



# 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 CO<sub>2</sub>\*\*
  - / 16 % de la consommation d'eau\*
    - (= 140 litres d'eau par habitant, par jour)

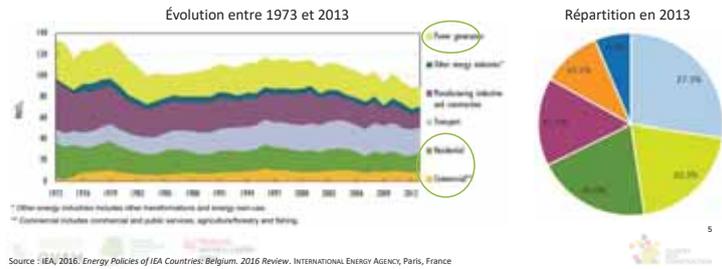


\* Source: EUROSTAT, Chiffres clés de l'Europe, Edition 2016

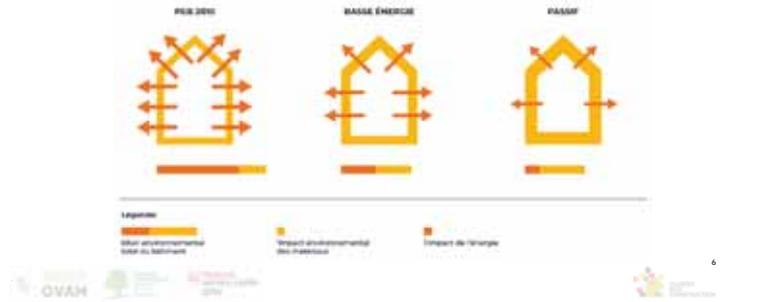
\*\* Source: EUROSTAT, Chiffres clés de l'Europe, Edition 2017

# Bâtiment et environnement

→ Emissions de CO<sub>2</sub> par secteur en Belgique



# Bâtiment et environnement



# 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



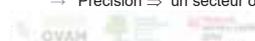
## Public cible

- 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



13



## VUE SCHEMATIQUE



14



## INDICATEURS

→ Set d'indicateurs



→ Consommation = inputs

→ Emissions = outputs = substances dangereuses, pollutions



16



## UNITÉ FONCTIONNELLE

→ UF

- └ Unité de mesure de la quantité de matériaux :
  - └ / m<sup>2</sup> 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



17

## UNITÉ FONCTIONNELLE

↳ Par unité fonctionnelle de 1 m<sup>2</sup> de parement...

Matériau	Énergie fabrication matériau [kWh/t]	Masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ]	Épaisseur du bardage [m]	Masse surfacique [kg/m <sup>2</sup> ]	Énergie fabrication bardage [kWh/m <sup>2</sup> ]
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 m<sup>2</sup> de bardage ou de parement

## DURÉE DE VIE TOTALE

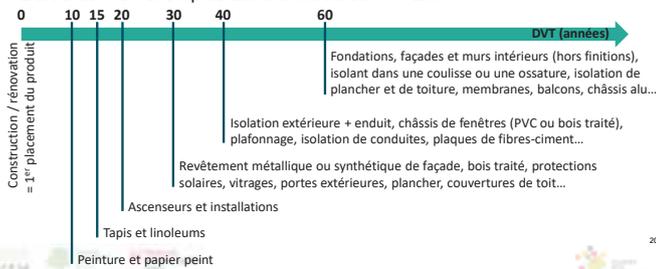
→ DVT

- ↳ 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

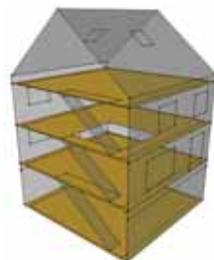
COMPARER & OPTIMISER

EVALUER Coût enviro.

23

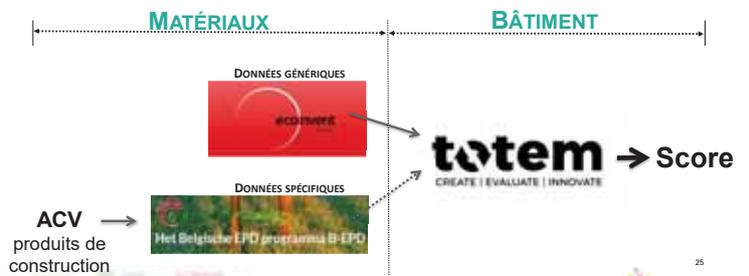
## SURFACE BRUTE

- 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

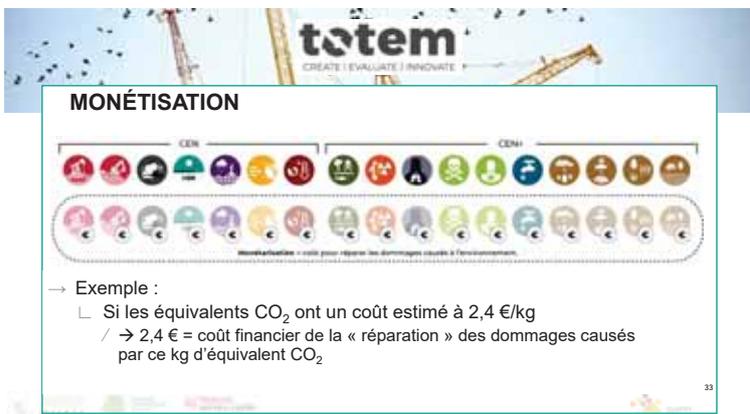
## BIBLIOTHÈQUE

## ENERGIE D'UTILISATION

- Pertes par transmission et ventilation
  - ↳ Evaluation simplifiée



29





## SCORES

- Score global, monétisé, exprimés en € par m<sup>2</sup> de surface plancher brute
- Scores partiels, détaillés :
  - └ En % répartis par catégories d'éléments
  - └ En % répartis par matériaux
    - ┆ Impact relatif du matériau pour un élément particulier
  - └ Matériaux / énergie
    - ┆ Importance relative des matériaux et de l'impact énergétique
  - └ Par indicateur d'impact environnemental
    - ┆ Aspect environnemental le plus touché par le choix des matériaux
  - └ 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.

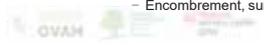


36



## OPTIMISATION

- └ Améliorer les performances environnementales
- └ 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



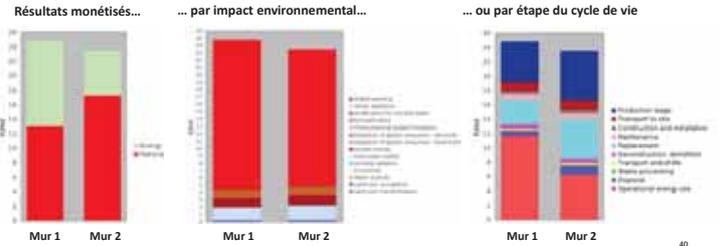
38



## 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](http://www.totem-building.be)



43



## Introduction : l'outil TOTEM

Page d'accueil

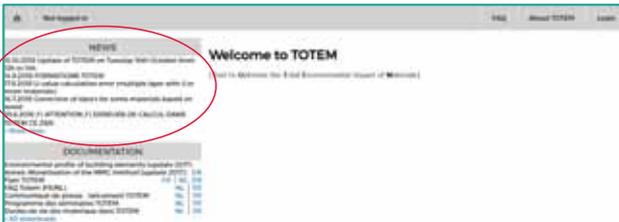


44



## 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

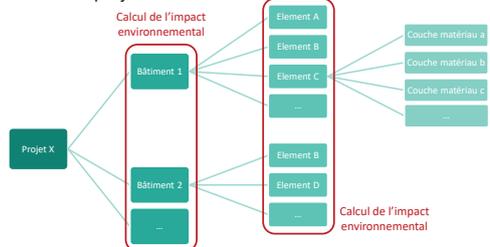
Démarrer un nouveau projet



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
Terrasse bois	300	m²	30
Portes bois	300	m²	30
Fenêtres bois	300	m²	30
Escalier bois	300	m²	30
Plomberie bois	300	m²	30
Électricité bois	300	m²	30

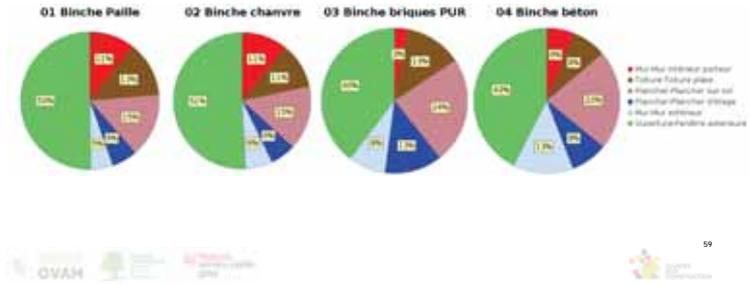
## Répartition des impacts environnementaux

01 Binche Paille



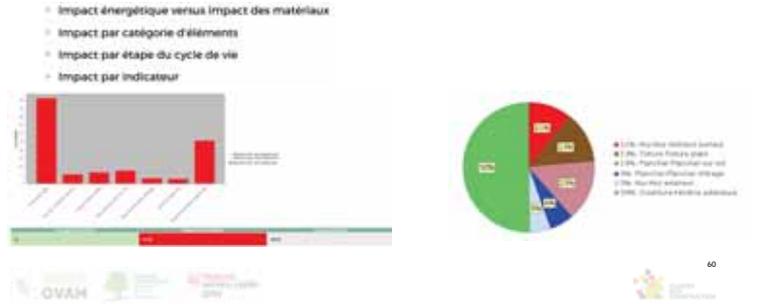
**totem**  
CRÉATE | ÉVALUATE | INNOVATE

## 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)