnent parfois des indications permettant de connaître ou de calculer les quantités de matériaux en équivalent palettes. Par exemple, si un fournisseur de blocs de plâtre indique que les palettes contiennent l'équivalent de 10m² de blocs de plâtre d'épaisseur de 10cm, la quantité de blocs de plâtre peut alors facilement être converties en PEU.

Flux IN		Palettes								
Un	Commande	Commentaire	Coefficient(s)				VALEUR		# Eq. PAL	
			Valeur	unité	Valeur	unité	Valeur	unité		
m3	325.26	501x667x100	0.1	m ² /m ²		pc/pallet	10	m ² /palette	1	326

- L'expérience de l'entrepreneur peut permettre de connaître ou déduire un coefficient de conversion en unité équivalent palette (PEU). Un monitoring tel que proposé au point 4, réalisé pour d'autres chantiers, peut également permettre de le déduire.

³ Il est également envisageable d'estimer certains matériaux dans d'autres unités que les équivalents palettes. Par exemples, les châssis qui sont livrés sur chevalets.

- Si ces données sont introuvables, des hypothèses telles que le nombre de pièces par palette peuvent être posées afin d'estimer le nombre d'équivalents-palettes.

4. Une fois cette conversion réalisée, des conclusions peuvent déjà être tirées. Il est par exemple possible d'estimer si l'espace de stockage sur chantier sera suffisant par rapport au nombre de livraisons envisagées pour les flux les plus importants.

b. Planning

1. Chaque type de matériaux peut ensuite être associé à une phase de chantier (gros-œuvre, façade, techniques, parachèvements, etc).

Description	TM	Un	Quantité	Coeff. com	Commande	Phase
Maçonneries non portantes en blocs de plâtre 950 kg/m3 non WR		m3	309.772	0.050	325.26	Gros-œuvre

Gros-œuvre

Façade

Toiture

Parachèvement

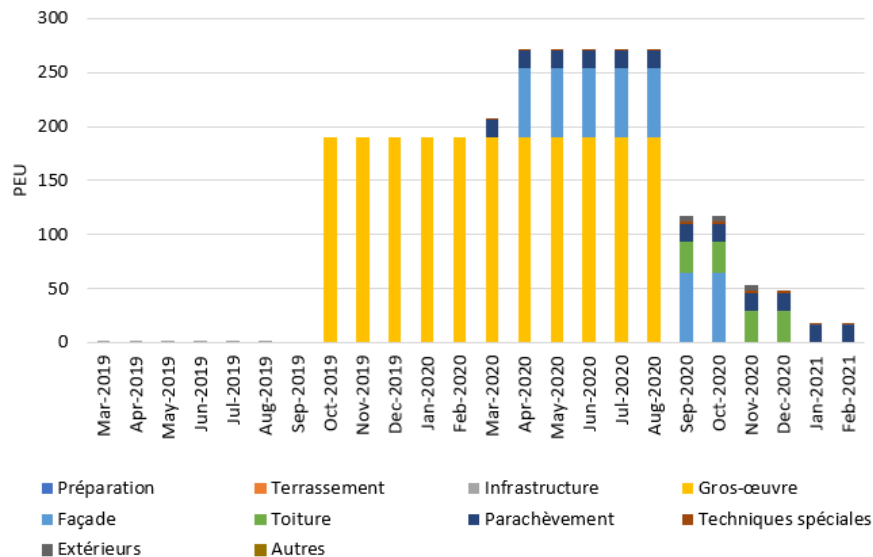
2. Le nombre d'équivalent-palettes est ensuite calculé en fonction des phases de chantier planifiées.

	Nombre palettes (PEU)
Préparation	0
Terrassement	0
Infrastructure	3
Gros-œuvre	2085
Façade	449
Toiture	117
Parachèvement	199
Techniques spéciales	22
Extérieurs	15
Autres	0

3. Une estimation du nombre de palettes équivalent entrants sur chantier est ensuite calculée par mois, par semaine ou par jour de travail, grâce au planning de chantier.

	Planning (dd/mm/aaaa) (màj)			Nb de jours de travail	Nombre de mois	Mois de début	Nombre palettes (PEU)	Numéro du mois
	Start	End						
Préparation	04/03/2019	06/03/2019		3	1	1	0	1
Terrassement	29/05/2019	18/10/2019		103	6	3	0	3
Infrastructure	29/03/2019	01/08/2019		90	6	1	3	1
Gros-œuvre	02/10/2019	25/08/2020		235	11	8	2085	8
Façade	09/04/2020	28/10/2020		145	7	14	449	14
Toiture	02/09/2020	18/12/2020		78	4	19	117	19
Parachèvement	20/03/2020	02/02/2021		228	12	13	199	13
Techniques spéciales	20/03/2020	02/02/2021		228	12	13	22	13
Extérieurs	24/09/2020	16/11/2020		38	3	19	15	19
Autres	28/10/2020	04/12/2020		28	3	20	0	20

La distribution d'équivalent-palettes peut être estimée de manière uniforme tout au long de la phase de chantier considérée. Par exemple, le nombre total d'équivalent-palettes correspondant à la phase gros-œuvre est divisé par le nombre de mois prévus lors de la phase gros-œuvre pour obtenir le nombre d'équivalents-palettes correspondant à cette phase par mois.



4. Cette estimation peut être affinée en fonction de l'expérience de l'entrepreneur. Par exemple, il pourrait estimer que davantage de palettes sont livrées au début ou en fin de certaines phases.

2. Etude de pertinence du transit des flux de matériaux via un centre de consolidation

Avant le démarrage du chantier, il importe de déterminer pour quels types de matériaux il est pertinent d'envisager un transit par un centre de consolidation. Cette pertinence dépendra de plusieurs facteurs⁴ :

- Des procédés constructifs et de la nature même des matériaux de construction. Par exemple, il serait pertinent de faire transiter des sacs de mortier par un CCC, mais cela aurait moins de sens pour un silo.

⁴ Le choix de faire appel aux services d'un CCC de manière générale dépendra également de toute une autre série de facteurs, qui ne sont pas explicités dans ce document, tels que la distance entre le CCC et le chantier.

Par exemple, lors de l'expérimentation du BCCC, les matériaux suivants à destination du chantier « Park West » ont notamment transité par le CCC :

- des blocs silico-calcaire
- des blocs de plâtre
- de la colle pour ces blocs
- des poutrelles
- des châssis
- des linteaux
- des panneaux isolants (notamment en PIR et en laine de roche)
- des pierres de façade
- des accessoires comme des cales et des pièces d'assemblages.

Il a notamment été jugé non-pertinent de faire transiter certains matériaux :

- du mortier livré en silo
- du substrat de toiture extensive soufflé depuis le camion
- des revêtements de façade en panneaux préfabriqués en béton décoratif et des balcons en béton architectonique, par exemple, sont estimés trop fragiles pour passer par un CCC et nécessitent des moyens de manutention particuliers

- Du contexte :
 - De l'espace de stockage disponible sur chantier en fonction des quantités de flux entrants, qui ont été estimées lors de la première étape (voir point 1). En effet si la quantité d'un type de matériaux est peu importante et que la place de stockage sur chantier est suffisante pour ce flux, il ne sera pas toujours pertinent de faire transiter ces matériaux par un CCC. Les différents coûts de stockage, dus à des taxes de voirie, ou encore locations d'un terrain à proximité sont également pris en compte lors de cette étude de pertinence.

Par exemple, lors de l'expérimentation du BCCC pour le chantier Park West, il a été jugé pertinent de faire transiter les blocs silico-calcaire (estimation initiale de plus de 1200 palettes) et les blocs de plâtre (estimation initiale de 733 palettes), mais pas les blocs d'assise hydrophobes (estimation de 6 palettes).

- Des différents intervenants liés à l'approvisionnement du chantier (fournisseurs, sous-traitants,...) et à la provenance des matériaux. Certains fournisseurs ou sous-traitants pourraient posséder un entrepôt proche du chantier. Certains entrepreneurs ou sous-traitants pourraient également transporter des matériaux peu encombrants dans leur propre moyen de transport. Par exemple, un peintre travaillant comme sous-traitant apportera généralement lui-même ses pots de peinture dans son véhicule.

Dans le cadre du même chantier Park West, l'entrepôt du fournisseur des briques de terre cuite étant proche du chantier, et la quantité des briques étant relativement limitée (estimation de 70 palettes), il a été décidé de ne pas faire transiter ces matériaux par le BCCC. Par contre, des panneaux en PIR ont transité par le BCCC, alors que leur quantité était moindre (estimation à 60 palettes), mais leur fournisseur plus éloigné.

- De la disponibilité d'éventuels moyens de manutention et logistiques spécifiques nécessaire au CCC.
- De la possibilité de consolider des matériaux, autrement dit du nombre de différents types de flux et de la taille de ceux-ci, pour lesquels il a été estimé pertinent d'utiliser les services d'un CCC. Par exemple, il pourrait être pertinent d'utiliser les services d'un CCC pour seulement un ou deux types de flux si leur quantité est importante. Si ces mêmes types de matériaux ne sont nécessaires qu'en quantité limitée, il ne sera peut-être pas pertinent d'utiliser les services d'un CCC pour ce chantier.

Lors de l'expérimentation du BCCC, dans le cadre du chantier "Park West", une enquête concernant la pertinence et la faisabilité de faire transiter certains flux de matériaux par le centre de consolidation, ainsi que par voie d'eau, avait été réalisée lors de la première année du projet auprès de l'entreprise BPC.

Flux	Utilité d'un transit via centre de consolidation ?	Faisabilité : vérification avec les différents intervenants	moyens de manutention spécifiques (au centre de consolidation) ?	Transport par voie d'eau jusqu'au centre de consolidation ?	Commentaire
Gros-oeuvre : Maçonneries + colles + profilés					
Blocs de 9 cm rejointoyé	Non				Petites qtés. Transports viendront de [redacted]
Maçonneries non portantes en blocs de béton cellulaire - bloc coupe thermique	Non				Petites qtés. Transports viendront de [redacted]
Maçonneries non portantes en blocs de plâtre	Oui	Vérifier avec le fournisseur		Vérifier avec le fournisseur	[redacted], Réunion avec [redacted]
Consoles de support pour maçonneries	Peut-être	Vérifier avec le fournisseur			
Maçonnerie en silico-calcaire : éléments prédécoupés	Oui	oui		oui	Elements standards en bateau. Elements découpés sur mesure par camion vers BCCC
+ kim	Oui	oui		non	
+colle	Oui	oui		non	

Extrait de l'enquête

3. Estimation des types et les quantités de flux sortants du chantier

Estimer les types et les quantités de déchets qui seront produits dans un chantier lors des phases d'exécution permet de planifier la logistique de gestion des déchets (méthode de tri, planning et coûts). Cette estimation peut être réalisée lors de la mise en place d'un Plan

de Gestion des Déchets. Une fiche outil⁵ a été réalisée à ce sujet dans le cadre du projet Chantiers Pilotes de gestion innovante des Déchets de construction à Bruxelles. Une explication de la méthodologie à suivre est également en cours de rédaction dans le cadre du projet BuildCircular.brussels⁶.

4. Monitoring des flux entrants et sortants

Un monitoring des flux entrants sur chantier (et éventuellement transitant par un CCC) peut être réalisé tout au long du chantier. Ce monitoring permet de réaliser une comparaison entre les estimations (point 1 et 3) et les quantités effectives de flux entrants sur chantier. Ces comparaisons permettront :

- de vérifier les estimations (celles-ci se basant parfois sur des hypothèses) de quantités de matériaux et de les ajuster le cas échéant pour l'estimation de prochains chantiers ;
- de tirer des conclusions concernant la distribution de palettes par période (si lors de l'estimation, le nombre de palettes a été distribué de manière uniforme par phase de chantier) ;
- d'optimiser la gestion et le stockage des matériaux de construction lors de prochains chantiers.

Lors de l'expérimentation menée dans le cadre du projet BCCC, un logiciel facilitant les commandes de matériaux et leur logistique a été utilisé, permettant facilement de comparer les quantités de matériaux entrants aux estimations.

Il est également possible de monitorer les déchets en phase d'exécution de chantier (construction et démolition) : type de déchets, type de containers, quantité, destination - filière de traitement, données du collecteur/transporteur et du valorisateur/éliminateur. Une fiche outil⁷ a été réalisée à ce sujet dans le cadre du projet Chantiers Pilotes de gestion innovante des Déchets de construction à Bruxelles.

Les monitorings des flux entrants et sortants permettent, grâce aux conclusions qui peuvent en être tirées, de faciliter l'analyse des flux, de rendre ces dernières systématiques, ainsi que d'en tirer des conclusions à plus large échelle.

⁵ https://www.cpdb.brussels/wp-content/uploads/2018/11/F4_4_FR.pdf

⁶ <https://buildcircular.brussels/>

⁷ https://www.cpdb.brussels/wp-content/uploads/2018/11/F4_5_FR.pdf