



Réunion du 06/06/2019
P 1

Gestion innovante des déchets de construction à Bruxelles

Enseignements de 17 chantiers pilotes

Présentation Green Board de l'ADEB
06 juin 2019

Ambroise Romnée
Chef de projet
Laboratoire développement durable, CSTC

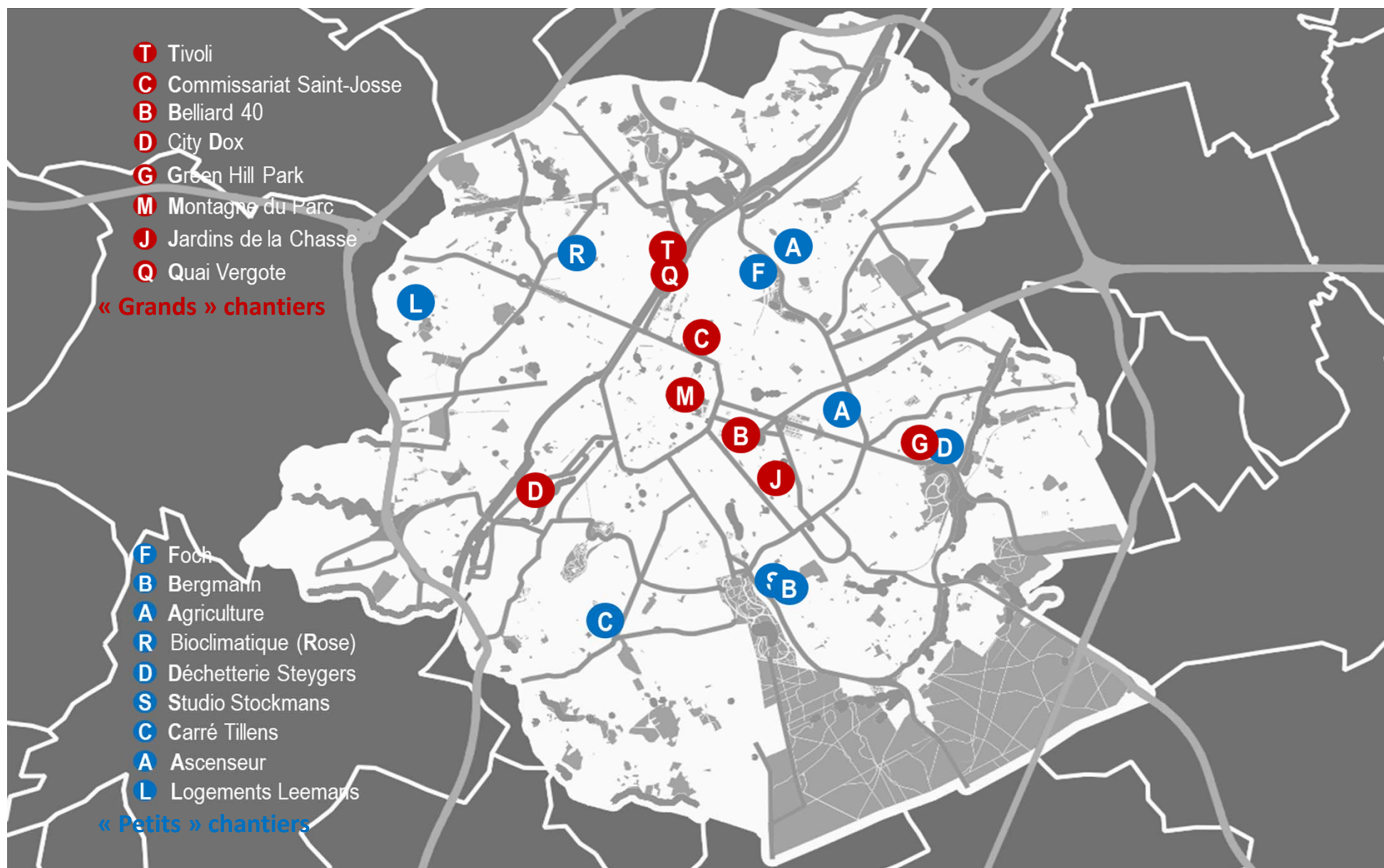


- T** Tivoli
- C** Commissariat Saint-Josse
- B** Belliard 40
- D** City Dox
- G** Green Hill Park
- M** Montagne du Parc
- J** Jardins de la Chasse
- Q** Quai Vergote

« Grands » chantiers

- F** Foch
- B** Bergmann
- A** Agriculture
- R** Bioclimatique (Rose)
- D** Déchetterie Steygers
- S** Studio Stockmans
- C** Carré Tillens
- A** Ascenseur
- L** Logements Leemans

« Petits » chantiers





Tivoli – Ecoquartier 60.000m²



Commissariat – 3.407 m²



Belliard 40 – Bur. Log. 18.804 m²



Montagne du Parc – Bur. 75.000 m²



Jardins de la Chasse – Bur. Log. 31.395 m²



Greenhill Park – Log. 9.543 m²



City Dox – Mixte soins 44.242 m²



Quai Vergote – Commerce 5.814 m²



Déchetterie entrepôt Steygers



Ascenseur 300 m²



Bergmann – Log. 720 m²



Studio Stockmans – Log. 80 m²



Logements Leemans 200 m²



Carré Tillens – Lo. 334 m²



Foch – Log. 500 m²



Bioclimatique (Rose) – Log. 320 m²



Agriculture – Log. 100 m²



Rinoo



POLYCONSTRUCT
Société privée à responsabilité limitée
Entreprises générales



Max Stockmans

pratique
planning upcycling réemploi
économique
logistique multiflux
ressource
conteneur symphonie collecteur valoriste
formation inventaire déchetterrie déconstruction
LEAN consolidation
gardiendéchets
environnemental
flux sac
sensibilisation
tri
soustraitant préfabrication
plandegestion collaboration
valorisation entrepreneur
monitoring estimation
recyclage informationnelle producteur
takebackmanagement
BREEAM collecte prévention fraction
rangement
filières
bigbag


Les pratiques innovantes de gestion des **déchets de construction** peuvent prendre plusieurs formes dans une logique d'**économie circulaire**

- **quantification** et **monitoring** des déchets ;
- organisation de la **logistique** et des **filières** ;
- gestion des **ressources humaines** ;
- support d' **activités économiques circulaires**.

Estimation et Plan de gestion des déchets

- Cahier des charges
- Plans et métrés

→ Flux IN de matériaux



TIVOLI
parbam
Projet TIVOLI - Quartier durable
Rue de Tivoli - Rue de Molenbeek - Rue Clappers
1020 Bruxelles

Isolation		
Isolation en panneaux		
Isolation en panneaux - matières synthétiques		
Isolation en panneaux - polyisocyanurate (PIR)		
Epaisseur 5 cm	M2	60,86
Epaisseur 6 cm	M2	1,37
Epaisseur 8 cm	M2	1,83
Epaisseur 10 cm	M2	13,37
Epaisseur 12 cm	M2	48,37
Epaisseur 14 cm	M2	0,00
Epaisseur 14,5 cm	M2	18,18
Epaisseur 16 cm	M2	3.789,89
Epaisseur 18 cm	M2	0,00
Epaisseur 20 cm	M2	0,00
Epaisseur 22 cm	M2	17,28

- Wastage rate
- Outil d'estimation

→ Flux OUT de déchets

	Wastage Rate
(autre)	5,0%
Béton - Coulé	2,0%
Béton - Dalle, Pavé	4,0%
Béton - Élément préfabriqué	1,0%
Béton cellulaire - Bloc	7,0%
Béton cellulaire - Linteaux	1,5%
Bois - (autre)	8,0%
Bois - Charpente	8,0%
Bois - Coffrage traditionnel	45,0%
Bois - Palette	100,0%
Bois - Panneaux (fibr, part)	5,0%
Bois - Revêtement intérieur (pl)	8,0%
Bois - Revêtement extérieur (te)	8,0%
Bois - Structure	8,0%
Brique terre cuite / Briquette	4,0%
Carrelage/Céramique - Mural	3,0%
Carrelage/Céramique - Plinthe	5,0%

- Économique
- Pratique
- Environnemental

→ Plan de gestion

Fraction	Non-foisonné	Foisonné
Béton	601,7 m ³	902,6 m ³
Briques	10,5 m ³	15,8 m ³
Carrelages, tuiles et céramiques	5,3 m ³	10,6 m ³
Liants et ciments	68,7 m ³	103,1 m ³
Bloc silico-calcaire	20,6 m ³	30,9 m ³
Bloc béton cellulaire	57,6 m ³	86,4 m ³
Inertes mélangés	6,7 m ³	10,1 m ³
Bois mélangés	7,5 m ³	18,8 m ³
Bois de coffrage	384,2 m ³	960,5 m ³
Bois palette	627,9 m ³	1255,8 m ³
Déchets mélangés	35,0 m ³	52,5 m ³
Gypse & Plâtre - Autres	17,5 m ³	35,0 m ³
Gypse & Plâtre - Bloc de plâtre	312,5 m ³	625,0 m ³
Gypse & Plâtre - Plaques	35,7 m ³	71,4 m ³
Isolants - Autres	2,9 m ³	5,2 m ³
Isolants - EPS	255,6 m ³	447,3 m ³

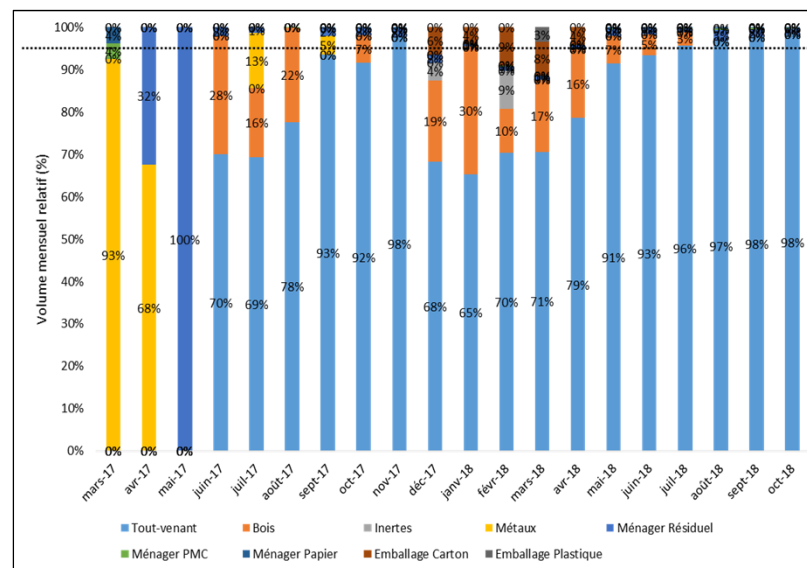
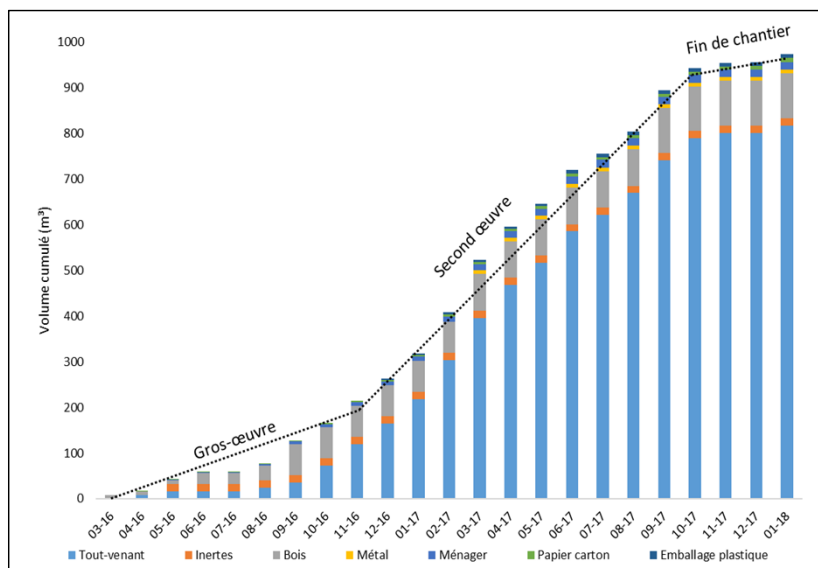
Monitoring des déchets

Outil de monitoring

- Type
- Quantité (vol., masse)
- Date
- Coût

Analyse de la production

- Indicateurs (type, quantité et coût)
- Foisonnement containers (container et déchets)
- Distances parcourues (Filières et Impact environnemental transport)
- Phases du chantier & Actions spécifiques



Causes des différences entre estimation et monitoring

Processus constructif

Estimation < Monitoring

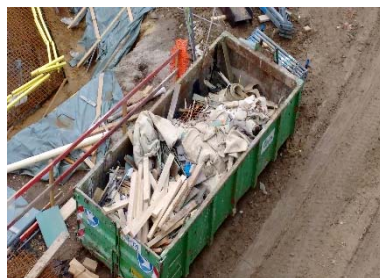


- Mise en oeuvre, conservation et transport
- Inestimables 'a priori'
- Fournisseur & méthodes de l'entrepreneur

- ➔ Grande quantité déchets
- ➔ Déchet mixte

Déclassement

Estimation < Monitoring



- Manque de place sur chantier
- Présence de contaminants dans container trié

- ➔ Surcoût
- ➔ ↘ Tri sur site

Foisonnement

Estimation < Monitoring



- Déchets jetés dans container
- Manque de rangement des containers

- ➔ Surcoût

Préfabrication

Estimation > Monitoring



- Préfabrication ➔ ↘ quantité de déchets sur chantier
- Outil d'estimation = méthode classique

- ➔ Moindre coût de gestion
- ➔ Plus d'anticipation

Objectifs du tri selon la taille du chantier...

Petit chantier

Faible quantité et nombreuses fractions

- Tri élevé sur chantier dans des sacs évacués régulièrement par versage
- Massification en entrepôt
- Location de containers tout-venant sur chantier



Grand chantier

Contrat cadre avec les collecteurs,

- *Objectif* : minimiser le nombre de container (tout-venant)
- *Contraintes* : place et volume suffisants
- *Opportunités* : filières spécifiques et meilleur tri/rangement

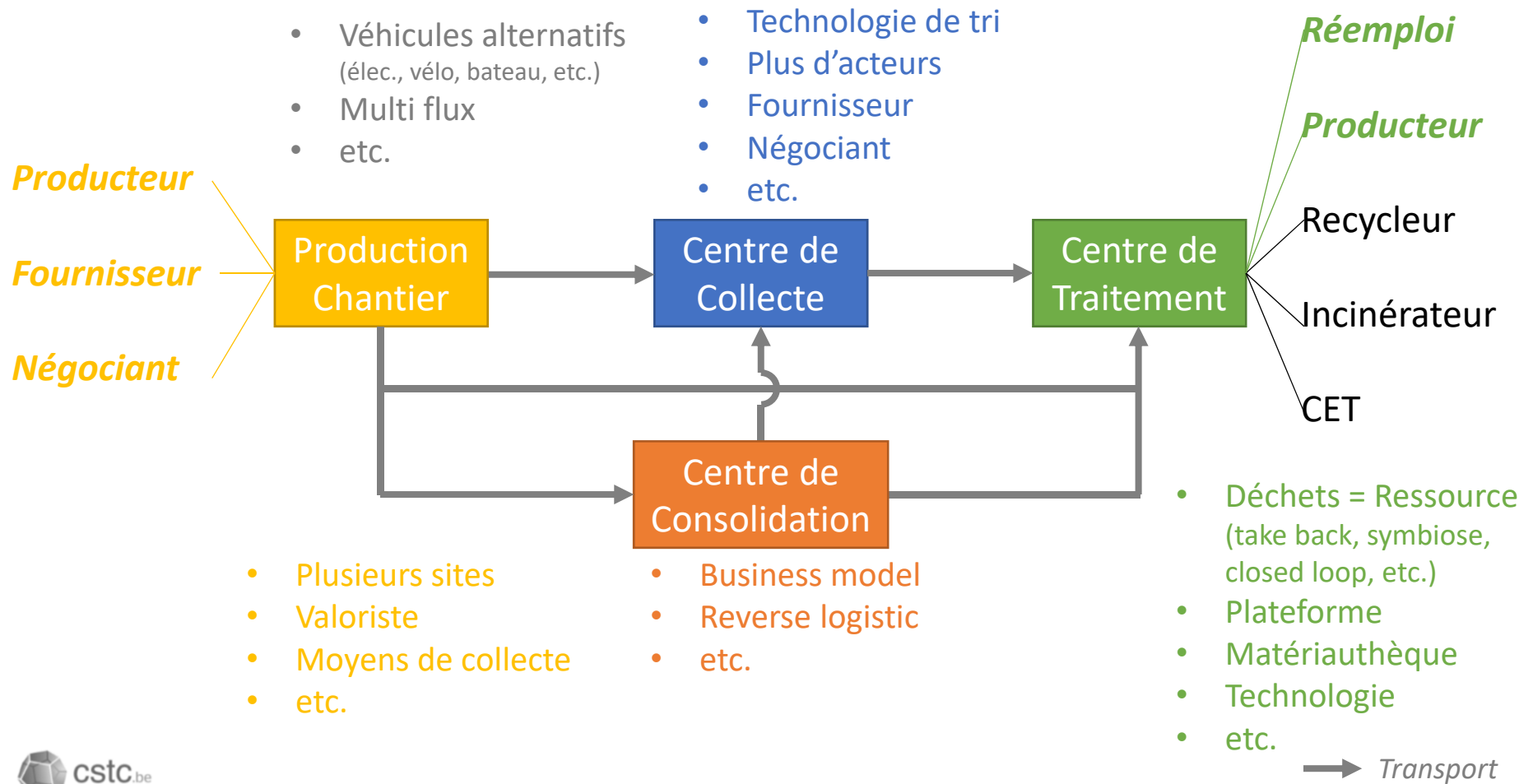


Chaîne logistique des déchets de construction "Business as usual"



Innovations dans la chaîne logistique des déchets de construction

Nouveaux acteurs et activités logisitiques



Moyens de collecte



Take back management

Filières de gestion des déchets spécifiques

Mise en place par les producteurs & fournisseurs d'une collecte des chutes de mise en oeuvre pour réintroduction dans la boucle de production.

- Laine de roche *
- Laine de verre *
- Emballage plastique *
- Béton cellulaire *
- Plaque de plâtre *
- Tubes en plastique
- PVC rigide
- Revêtement synthétique
- Revêtement bitumineux *
- Moquette
- Plafond suspendu laine minérale
- Isolant EPS *



Légende chaîne logistique (slides suivants)



Acteurs

- E = Entrepreneur ;
- S = Sous-traitant ;
- P = Producteur ;
- C = Collecteur de déchets ;
- F = Fournisseur de matériaux ;
- N = Négociant ou vendeur de matériaux
- R = recycleur

Couleurs

- Chantier (pré-prod ou production)
- Collecte (collecte ou massification)
- Traitement (post-prod ou transformation)

Formes

- Rond = intervenant 
- Carré = lieu 

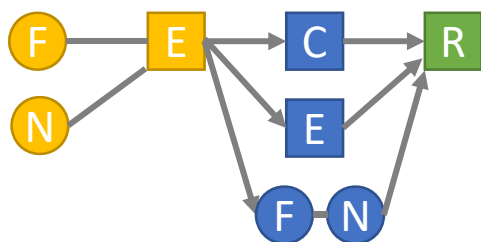
Traits

- Flèche = transport de déchets 
- Trait = relation commerciale 

Chaîne logistique

Films d'emballages plastique souple - "Filière Clean Site System"

- Chaîne(s) logistique(s) de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte :
 - rouleau 5 sacs 400 l, 2,5 €/sac
 - Pas de quantité minimale
 - Transport : Chantier → Point de chute
1 compris dans le prix du sac.
 - Traitement (prime Val-I-Pac)

- Observations rencontrées

- Disparité entre entrepreneurs
 - « Grands » entrepreneurs : repris au dépôt, collecteur ou fournisseur
 - « Petits » entrepreneurs : pas assez de points de reprise
- Critères stricts d'acceptabilité
- D'autres filières Shanks ou MCA
- Plus d'infos sur :

www.cleansitesystem.be

- Production d'emballages recyclés



Take back management

Laine de roche – “Filière Rockcycle”

- Chaîne logistique de la filière

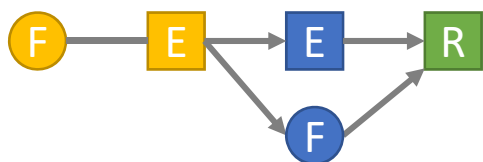


- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte
 - Collecteur Renewi
 - Container 20-40 m³ : 335-520 €
 - Bigbag : 70 €
 - Transport : Chantier → Recycleur compris dans la location du container
 - Traitement : compris dans la location du container
- Observations rencontrées
 - Moyen de collecte trop volumineux
 - Moyen de collecte trop cher
 - Distance vers recycleur trop importante
- Rockcycle : <https://fr.rockwool.be/tools-et-services/services/rockcycle/>



Take back management Isolant EPS – “Filière STO”

- Chaîne(s) logistique(s) de la filière



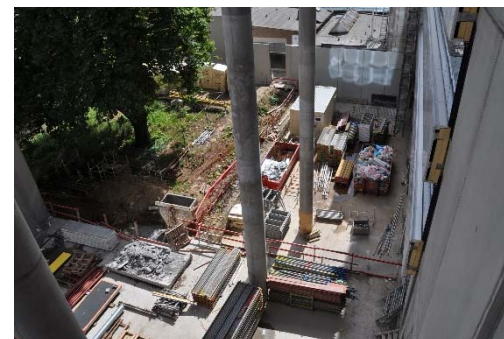
- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte : sac 1,5m³ - rouleau 25 sacs 4,5 €/sac
 - Transport : dépend de la taille en emplacement du chantier
 - E massifié en dépôt → Recyclage ISOMO (petit chantier)
 - F reprend en reverse logistic → Recyclage ISOMO (grand chantier)
 - Traitement : compris dans coût du transport
- Observations rencontrées
 - Système qui fonctionne bien
 - Sous-traitance : reprise de tous les déchets → qualité du tri ?
 - Manque d’info sur le recyclage



Testé sur les chantiers pilotes

Des difficultés et limites du tri sur chantier

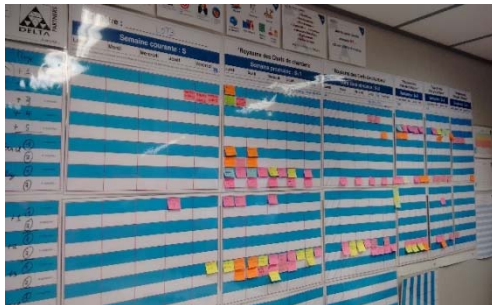
- **Manque de place**
- **Pas encore de filière** de recyclage
- **Matériaux de construction**
 - Nombreux
 - Plusieurs marques pour un matériau
- **Distance vers le centre de traitement**
pas d'intérêt économique et environnemental
- **Filières spécifiques**
 - Quantité minimale de déchets
 - Marque du produit
 - Service achat
 - Sous-taitant



LEAN management, Formation et Sensibilisation

Augmentation de la qualité des chantiers en impliquant tous les acteurs à réduire les erreurs et dès lors à réduire la production de déchets.

- Planning collaboratif
- Marquage des zones de trafic, de stockage des matériaux et de collecte de déchets
- Information et amélioration du tri des déchets
- Signalisation spécifique de collecte des déchets.
- Formation et sensibilisation



Collaboration avec les “gardiens de déchets de chantier” ou valoriste

Chantier propre

- Collecte régulière
- Veille attentive
- Nettoyage des zones de trafic et de stockage



Tri et monitoring & Déchetterie de chantier

- Tri des containers
- Remplissage des containers
- Monitoring des déchets



« Sécurité »

- Bâchage des containers
- Ouverture / Fermeture de la déchetterie
- Maintien de la signalisation



Valoriste ou Werfwachter (Gardien de déchets de chantier)

- Expériences
 - Outsourcing
 - Entreprise économie sociale
 - En interne
 - Formation valoriste
- Efficacité
 - Meilleur rangement
 - Meilleur tri
 - Installation centre de tri
 - Augmentation du nombre de fractions triées
 - Gain économique (5%)
- Rentabilité
 - Pas atteinte si mono-fonction ou mono-chantier
 - Gain économique = 450 €/mois

Avant



Après



50 % volume gagné



Meilleur tri des déchets

Symbiose industrielle

Créer des partenariats pour substituer une matière première par les déchets d'une entreprise partenaire, via la vente, le partage ou le don.

**Bois de coffrage =
Ressource pour la
creation de mobilier**

Project Commissariat
Pictures CSTC, Jacques Delens &
Ferme Nos Pillifs



**Bois de coffrage =
Ressource pour la
creation de serres**

Project Tivoli & Tomato Chili
Pictures CSTC & DZeroStudio



Filière Bout 2 Bois

Ferme Nos Pilifs & Entreprises Jacques Delens

Volonté des Entreprises Jacques Delens

- Trier mieux - Revaloriser mieux
- S'inscrire dans une démarche éco-responsable
- Réduire les volume des containers

Avril 2017 - Chantier pilote CSTC - Zone de police d'Evere

- Rencontre avec Ferme Nos Pilifs – Bout 2 Bois lauréat BeCircular 2016,
 - Test de 3 mois et ajustements - demandes et besoins
- ➔ mise en place d' un partenariat.



Filière Bout 2 Bois

Ferme Nos Pilifs & Entreprises Jacques Delens

Bois non traités:

- Voliges, madriers (coffrage) et voliges de sécurité.
- Palettes sous conditions.

Depuis peu..

- panneaux de coffrage mélaminés.
- Doka H20



Filière Bout 2 Bois

Ferme Nos Pilifs & Entreprises Jacques Delens

Container → Barelles

- Tri – type de matériaux
- Tri - taille des fractions
- Rangement - foisonnement



Filière Bout 2 Bois

Ferme Nos Pilifs & Entreprises Jacques Delens



UN NICHOIR
MADE IN PILIFS,
C'EST TELLEMENT
PLUS ÉDUCATIF
QU'UN DOCUMENTAIRE
SUR LES OISEAUX
MADE IN
TÉLÉVISION.



Filière Bout 2 Bois

Ferme Nos Pilifs & Entreprises Jacques Delens

- Upcycling à l'échelle ultra-locale
- container 10 m³ par mois.
- Positionnement éthique et social d'EJD.
- EJD anticipe les législations qui seront de plus en plus contraignantes
- 10 chantiers ont déjà participé.
- Certification ISO 14001
- Création de 5 emplois pour des bruxellois porteurs de handicap.



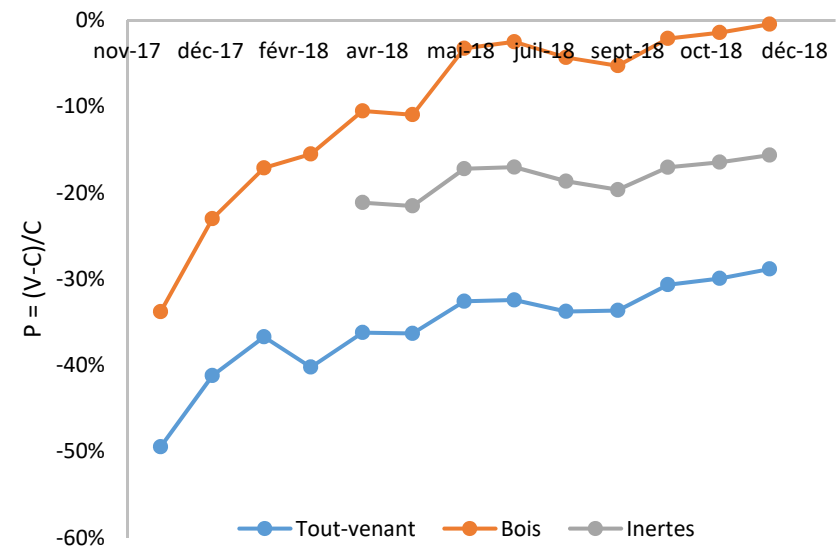
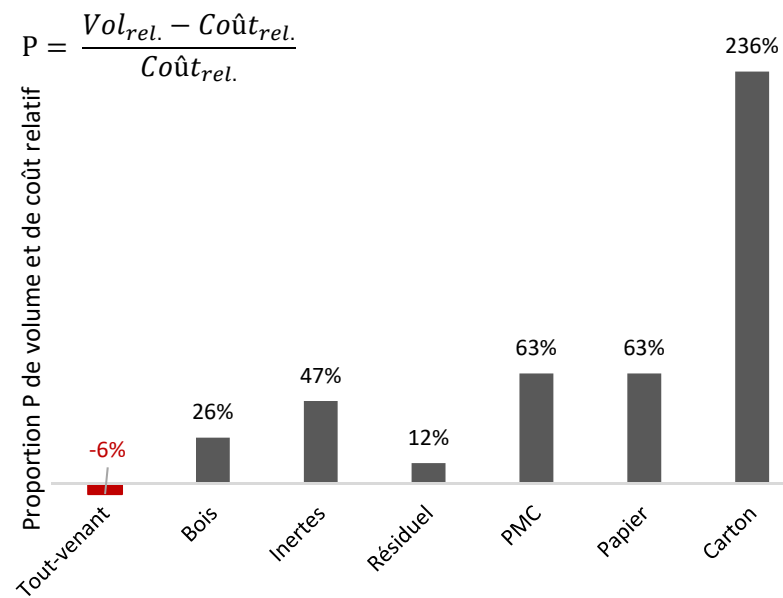


**Est-ce trié et rangé de manière optimale ?
Que nous apprend le monitoring des déchets ?**

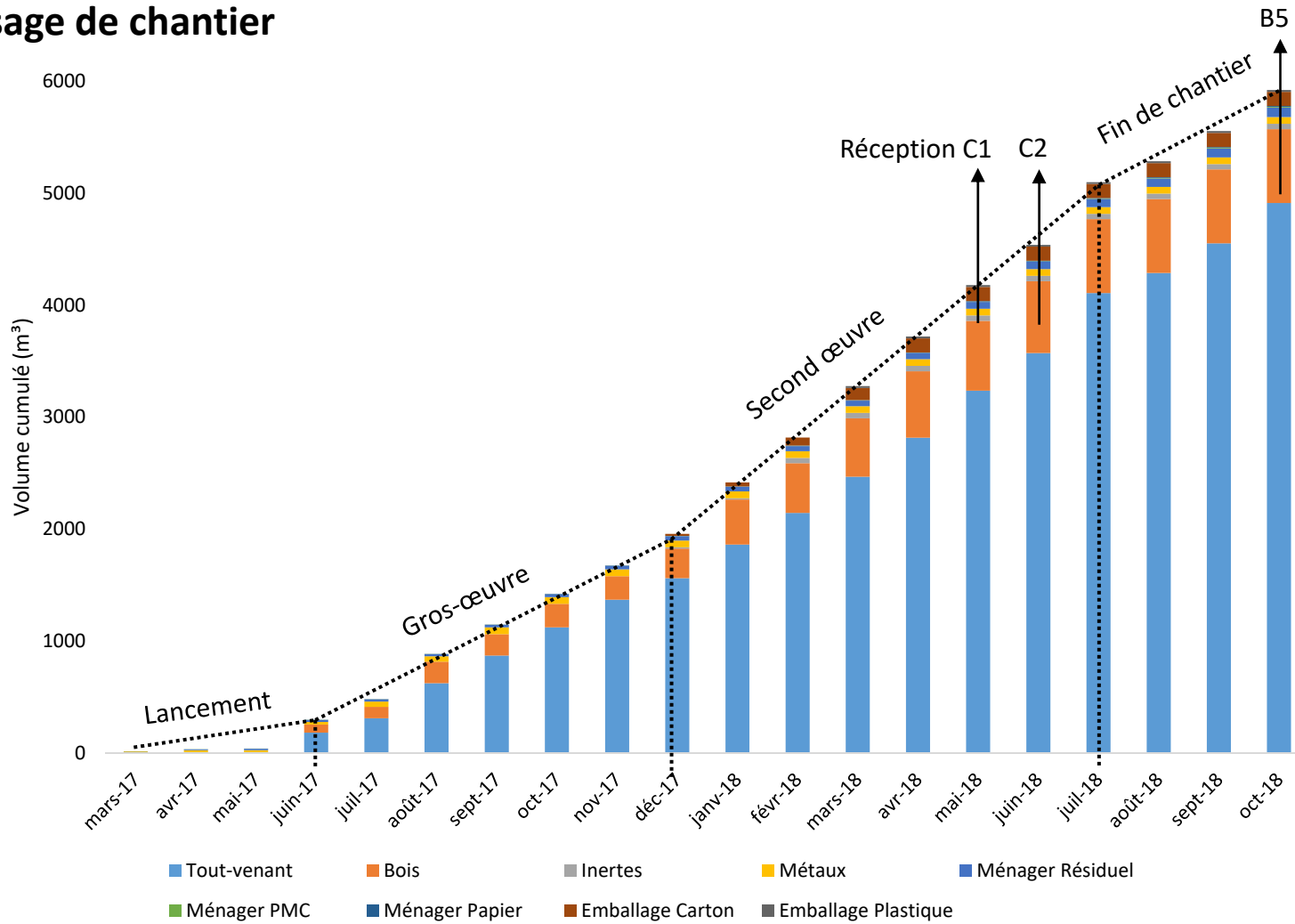
1 Indicateurs de production de déchets

	Tout-venant	Bois	Inertes	Métaux	Ménager Résiduel	Ménager PMC	Ménager Papier	Emballage Carton	Emballage Plastique	Total	
$\Sigma = 95\%$ (très élevé par manque de tri) ↓	4910 m ³	660 m ³	48 m ³	60 m ³	85,16 m ³	6,48 m ³	7,20 m ³	126 m ³	16 m ³	5919 m ³	$\Sigma = 1,7\%$ (standard)
	83%	11%	1%	1%	1,4%	0,1%	0,1%	2,1%	0%	13,4 m ³ /100m ²	
$\Sigma = 98\%$	11,10	1,49	0,11	0,14	0,19	0,01	0,02	0,28	0,04	116108 €	Production de déchets limitée
	102750 €	10270 €	640 €	0 €	1497,86 €	78,03 €	86,70 €	735 €	50 €	262 €/100m ²	
	88%	9%	1%	0%	1,3%	0,1%	0,1%	0,6%	0%	19,6 €/m ³	
	232,25	23,21	1,45	0,00	3,39	0,18	0,20	1,66	0,11	345 containers	
	20,9	15,6	13,3	0,0	17,6	12,0	12,0			0,78 cont/100m ²	
	295	41	4	5							
	86%	12%	1%	1%							
	0,67	0,09	0,01	0,01							

2 Intérêt économique du tri de certaines matières



3 Phasage de chantier



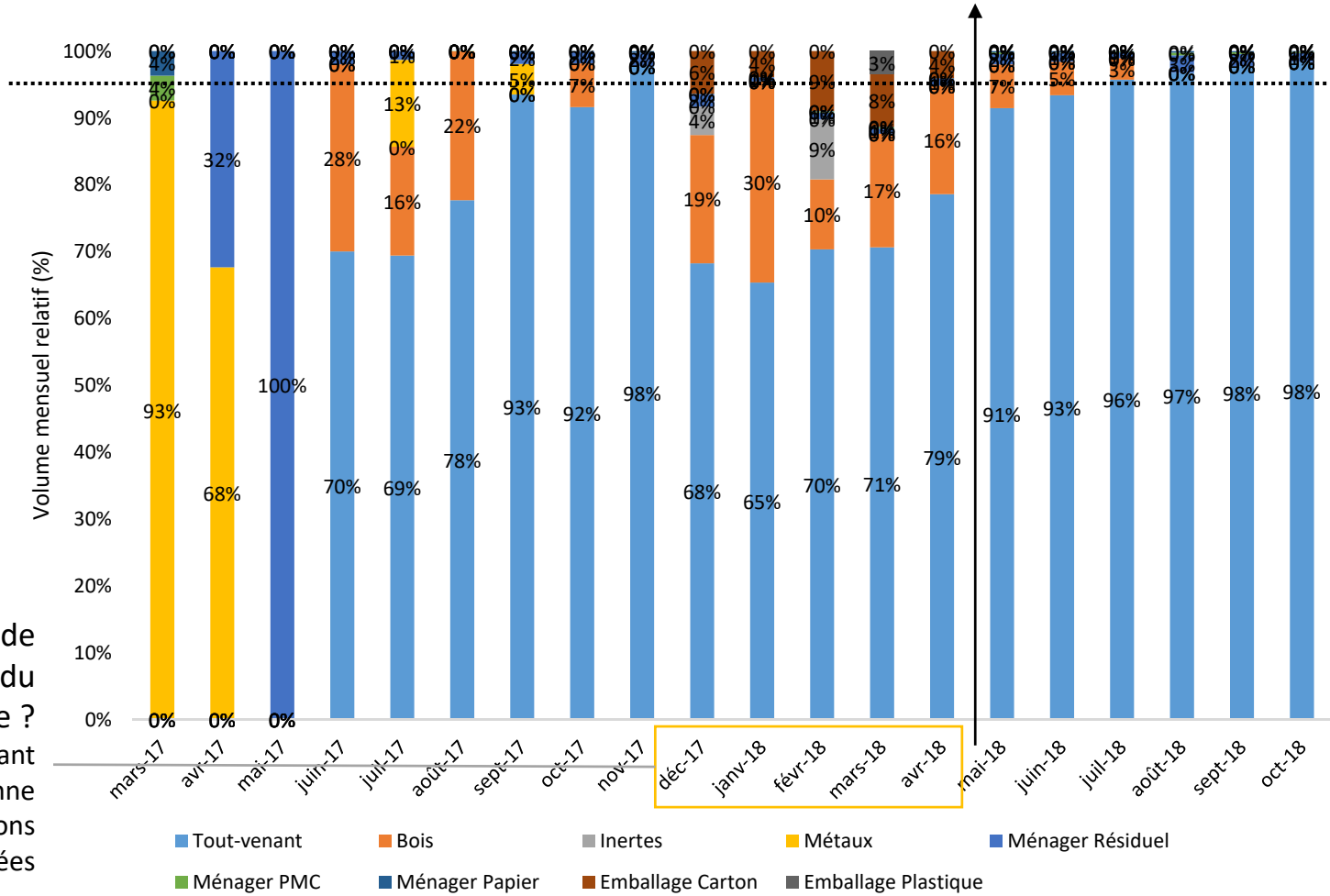
Phasage de chantier

Fermeture des façades → arrêt du tri aux étages → diminution du tri

95% d'inertes, bois et tout-venant (en moyenne dont 84% de tout-venant ; élevé)

Période de présence du valoriste ?

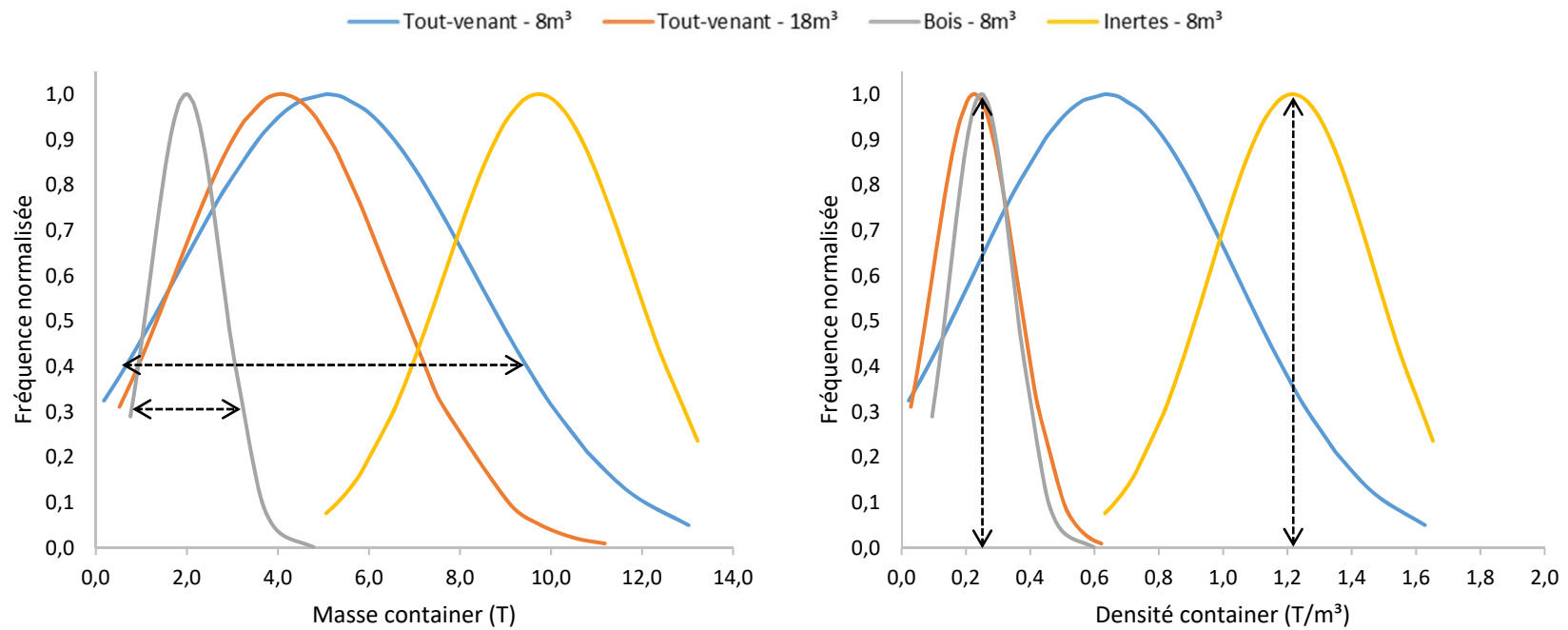
- 71% tout-venant en moyenne
- 6 fractions monitorées



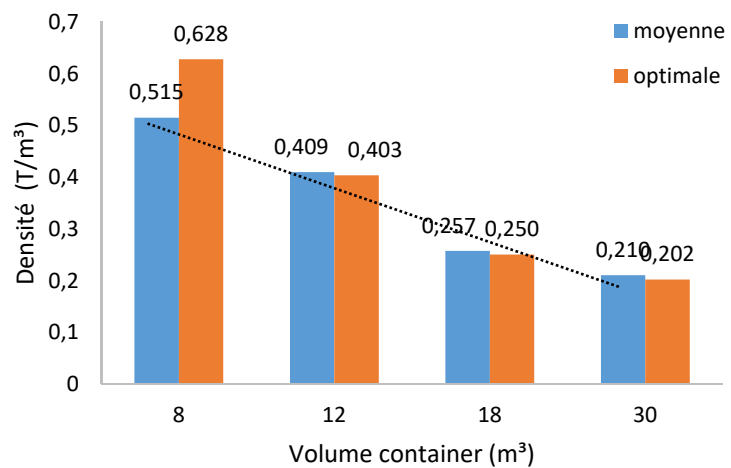
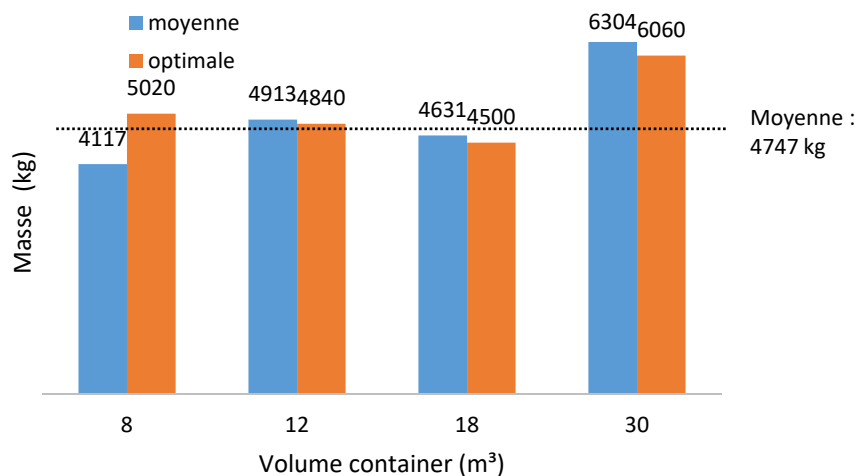
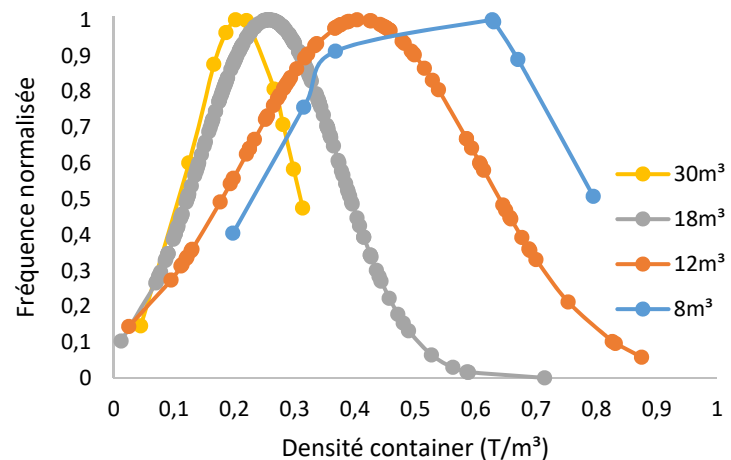
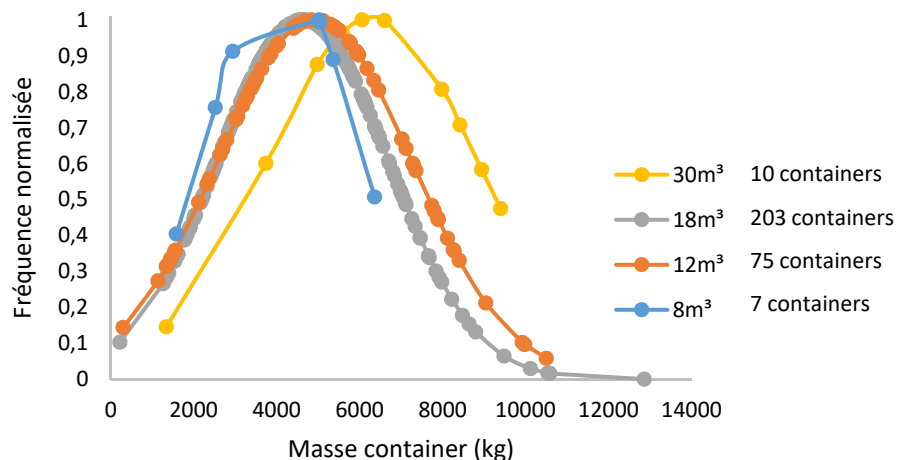
4

Analyse du remplissage des containers

Spectre de distribution des masses et des densités de remplissage



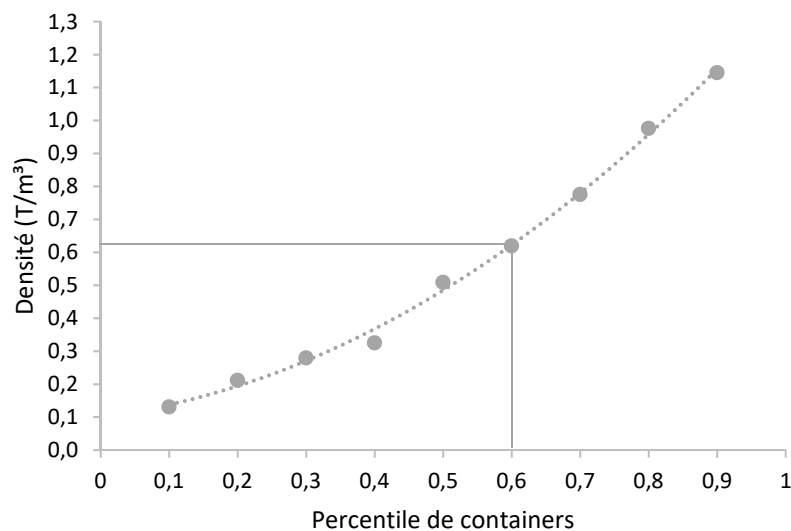
Analyse remplissage containers tout-venant



5

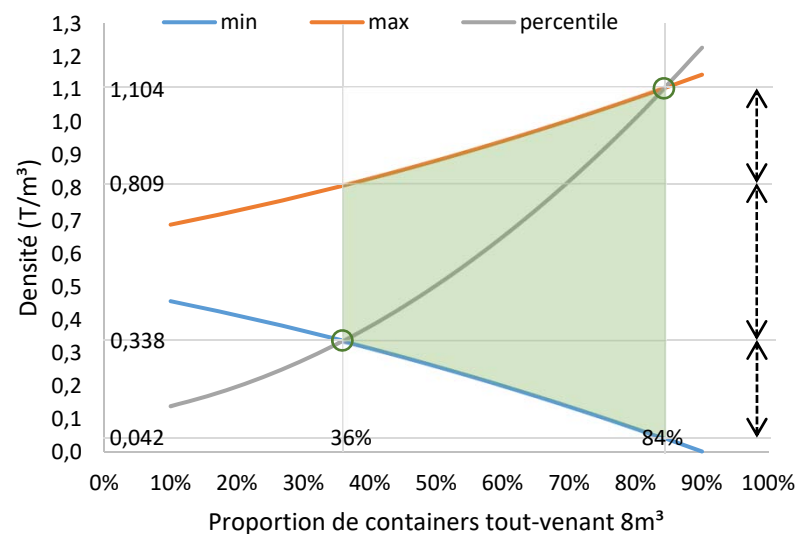
Analyse du remplissage des containers

Proportion de containers



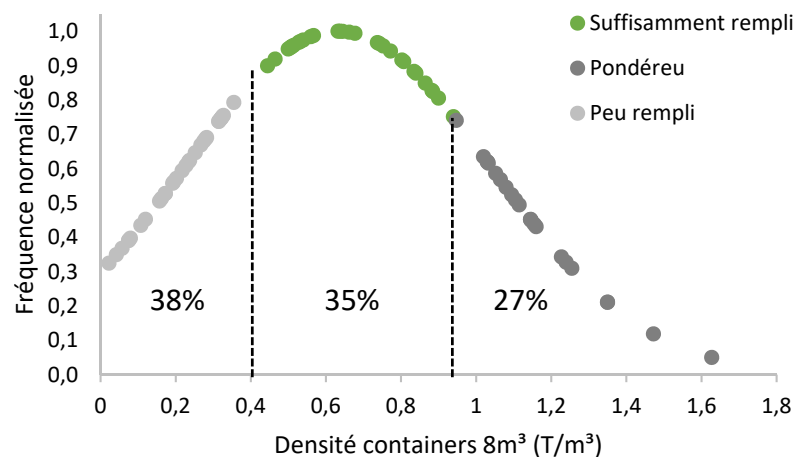
Exemple : 60% des containers ont une densité < 0,62 T/m³

Définition de fourchettes de densité



Exemple : 60% des containers ont une densité entre 0,20 T/m³ et 0,95 T/m³ ou 36% des containers ont une densité entre 0,34 T/m³ et 0,81 T/m³

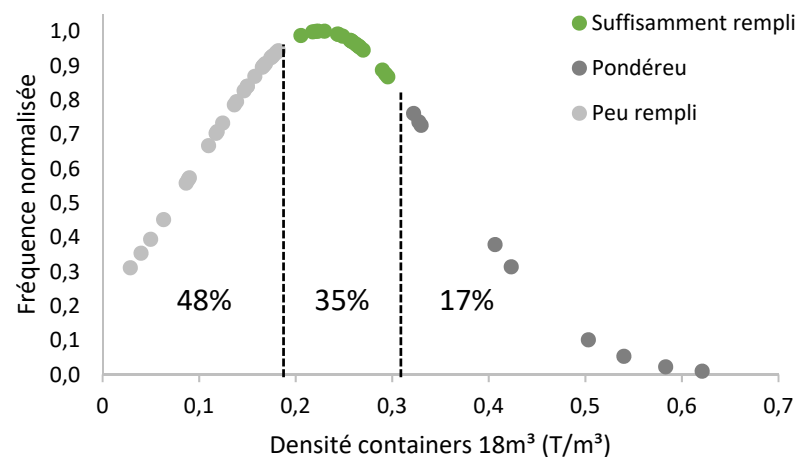
Proportion de containers et “fourchettes” de densité



Exemple

- 35% des containers sont suffisamment remplis avec une densité entre 0,404 T/m³ et 0,940 T/m³
- La largeur du spectre de remplissage suffisant est de 0,536 T/m³

→ Les containers 8m³ ont un spectre très large et sont pondéreux (pas de bonne maîtrise du tri et du remplissage)



Exemple

- 35% des containers sont suffisamment remplis avec une densité entre 0,188 T/m³ et 0,309 T/m³
- La largeur du spectre de remplissage suffisant est de 0,122 T/m³

→ Les containers 18m³ ont un spectre étroit et sont relativement légers (maîtrise du remplissage mais tri améliorable)

6

Efficacité d'une action spécifique

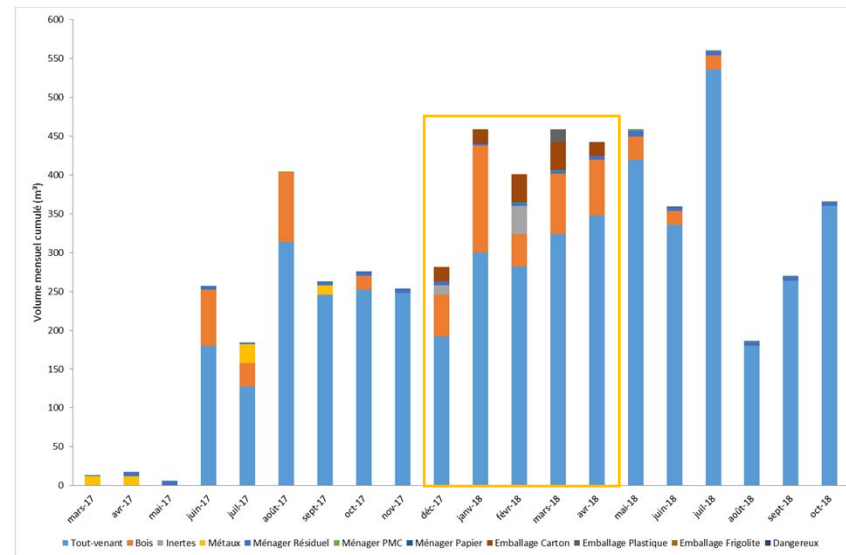
Rentabilité d'un valoriste

Période importante du chantier

- Volume déchets : 2043 m³ = 34% volume total
- Tout-venant + Bois + Inertes : 592, 3 T = 39%
- Coût gestion des déchets : 39374 € = 34%

Présence et actions du valoriste

- 6 fractions triées/monitorées
- 71% tout-venant en moyenne (contre 83% sur tout le chantier)
- 19% bois (contre 11% sur tout le chantier)
- 6% emballage carton (contre 2% sur tout le chantier)
- Seule période où les cartons et les emballages plastique souple sont monitorés



Mois moyen (06/2017 – 10/2018) sans valoriste

Tout-venant	Bois	Inertes	Métaux	Ménager Résiduel	Ménager PMC	Ménager Papier
89%	7,3%	0,0%	1,5%	1,5%	0,1%	0,1%

Si pas de valoriste (12/2017 – 04/2018)

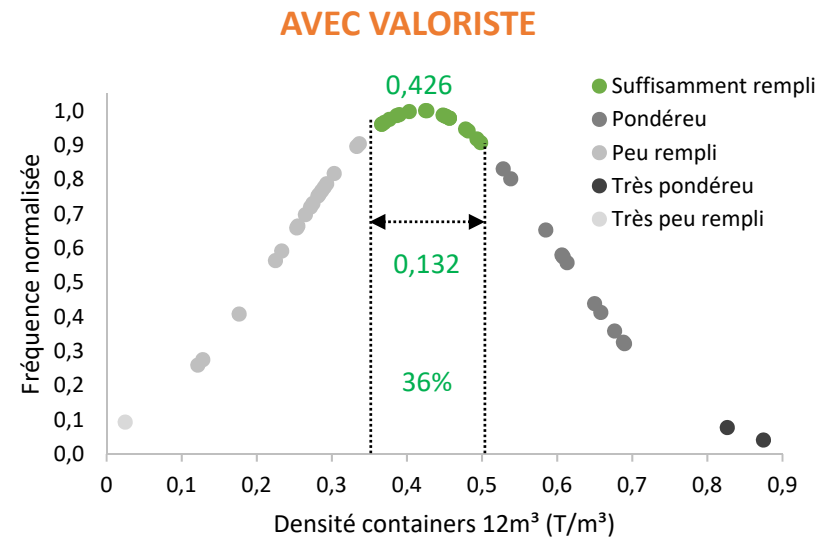
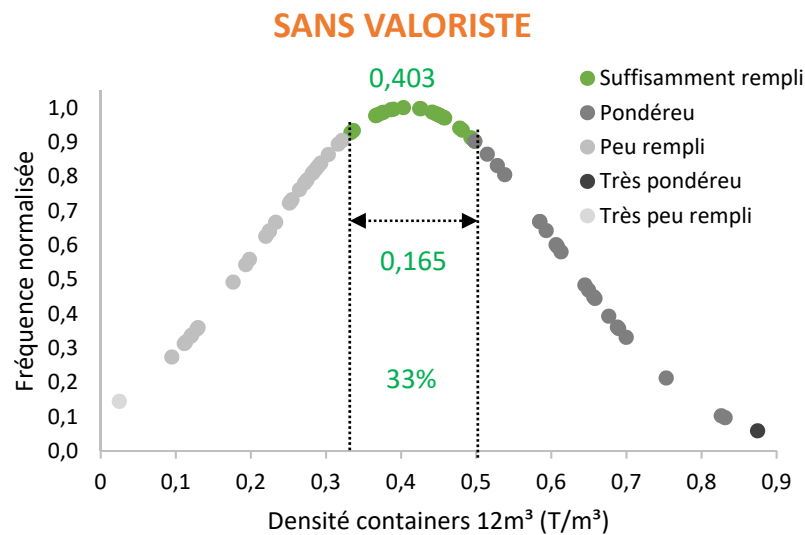
Tout-venant	Bois	Inertes	Métaux	Ménager Résiduel	Ménager PMC	Ménager Papier
1827,05 m ³	149,51 m ³	0,00 m ³	29,92 m ³	31,32 m ³	2,33 m ³	2,75 m ³
38925 €	2383 €	0 €	0 €	279 €	17 €	14 €

→ Coût gestion des déchets : 41619 €

➔ Valoriste = gain de 2245 €, soit +/- 450 €/mois.

Efficacité d'une action spécifique

Impact d'un valoriste



AVEC >> SANS valoriste

- (1) 9% en plus de containers suffisamment remplis (2% pour containers 18m³)
- (2) Largeur spectre remplissage suffisant réduite de 20% (42% pour containers 18m³)
- (3) Pic remplissage suffisant augmenté de 6% (42% pour containers 18m³)

→ Tri (1 et 3) et rangement (2) améliorés significativement

Conclusion

- Triple optimum : économique – pratique – environnemental
- Prévoir (estimer) – Gérer (filiales, ressources humaines) – Suivre (monitoring)
- Soutien du CSTC pour innover

- Innovation hub à Bruxelles : thématique monitoring
- Brussels Construction Consolidation Centre

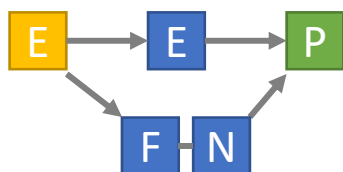
Ambroise Romnée (CSTC)
ambroise.romnee@bbri.be
02 655 78 37

Action dans le cadre du Programme Régional en Economie Circulaire,
avec le soutien de Bruxelles Environnement, de la Région de Bruxelles-Capitale et d'InnovIRIS.



Chaine logistique **Revêtement bitumineux** “Filière Derbigum”

- Chaine(s) logistique(s) de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte : libre vers point de collecte (applicateur ou fournisseur ou négociant)
 - Transport : Chantier → Point de chute 1 à la discrétion de l'E variable
 - Traitement : gratuit
- Observations rencontrées
 - Roofing toute marque
 - Nombre limité de partenaires collecteurs
- Recyclage Derbigum

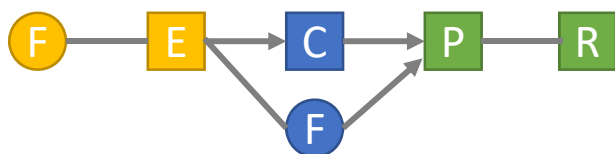
<https://derbigum.be/fr/services/recyclage-dechets-de-coupe/>

Évalué sur les chantiers pilotes



Take back management Laine de verre – “Filière ISOVER”

- Chaîne logistique de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte (deux sources) :
 - rouleau 25 sacs, 6,19 €/sac
 - rouleau 20 sacs, 4,47 €/sac
 - Transport : Chantier → Traitement min 25 sacs. Gratuit si 50 sacs
 - Traitement (compris dans le prix du sac)

- Observations rencontrées

- Recyclage à Etten-Leur, p.ex. brique de terre cuite
- Possibilité de mixer différentes laines minérales (au cas par cas)

- Isover Recycling

https://www.isover.fr/sites/isover.fr/files/assets/documents/isover_dp_recycling_bd.pdf



Testé sur les chantiers pilotes

Take back management

Béton cellulaire – “Filière Xella Ytong” OU “Filière Collecteur”

- Chaîne logistique de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)

- Collecte :
 - big bag : 10€ (si achat Xella)+ 40€ (contrôle) par bigbag
 - palette (entrepreneur)
- Transport : Chantier→Producteur (recyclage) Idéal : Forfait par fournisseur (reverse logistic) (+- 300€)
- Traitement : compris dans transport (R = Stuer, Celis, EKP recycling, Chap-Yt)

- Observations rencontrées

- Tri strict des déchets (pas de colle ou de plâtre)
- Coût prohibitif / tout-venant

- Chaîne logistique de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)

- Collecte : conteneur spécifique
- Transport : Chantier→Collecteur (massification) +- 115 €/enlèvement
- Traitement : +- 45 €/tonne

- Observations rencontrées

- Tri strict des déchets (pas de colle ou de plâtre)
- Prix fonction du contrat avec le collecteur

Take back management

Plâtre – “Filière Gipsrecycling”

- Chaîne logistique de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte : conteneur spécifique (fermé ou ouvert) 77,5 €/tonne + 60€/mois/conteneur
 - Transport : Chantier → Recycleur (massification) coût variable
 - Traitement : compris dans transport
- Observations rencontrées
 - Tri strict des déchets
 - Protection des déchets
 - Coût de transport prohibitif

OU “Filière Collecteur”

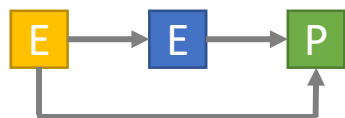
- Chaîne logistique de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte : conteneur spécifique
 - Transport : Chantier → Collecteur (massification) +- 115 €/enlèvement
 - Traitement : +- 45 €/tonne
- Observations rencontrées
 - Tri strict des déchets
 - Prix fonction du contrat avec le collecteur
 - Coût prohibitif / tout-venant (nécessité de contrôle chez collecteur)

Take back management **Revêtement bitumineux –** **“Filière Soprema”**

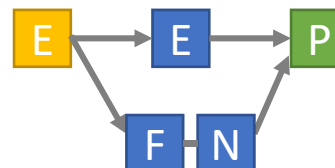
- Chaîne(s) logistique(s) de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte : big bag (applicateur)
 - Transport : reverse logistic avec producteur ou chantier → dépôt
E → producteur (compris dans prix d’achat)
 - Traitement (néant)
- Observations rencontrées
 - Sous-traitance : reprise de tous les déchets → qualité du tri ?
 - Manque d’info sur le recyclage

OU **“Filière Derbigum”**

- Chaîne(s) logistique(s) de la filière



- Aspects économiques (coûts entrepreneur)
 - Collecte : libre vers point de collecte (applicateur ou fournisseur ou négociant)
 - Transport : Chantier → Point de chute 1 à la discrétion de l’E variable
 - Traitement : gratuit
- Observations rencontrées
 - Roofing toute marque
 - Nombre limité de partenaires collecteurs
- Recyclage Derbigum
<https://derbigum.be/fr/services/recyclage-dechets-de-coupe/>