



ANALYSE DE CYCLE DE VIE DU BÂTIMENT

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES MATÉRIAUX

Hugues Delcourt
Ingénieur
Cluster Eco-construction



Introduction

→ Déroulé de la formation

- └ Introduction
- └ Méthodologie TOTEM
- └ Exemple d'application : Collège NDBS à Binche



SOMMAIRE

- LE BÂTIMENT ET L'ENVIRONNEMENT
- CYCLE DE VIE D'UN BÂTIMENT
- CYCLE DE VIE DES MATÉRIAUX



EN EUROPE...

- └ Le secteur du bâtiment =
 - / 50 % des ressources naturelles exploitées
 - / 33 % de la production de déchets (+8% pour les ménages)*
 - / 38 % de la consommation d'énergie primaire*
 - dont 70 % pour le chauffage et le conditionnement d'air
 - / 31 % des émissions de CO₂**
 - / 16 % de la consommation d'eau*
 - (= 140 litres d'eau par habitant, par jour)

* Source: EUROSTAT, Chiffres clés de l'Europe, Édition 2016
** Source: EUROSTAT, Chiffres clés de l'Europe, Édition 2017

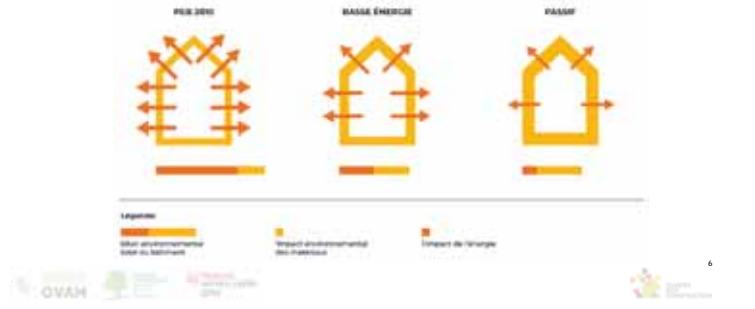
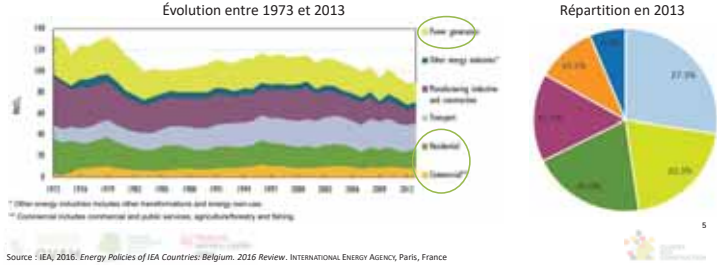


Bâtiment et environnement

Bâtiment et environnement

→ Emissions de CO₂ par secteur en Belgique

→ Emissions de CO₂ par secteur en Belgique



Bâtiment et environnement

Bâtiment et environnement



MODULE 2 : Méthodologie TOTEM



SOMMAIRE

PRINCIPES DE BASE

ACTEURS

CYCLE DE VIE

INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

UNITÉ FONCTIONNELLE (UF)

DURÉE DE VIE TOTALE (DVT)

MODÉLISER

EVALUER

OPTIMISER



PARTENAIRES DU PROJET

→ TOTEM = Tool to Optimize the Total Environmental impact of Materials



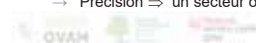
Public cible

- Concepteurs
 - └ Architectes
 - └ Bureaux d'études
- Autorités publiques
- Producteurs de matériaux
- Chercheurs
- Etudiants



CYCLE DE VIE

- ACV = 2 normes ≙ guides de bonne pratique
 - └ ISO 14040 (norme principale pour la réalisation d'ACV)
 - / Cadre
 - / Principes généraux
 - / Exigences
 - / Communication
 - └ ISO 14044 (pour les experts, description de chaque étape)
 - / Définition : objectif, champ d'étude, analyse de l'inventaire
 - / Caractéristiques d'évaluation de l'impact
 - / Exigences et recommandations pour l'interprétation
- 2 normes : cohérence >< précision de l'analyse
- Précision ⇒ un secteur ou un produit





CYCLE DE VIE

→ Début '90 : approches multicritères = ensemble des étapes du cycle de vie des produits

Fabrication " mise en œuvre " utilisation " élimination

→ Analyse de cycle de vie (ACV) = quantification d'un produit « du berceau à la tombe » :

- ↳ Évaluation des impacts environnementaux = Dimension environnementale
- ↳ Dimension économique
- ↳ Pas de dimension sociale ⇒ Approche incomplète selon le développement durable



VUE SCHEMATIQUE



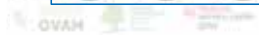
INDICATEURS

→ Set d'indicateurs



→ Consommation = inputs

→ Emissions = outputs = substances dangereuses, pollutions



UNITÉ FONCTIONNELLE

→ UF

- ↳ Unité de mesure de la quantité de matériaux :
 - / m² pour les parois (éléments plans),
 - / mct pour éléments linéaires...
 - / pce pour châssis de fenêtre, marche d'escalier...
- ↳ Utilité :
 - / Identifier les sources d'impacts environnementaux
 - / Eviter les transferts de pollution
- ↳ Cohérence importante avec le métré
 - Éléments prédéfinis (parois types) dans TOTEM, où les paramètres (épaisseur) sont ajustables



UNITÉ FONCTIONNELLE

↳ Par unité fonctionnelle de 1 m² de parement...

Matériau	Énergie fabrication matériau [kWh/t]	Masse volumique [kg/m ³]	Épaisseur du bardage [m]	Masse surfacique [kg/m ²]	Énergie fabrication bardage [kWh/m ²]
Bois	< 1 000	650	0,02	13,0	13
Acier	4 000	8 000	0,0007	5,6	22
Inox	5 000 (?)	8 000	0,0007	5,6	28
PVC	22 500	1 300	0,02	5,2	117
Brique	< 1 000	1 800	0,09	162,0	162

Consommation d'énergie primaire [kWh] pour fabriquer 1 m² de bardage ou de parement

DURÉE DE VIE TOTALE

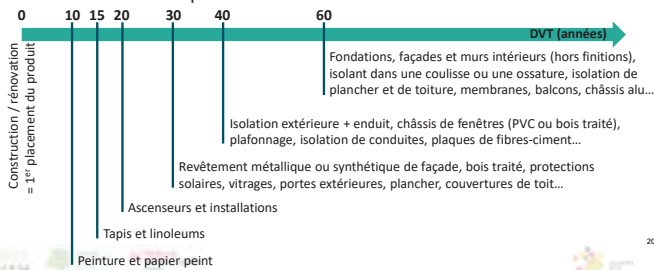
↳ DVT

- ↳ TOTEM : durée de vie du bâtiment = 60 ans
 - / Structures porteuses et éléments principaux
- ↳ Durée de vie plus courte pour certains composants du bâtiment
 - / Éléments remplacés pendant le cycle de vie → impacts multipliés



DURÉE DE VIE TOTALE

↳ Durée de Vie : exemples dans la méthode TOTEM



DURÉE DE VIE TOTALE

↳ Durée de Vie Totale (DVT) : exemples dans la méthode TOTEM

- ↳ Attention au choix des matériaux si vous les modifiez les éléments prédéfinis
- ↳ Nombre de remplacements sur 60 ans variables selon utilisation
- ↳ Exemple: Isolant de type Liège → DVT =
 - / 60 ans en isolation de façade, dans un vide ou entre ossature, en isolation de toit ou en plaques d'isolation de plancher
 - / 40 ans en isolation extérieure avec enduit
 - / 15 ans en revêtement de sol

DURÉE DE VIE TOTALE

- Durée de Vie Totale (DVT)
 - └ Non modifiable (actuellement)
 - └ Pour plus d'information sur les durées de vie attribuées aux différents matériaux :
 - / Brochure « Durées de vie des matériaux dans TOTEM »
 - / Disponible au téléchargement sur le site TOTEM
 - <https://www.totem-building.be>
 - Section « documentation » sur la page d'accueil



22

SOMMAIRE

PRINCIPES DE BASE
MODÉLISER
 EVALUER
 OPTIMISER

MODELISER
 Eléments & bâtiments

COMPARER & OPTIMISER

EVALUER Coût enviro.

23

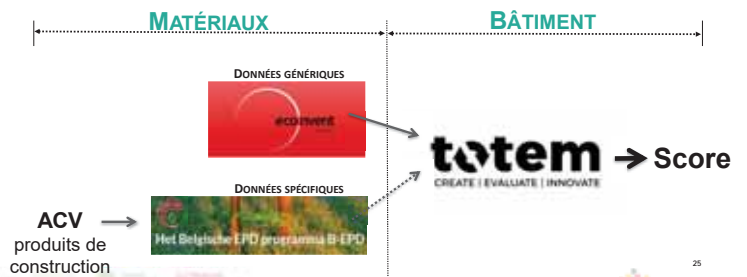
SURFACE BRUTE

- Comment la calculer ?
 - Somme des aires de plancher de chaque niveau situé dans le bâtiment, mesurées entre les faces externes des murs extérieurs.
 - Espaces chauffés et espaces non chauffés (caves, garage, grenier, atelier...)
 - Tous planchers avec une hsp minimale de 2,20 m
 - Inclus : surfaces des escaliers, ascenseurs, gaines techniques et ouvertures dans un plancher $\leq 4 \text{ m}^2$
- Utilité?
 - Surface de référence pour tous les résultats (monétisés) au niveau bâtiment



24

MODÉLISER



25

MODÉLISER - EPDs

- Environmental Product Declarations
 - ↳ Déclarations de performances environnementales des matériaux
 - Documents standardisés
 - Basés sur ACV
 - Indicateurs environnementaux pour un matériau conditionné de manière spécifique (épaisseur, emballage...).
 - Adaptables aux autres conditionnements et épaisseurs
 - **Objectif, quantitatif, univoque et scientifiquement fondé**



26

MODÉLISER

- Concept de base



27

BIBLIOTHÈQUE

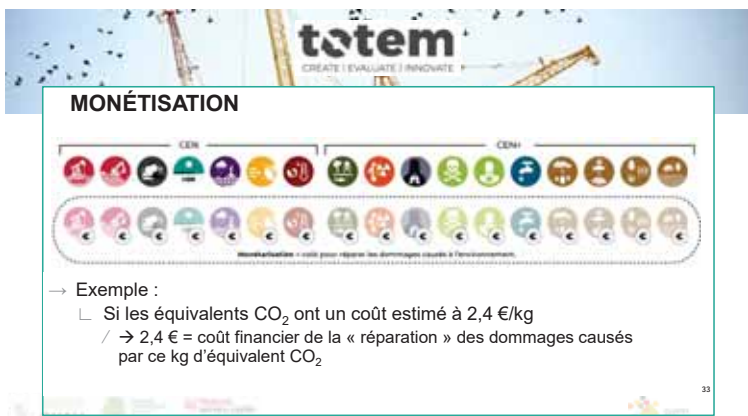
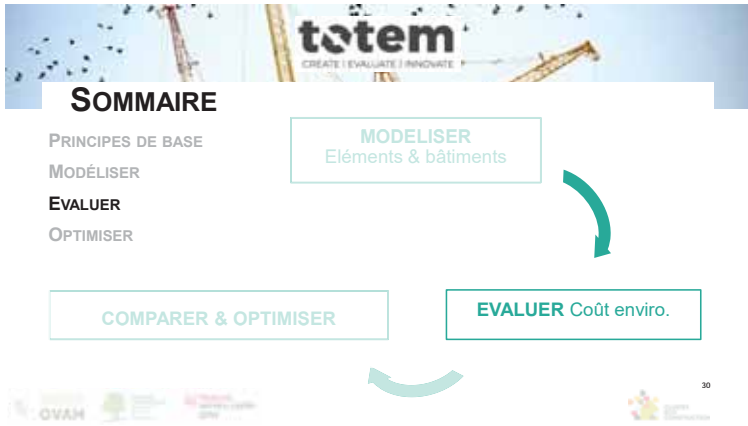
Code	Libellé	Unité	Libellé	Unité
01	Mur-Mur extérieur	m ²		
02	Mur-Mur extérieur	m ²		
03	Mur-Mur extérieur	m ²		
04	Mur-Mur extérieur	m ²		
05	Mur-Mur extérieur	m ²		
06	Mur-Mur extérieur	m ²		
07	Mur-Mur extérieur	m ²		
08	Mur-Mur extérieur	m ²		
09	Mur-Mur extérieur	m ²		
10	Mur-Mur extérieur	m ²		
11	Mur-Mur extérieur	m ²		
12	Mur-Mur extérieur	m ²		
13	Mur-Mur extérieur	m ²		
14	Mur-Mur extérieur	m ²		
15	Mur-Mur extérieur	m ²		
16	Mur-Mur extérieur	m ²		
17	Mur-Mur extérieur	m ²		
18	Mur-Mur extérieur	m ²		
19	Mur-Mur extérieur	m ²		
20	Mur-Mur extérieur	m ²		

ENERGIE D'UTILISATION

- Pertes par transmission et ventilation
 - ↳ Evaluation simplifiée



29





SCORES

- Score global, monétisé, exprimés en € par m² de surface plancher brute
- Scores partiels, détaillés :
 - L En % répartis par catégories d'éléments
 - L En % répartis par matériaux
 - / Impact relatif du matériau pour un élément particulier
 - L Matériaux / énergie
 - / Importance relative des matériaux et de l'impact énergétique
 - L Par indicateur d'impact environnemental
 - / Aspect environnemental le plus touché par le choix des matériaux
 - L Par étape du cycle de vie
 - / Plus d'impacts à la production ? L'utilisation ? La fin de vie ?



35



SOMMAIRE

PRINCIPES DE BASE
 MODÉLISER
 EVALUER
 OPTIMISER

MODELISER
 Eléments & bâtiments

COMPARER & OPTIMISER

EVALUER Coût enviro.



36



OPTIMISATION

- L Améliorer les performances environnementales
- L Etude de sensibilité des résultats (variation des paramètres)
 - / Avant projet
 - Démolition et reconstruction, ou rénovation ?
 - Type de système constructif / nature des matériaux
 - Performance énergétique, volumétrie
 - / Dossier d'exécution
 - Choix techniques (dans le futur : aussi choix des techniques)
 - Choix des matériaux (élément impactant), des épaisseurs d'isolant...
 - / Comparer à 'autres' performances égales
 - Résistance au feu, stabilité
 - Encombrement, surfaces construites



37



OPTIMISATION



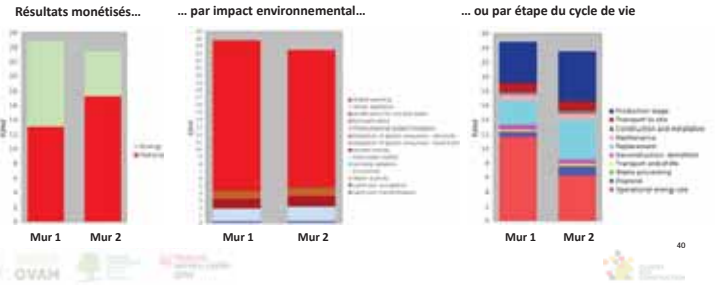
38



OPTIMISATION



OPTIMISATION



FORMATION TOTEM

MODULE 3 : L'outil TOTEM - Application



Module 3 : l'outil TOTEM

Contenu :

- Démonstration des fonctionnalités de l'outil TOTEM (logiciel)
- Illustration d'un cas d'étude

Objectif :

- Se familiariser à l'utilisation de l'outil
- Découvrir les différentes fonctionnalités
- Repérer les possibilités d'optimisation
- ...





Introduction : l'outil TOTEM

Naviguez vers

www.totem-building.be



43



Introduction : l'outil TOTEM

Page d'accueil

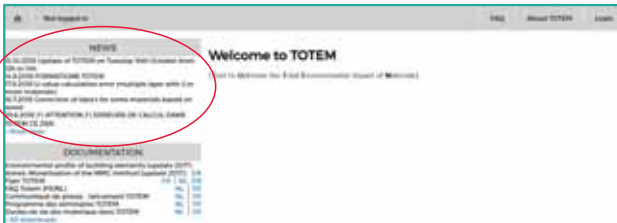


44



Introduction : l'outil TOTEM

Informations disponibles



45



Introduction : l'outil TOTEM

Informations disponibles



46



Introduction : l'outil TOTEM

Informations disponibles

47



Introduction : l'outil TOTEM

Informations disponibles

48



Introduction : l'outil TOTEM

Informations disponibles

49



Introduction : l'outil TOTEM

Bibliothèque

50



Introduction : l'outil TOTEM

Bibliothèque



51

Introduction : l'outil TOTEM

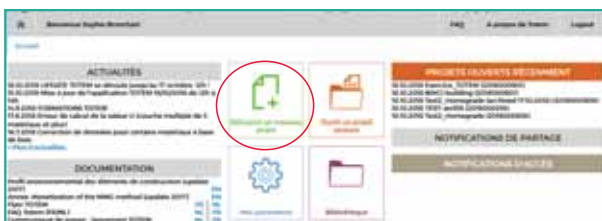
Ouvrir un projet existant



52

Introduction : l'outil TOTEM

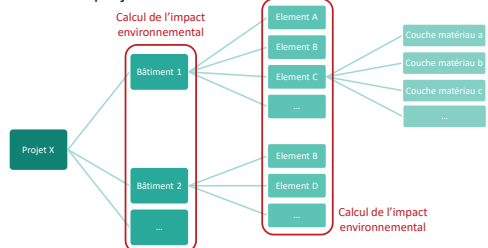
Démarrer un nouveau projet



53

Introduction : l'outil TOTEM

La structure d'un projet dans TOTEM:



54

Application : Ecole Notre-Dame de Bon Secours (Binche)

Comparaison de la solution existante et d'alternatives



EN DÉTAILS

01 Binche Paille

Surface de plancher: 300 m²

Volume: 1 000 m³

Coût: 1 000 000 €

Impact carbone: 100 tCO2e

Application : Ecole Notre-Dame de Bon Secours (Binche)

Comparaison de la solution existante et d'alternatives

Bâtiments

Écart significatif >20%

Nom	Année de construction	Année de rénovation	Surface de plancher (m²)	Volume (m³)	Coût (€)	Impact carbone (tCO2e)
01 Binche Paille	2017		300	1	1 000 000	100
02 Binche briques PUS	2017		300	2	1 500 000	150
03 Binche charpente	2017		300	1	1 200 000	120
04 Binche béton	2017		300	2	1 800 000	180

Composition du bâtiment

01 Binche Paille

01 Binche Paille

Surface de plancher: 300 m²

Volume: 1 000 m³

Coût: 1 000 000 €

Impact carbone: 100 tCO2e

Composant	Quantité	Unité	Impact carbone (tCO2e)
Structure bois	1000	m³	100
Isolation laine de roche	100	m³	10
Plancher bois	300	m²	30
Plafond bois	300	m²	30
Murs bois	300	m²	30
Plancher béton	300	m²	30
Plafond béton	300	m²	30
Murs béton	300	m²	30

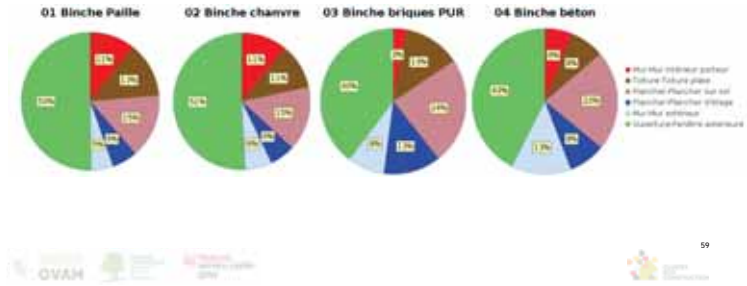
Répartition des impacts environnementaux

01 Binche Paille



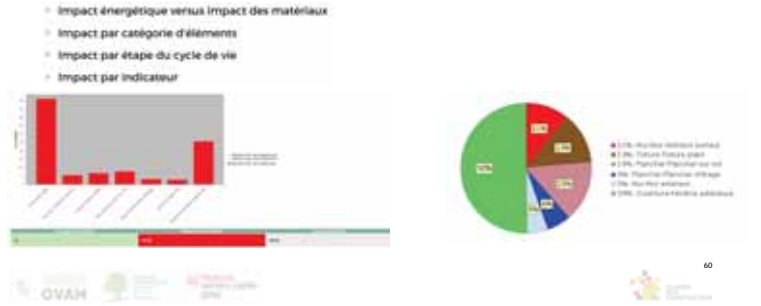
totem
CRÉATE | ÉVALUATE | INNOVATE

Comparaison entre variantes



totem
CRÉATE | ÉVALUATE | INNOVATE

Résultats détaillés



totem
CRÉATE | ÉVALUATE | INNOVATE

Conclusions (du Cluster)

L'ACV des bâtiments est un outil:

- Normé
- Evaluation (≠ science exacte)
- Optimisation (≠ outil de conception)
- Aide à la décision (≠ critère unique de décision)