



PIERRES & MARBRES WALLONIE

Séminaire Pierres durables

26.08.2022

Prof. Dr Ir Angélique Léonard

Dr Ir Sylvie Gros Lambert

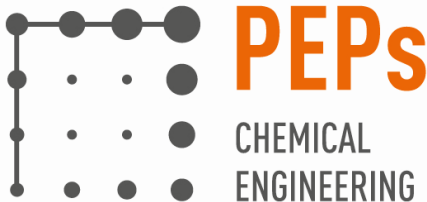
a.leonard@uliege.be ; s.gros Lambert@uliege.be

Product, Environment, and Processes (PEPs)

Chemical Engineering

ULiège

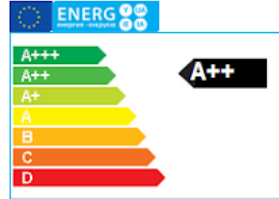
<http://chemeng.uliege.be/>



AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL

LAVE LINGE
 Marque : WHIRLPOOL
 Référence : WHIRLPOOL—AWOD-8451

Le baromètre écologique



3,6^{*} /5 économisez **15€** /an

Effet de serre	0,79 kg eq. CO2
Eau	27,65 cm ³ eq. eau
Terre	0,6108 g eq.

Discounteo s'engage dans les économies et vous aide à faire votre choix en connaissant :

- La note écologique globale du produit
- La consommation d'énergie (électricité et eau) de votre produit, ainsi qu'une estimation du coût réel sur votre facture comparé à un produit moyen du marché.

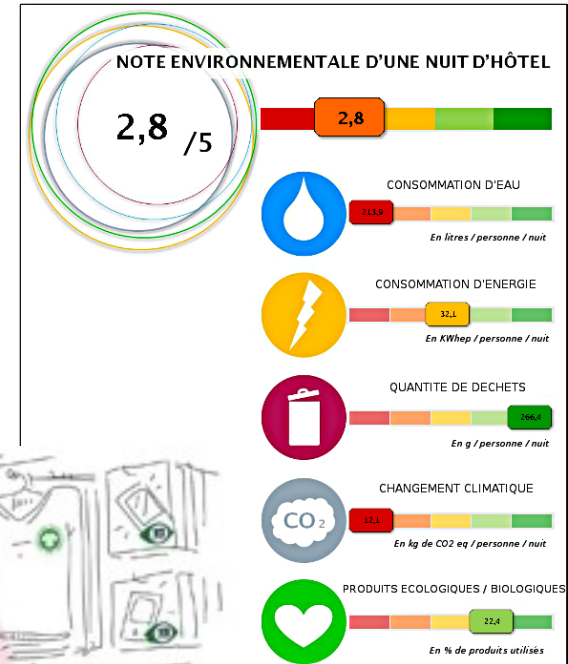
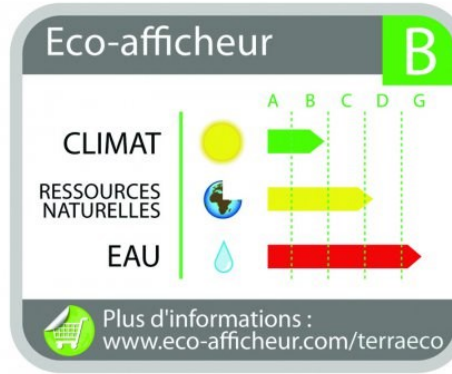
propulsé par **hopscore**



* Discounteo participe à l'expérimentation nationale de mise à disposition d'informations environnementales initiée par le Grenelle Environnement. [Plus d'informations](#)

Combien d'euros économiserez-vous si vous utilisez cet appareil ?

OBTENIR MON ESTIMATION GRATUITE



14021 Type II
Auto-déclaration
Rapide, partielle (monocritère)
Mono ou bi critères (recyclable, biodégradable,...)

3 types de déclarations



Ce produit ou cet emballage est recyclable



Ce produit ou cet emballage contient 70% de matières recyclées



Trois types de labels

14024 Type I	14021 Type II
Écolabels	Auto-déclaration
Répondre à des critères définis par organismes compétent (Global Ecolabelling Network)	Rapide, partielle (monocritère)
Multi-étapes Multi-critères	Mono ou bi critères (recyclable, biodégradable,...)

Synthèse des 3 types de déclarations



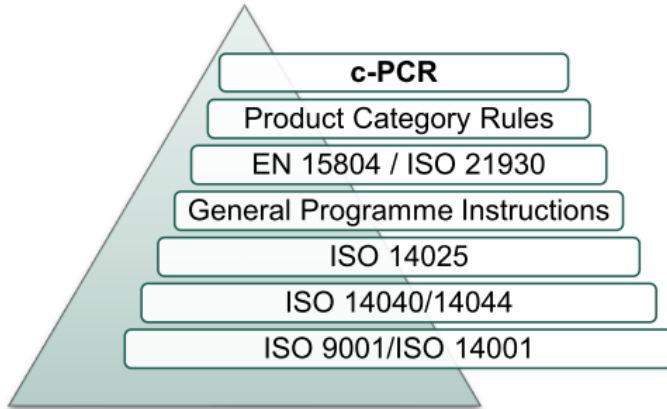
Trois types de labels

14024 Type I	14021 Type II	14025 Type III
Écolabels	Auto-déclaration	Déclaration environnementale Éco-profil
Répondre à des critères définis par organismes compétent (Global Ecolabelling Network)	Rapide, partielle (monocritère)	Complexe, complète ex. FDES
Multi-étapes Multi-critères	Mono ou bi critères (recyclable, biodégradable,...)	ACV complète

Synthèse des 3 types de déclarations



► Déclaration environnementale type III – ISO 14025



Norme belge

EN 15804:2012+A2:2019 NBN
NBN EN 15804:2012+A2:2019

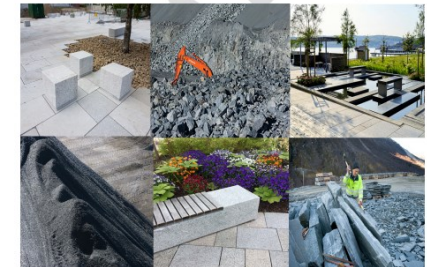
Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction



PRODUCT CATEGORY RULES
 EN 15804
 NPCR 018 version 1.0
 Issue date: xx.xx.2020
 Valid to: xx.xx.2025

Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method

PCR-Part B for natural stone products, aggregates and fillers

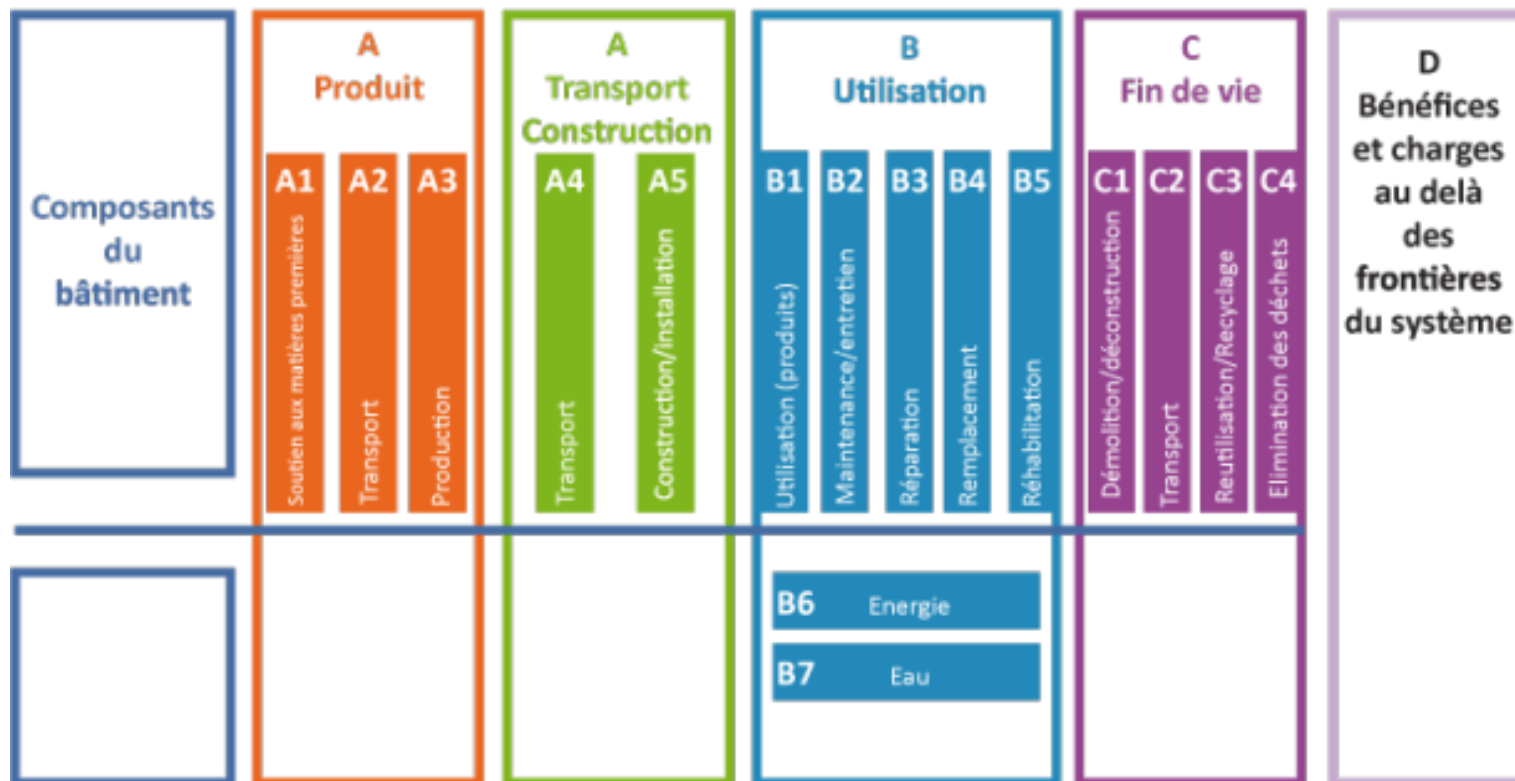


- ▶ Existence d'un PCR spécifique à la construction
 - ▶ Assure la comparabilité
 - ▶ Même cadre, même méthodologie

Norme belge

EN 15804:2012+A2:2019 ▢ NBN
NBN EN 15804:2012+A2:2019 ▢ ▢

Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction



► Catégories d'impact alignées sur le PEF

<u>Impact category</u>	<u>Unit</u>			
Global warming	kg CO2 eq	<ul style="list-style-type: none"> • GWP total • GWP from fossil carbon • GWP from biogenic carbon • GWP from land use change 		
Ozone depletion	kg CFC 11 eq			
Acidification for soil and water	kg SO2 eq	Mol H+eq		
Eutrophication	kg (PO4)3- eq	Eutrophication terrestrial		
		Eutrophication aquatic freshwater		
		Eutrophication aquatic marine		
Photochemical ozone creation	kg Ethene eq			
Depletion of abiotic resources - elements	kg Sb eq			
Depletion of abiotic resources - fossil fuels	MJ, net calorific value			
Water scarcity	m3 water eq			
			<u>Additional impact categories</u>	
			Human toxicity - cancer effects	CTUh
			Human toxicity - non-cancer effects	CTUh
			Particulate matter	kg PM2,5 eq
			Ionising radiation - human health effects	kg U235 eq
			Ecotoxicity - freshwater	CTUe
			Land use related impacts (soil quality)	



- ▶ Existence de divers programmes nationaux
 - ▶ → tentative de reconnaissance mutuelle

ECO Platform Founding

Environmental Profiles Scheme

BYogBYG

MRPI
milieu relevante product informatie

ECO LEAF
製品環境情報
EcoLeaf is a type III label.

RTM ENVIRONMENTAL DECLARATION

ECO PLATFORM

HQE

epd

EPD

Institut Bauen und Umwelt e.V.

SGP
SGP is the product family of the Environmental Standard

inies
Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment

ETAPES CONSULTATION

Accueil > Espace consultation > Catalogue de la base

Données environnementales par famille	Données environnementales par organisme déclarant	Données envi
<ul style="list-style-type: none"> • Bâtiment (117) • Produit de construction (118) <ul style="list-style-type: none"> • Vitré / réseaux divers / (c)trips réseaux inférieurs) et aménagements extérieurs de la parcelle (119) • Isolants minéraux / gros œuvre / charpente (120) • Façades (121) • Couverture / cloisons (122) • Menuiseries alésures et adhésives / fermetures (123) • Isolation (124) • Cloisonnement / plafonds-suspensions (125) • Revêtements des sols et murs / peintures (produits de décoration) (126) • Produits de préparation et de mise en œuvre (127) • Équipements sanitaires et salle d'eau (128) • Appareils sanitaires - Les sanitaires (129) • Panneaux sandwich agglomérés (130) • Autres (131) • Équipements électriques, électroniques et de gène climatique (132) • Services (133) 	<ul style="list-style-type: none"> ACOMAT (1) ACTEAM (2) ACTIS (3) AGC FRANCE SAS (AGC) (4) ALSERH (5) ATON (6) ARCOLORISITAL CONSTRUCTION FRANCE (7) ARTICO (8) ASSOCIATION FRANÇAISE DES INDUSTRIELS DE LA SALLE DE BAIN (AFIB) (9) 	<ul style="list-style-type: none"> 2210 - Meuble poutre ENVIRONNEMENTALE PWR DEFAULT (v1.1) 2210 - Alésoir/étau horizontal - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PWR DEFAULT (v1.1) 2210 - Bote à eau aluminium (200x200x200) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PWR DEFAULT (v1.1) 2210 - Bote à eau zinc (200x200x200) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PWR DEFAULT (v1.1) 1810 - Interrupteurs différentiels - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PWR DEFAULT (v1.1) 1810 - MB ROCK - 40 mm (v1.1) 1810 - Element porteur vertical en terre cuite (R = 2,5 m² KWV) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PWR DEFAULT (v1.1)

inies version 4.0.10 - © Allianz HQE-GBC 2011 / Ministère Régions / Inies conseil



sapa: EPD

Welcome to the EPD-Online tool of Institut Bauen und Umwelt!

Information for ecological building assessment – reliable and high quality.

For auditors of green building systems, architects, planners and builders as well as manufacturers and service providers.

EPD platform

The Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) has been providing its members with a cross-industry program for the publication of verified environmental product declarations (EPD) for building-related products and services in accordance with ISO 14020 and EN 15804 or ISO 21930 to many users to date. The IBU's members currently include over 210 national and international companies and associations from all areas of the construction industry, which have currently published over 1.800 EPDs in the IBU database system.

EPD-Online leads to the IBU's EPD database system, in which your own EPDs can be created, edited and submitted for verification and publication.

In addition, anyone interested can search for EPDs in EPD-Online.

SuPIM

SuPIM is the IBU's product information system for members and non-members, in which manufacturers can enter the optimization product-related requirements of the green building certification systems **DGNB**, **IBU**, **LEED** and **BREEAM** for their product. SuPIM is now the central storage location for all product-related sustainability data. You can use it as a place criterion for all the necessary documents available and up to date.

This makes SuPIM a useful tool for auditors of the implemented building certification systems. All product data relevant to certification, including verification documents, can be viewed compactly and is available for download.

For the actors involved in the product selection process, such as architects, planners and owners, SuPIM serves as a database with numerous search functions.

Further information about EPDs and their creation can be found here:

- EPD programme
- What is an EPD?

Further information about the SuPIM platform can be found here shortly.



► Utilisations possibles

► Introduction dans des outils d'évaluation à l'échelle du bâtiment

- Pays-Bas → MPG Berekening (MilieuPrestatie gebouwen)
- Monétarisation = **coût financier de la réparation des dommages causés**
- Depuis 1/1/2018 : max 1€/m²an pour les immeubles de bureau (>100 m²)
- À partir du 1/7/2021 : max 0,8€/m²an pour les nouvelles habitations



Tabel 8: Weegfactoren (voor de milieu-impactcategorieën)

Milieu-impactcategorie	Equivalent eenheid	Weegfactor [€ / kg equivalent]
Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) – ADP	Sb eq	€ 0,16
Uitputting fossiele energiedragers – ADP	Sb eq ¹⁰	€ 0,16
Klimaatverandering – GWP 100 j.	CO ₂ eq	€ 0,05
Aantasting ozonlaag – ODP	CFK-11 eq	€ 30
Fotochemische oxidantvorming – POCP	C ₂ H ₄ eq	€ 2
Verzuring – AP	SO ₂ eq	€ 4
Vermesting – EP	PO ₄ eq	€ 9
Humane toxiciteit – HTP	1,4-DCB eq	€ 0,09
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP	1,4-DCB eq	€ 0,03
Mariene aquatische ecotoxiciteit – MAETP	1,4-DCB eq	€ 0,0001
Terrestrische ecotoxiciteit – TETP	1,4-DCB eq	€ 0,06

Grondstoffen

Emissies

1-puntsscore



<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/milieuprestatie-gebouwen>

► Utilisations possibles

- Promotion des produits → « marketing vert »
- Indicateurs d'impact environnementaux chiffrés
 - Réponse à un cahier de charge avec clauses environnementales
 - Obtention de subsides



- **Règlement grand-ducal** du 23 décembre 2016 ... instituant un **régime d'aides pour la promotion de la durabilité**, de l'utilisation rationnelle de l'énergie ... dans le domaine du logement.
- Art. 1er. Conditions d'octroi ... de l'aide financière ...
- Il atteint 24 points pour le critère de durabilité 4.1.1 «Évaluation environnementale des matériaux de construction – indicateur environnemental I_{env} »...

$$I_{env} = 10^3 \cdot \left(\frac{0,54 \cdot GWP_{mat}}{11\,209} + \frac{0,09 \cdot ODP_{mat}}{0,0146} + \frac{0,12 \cdot POCP_{mat}}{60} + \frac{0,09 \cdot AP_{mat}}{51} + \frac{0,16 \cdot EP_{mat}}{0,75} \right)$$

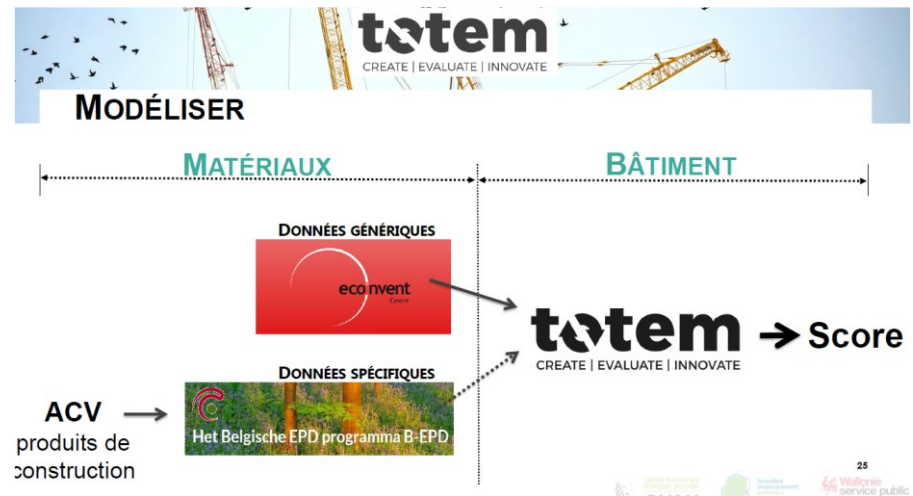
$$I_{env} = \frac{\sum_i I_{env,Ae,i} \cdot A_i + I_{env,IW} \cdot A_{IW} + I_{env,DE} \cdot A_{DE}}{\sum_i I_{env,Ae,ref,i} \cdot A_i + I_{env,IW,ref} \cdot A_{IW} + I_{env,DE,ref} \cdot A_{DE}}$$

Ae: structure extérieure

IW: parois et dalles intérieures

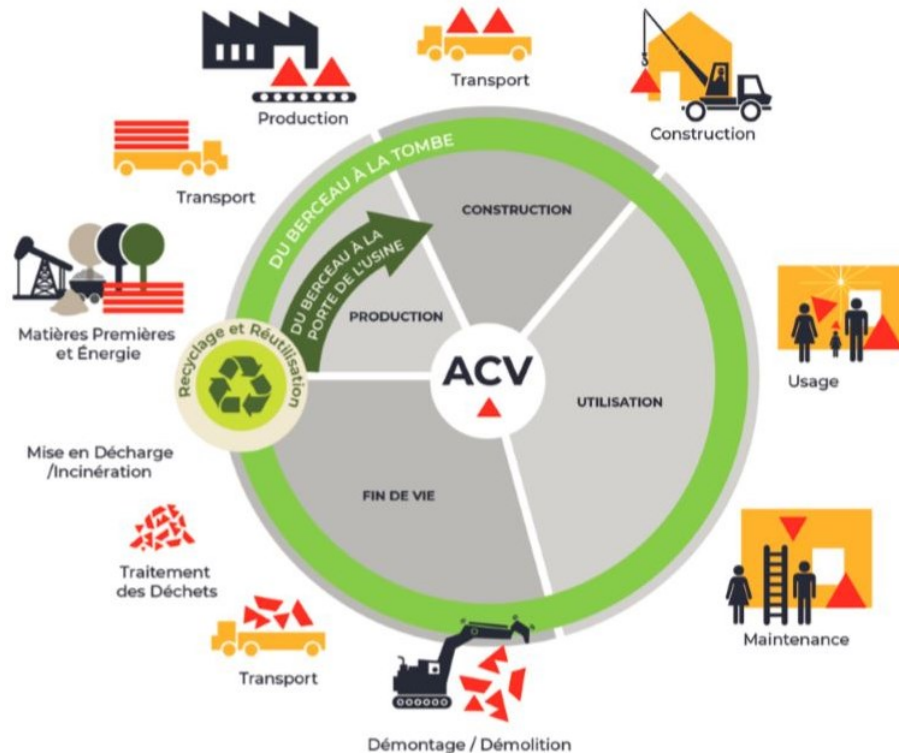
<i>I_{env}</i>	<i>Point(s)</i>
≤ 0,45	40 points
≤ 0,65	35 points
≤ 1,23	5 points
> 1,23	0 point

- ▶ Obligatoire
 - ▶ En cas d'allégation environnementale (cf. AR 2014)
 - ▶ Pour l'intégration à l'outil TOTEM
 - = Tool to Optimize the Total Environmental impact of Materials
- ▶ En développement rapide
- ▶ ? Obligatoire à ? terme pour certains marchés publics ?

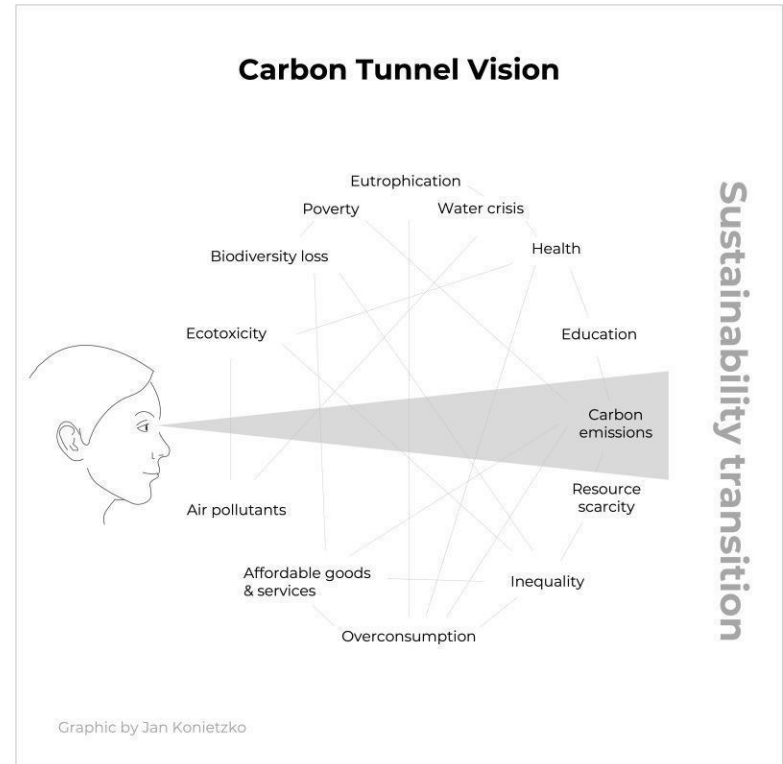
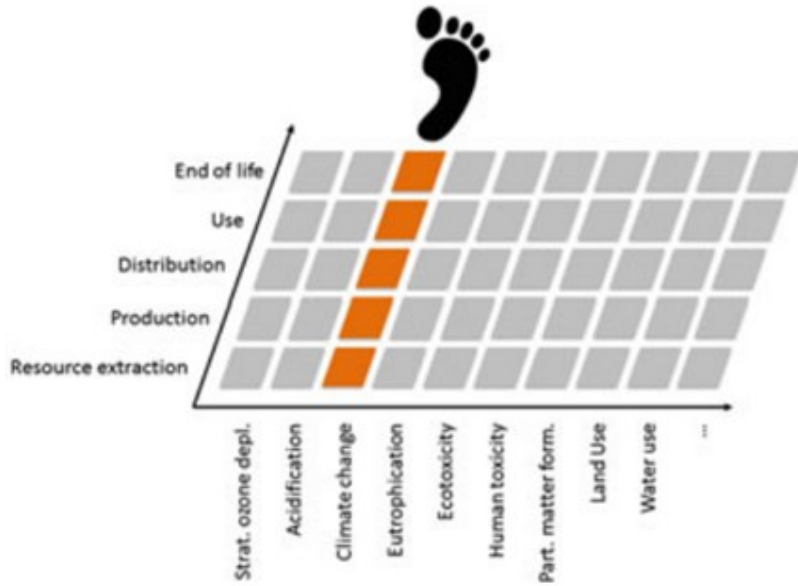


ISO 14040/44:2006

- aspects environnementaux & **impacts potentiels**
- tout au long du **cycle de vie**



Différence Empreinte carbone et ACV



Source Pôle Éco-conception

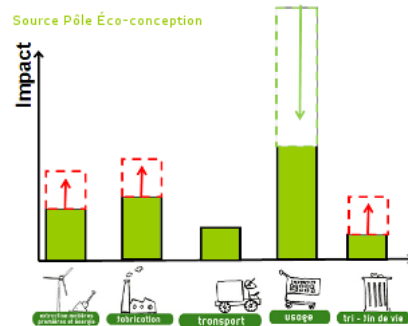


Illustration du transfert d'impact d'une étape du cycle de vie à d'autres étapes.

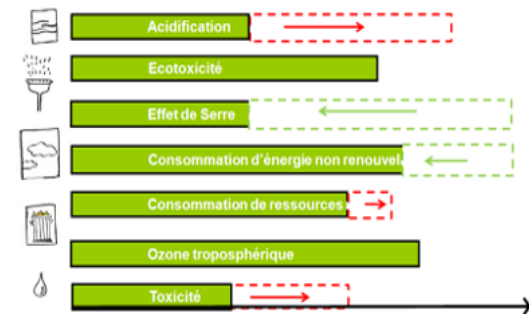


Illustration du transfert d'impacts à d'autres impacts environnementaux

Objectifs d'une ACV

- **Diagnostic** : "ce qui est"
⇒ Communication

- **Ecodesign** : "ce qui sera"
⇒ Nouveau produit/procédé
⇒ Amélioration

B-EPD DÉCLARATION ENVIRONNEMENTALE DE PRODUIT

**Pierres et Marbres de Belgique
Grès du Bois d'Anthisnes
Pavé platine**

1 m² de revêtement de sol en pavés platines non placés

Publié le 09.03.2022
Valable jusqu'au 09.03.2027

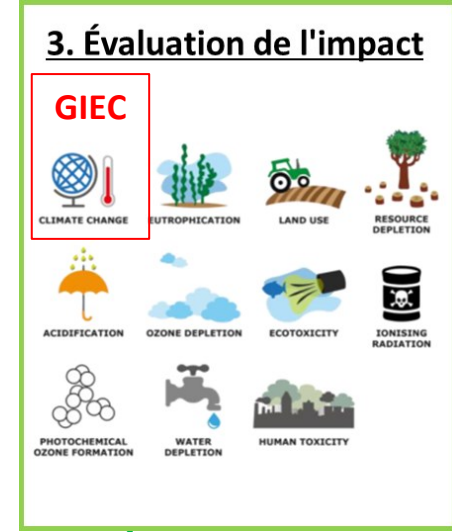
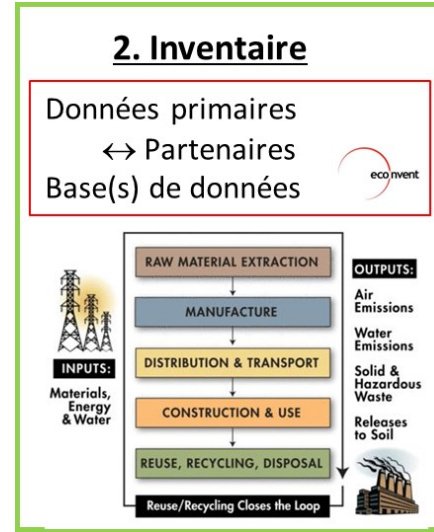
Vérifié par une tierce partie
Conforme à la norme EN 15804+A2 et NBN/DTD B08-001
et à la norme ISO 14025

Modules déclarés					
A123	A4	A5	B1-B7	C	D
•	•			•	•

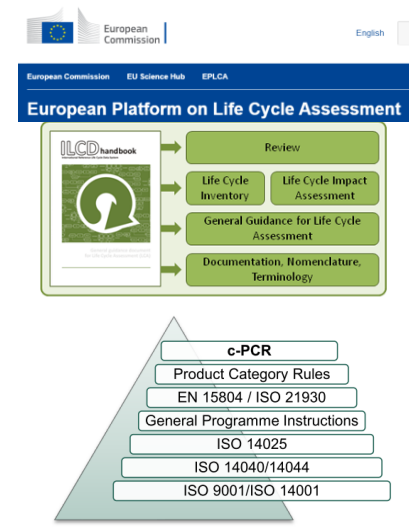
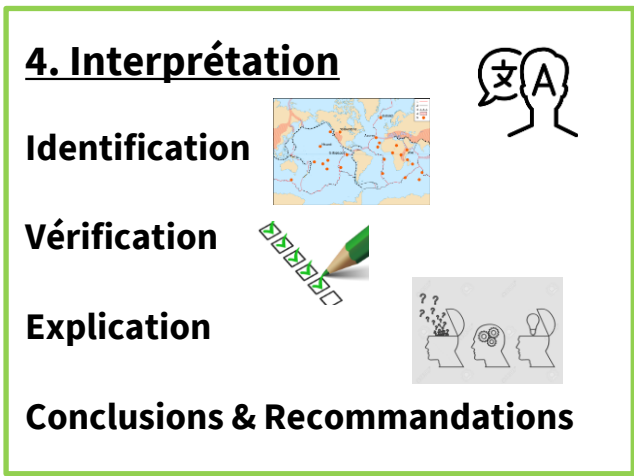
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX POTENTIELS PAR FLUX DE RÉFÉRENCE

Impact	Production			Phase de processus de construction		Phase d'utilisation						Phase de fin de vie					
	A1 Matières premières	A2 Transport	A3 Fabrication	A4 Transport	A5 Installation	B1 Utilisation	B2 Entretien	B3 Réparation	B4 Remplacement	B5 Fin de vie / stock	B6 Utilisation / stockage	B7 Recyclage / valorisation	C1 Décomposition / traitement	C2 Transport des déchets	C3 Traitement des déchets	C4 Émission	D Publication, validation, recouvrement
PRG total (kg CO ₂ eq./AUF)	1.07E+00	4.91E-03	8.94E+00	2.52E+00	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3.98E-02	8.22E-01	1.39E-01	3.54E-03	-5.87E+00
PRG totale (kg CO ₂ eq./UF)	1.07E+00	4.91E-03	8.19E+00	2.52E+00	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3.98E-02	8.21E-01	1.21E-01	3.51E-03	-5.19E+00
PRG énergétique (kg CO ₂ eq./AUF)	3.59E-03	3.92E-06	7.87E-01	2.00E-03	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3.10E-05	6.55E-04	1.36E-02	2.96E-05	-6.67E-01
PRG-élec. (kg CO ₂ eq./AUF)	1.17E-04	3.72E-08	1.05E-02	1.89E-05	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	4.14E-07	6.22E-06	1.93E-04	1.47E-07	-9.02E-03
ODP (kg CFC 11 eq./AUF)	1.58E-07	1.14E-09	1.43E-08	5.92E-07	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	8.03E-09	1.91E-07	2.02E-08	7.88E-10	-7.27E-07
AP (pot. eq./AUF)	6.32E-03	1.70E-05	4.99E-02	8.59E-03	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	3.89E-04	2.84E-03	6.47E-03	3.71E-05	-3.98E-02
EP - freshwater (kg eq./AUF)	7.01E-06	2.69E-09	5.96E-05	1.36E-08	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	2.81E-08	4.48E-07	1.02E-06	3.69E-09	-6.66E-05
EP - marine (kg eq./AUF)	6.89E-04	5.44E-06	1.99E-02	2.75E-03	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	1.73E-04	9.13E-04	2.47E-04	1.68E-05	-1.49E-02
EP - terrestrial (kg eq./AUF)	2.36E-02	6.00E-05	2.21E-01	3.02E-02	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	1.90E-03	1.00E-02	2.78E-03	1.82E-04	-1.82E-01
EP - MIVOC (kg eq./AUF)	1.56E-03	1.64E-05	5.99E-02	8.26E-03	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	5.20E-04	2.74E-03	7.46E-04	4.98E-05	-4.47E-02

Analyse du cycle de vie



Méthode



Frontières et Règles d'imputation

▶ Norme EN15804+A2:2019

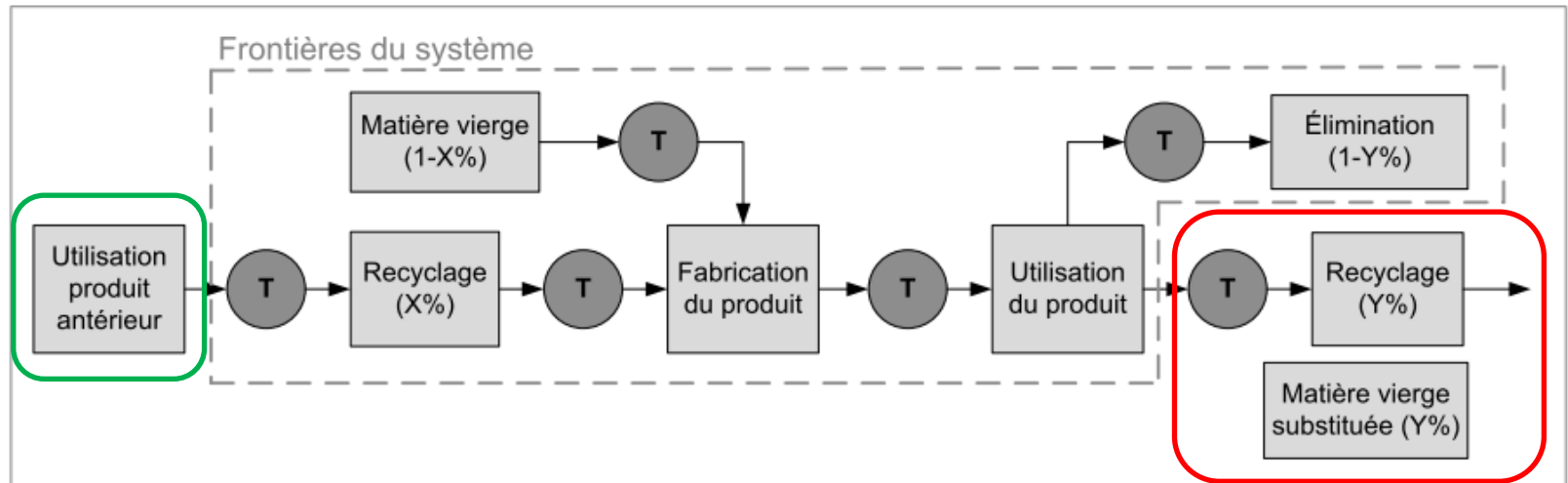
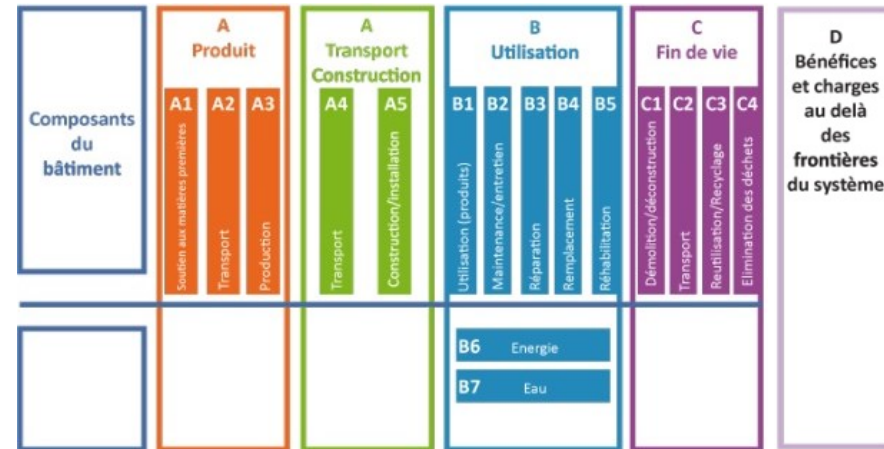
▶ "Cut-off"



▶ Recyclé = "gratuit"

▶ MAIS ~~recyclage~~ en fin de vie

▶ ⇒ Module D → pavés réutilisés et recyclés en fin de vie



1. Objectif et Champ de l'étude

Objectif

- ▶ ACV d'un pavé platine (en vue de l'édition d'une B-EPD)
- ▶ Pavé de 15 x 15 x 8.5 cm
- ▶ Carrière des Grès du Bois d'Anthisnes (GBA) (Pulseur)



Champ de l'étude

- ▶ Unité fonctionnelle (UF) : recouvrement de 1 m² par des pavés (15 x 15 x 8.5 cm), non installés
1 UF = 196 kg de pavés
- ▶ Année de référence : 2019
- ▶ Frontière du système : cradle to gate + fin de vie
(A1-A3 ; A4 ; C1-C4 ; D)
Modules non déclarés : A5 (placement), B1-B7 (usage)
- ▶ Durée de vie : 60 ans (imposé !)
→ plusieurs centaines d'années, réutilisés 6 x
- ▶ Installation suggérée mais non incluse : sur sable stabilisé, avec joints en ciment (de 1 cm de large)

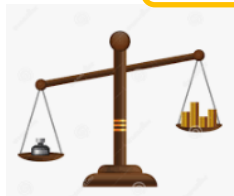
2. Inventaire – pavé : A1-A3 : Production

► Plusieurs produits de valeur ≠

► Répartition des impacts ?

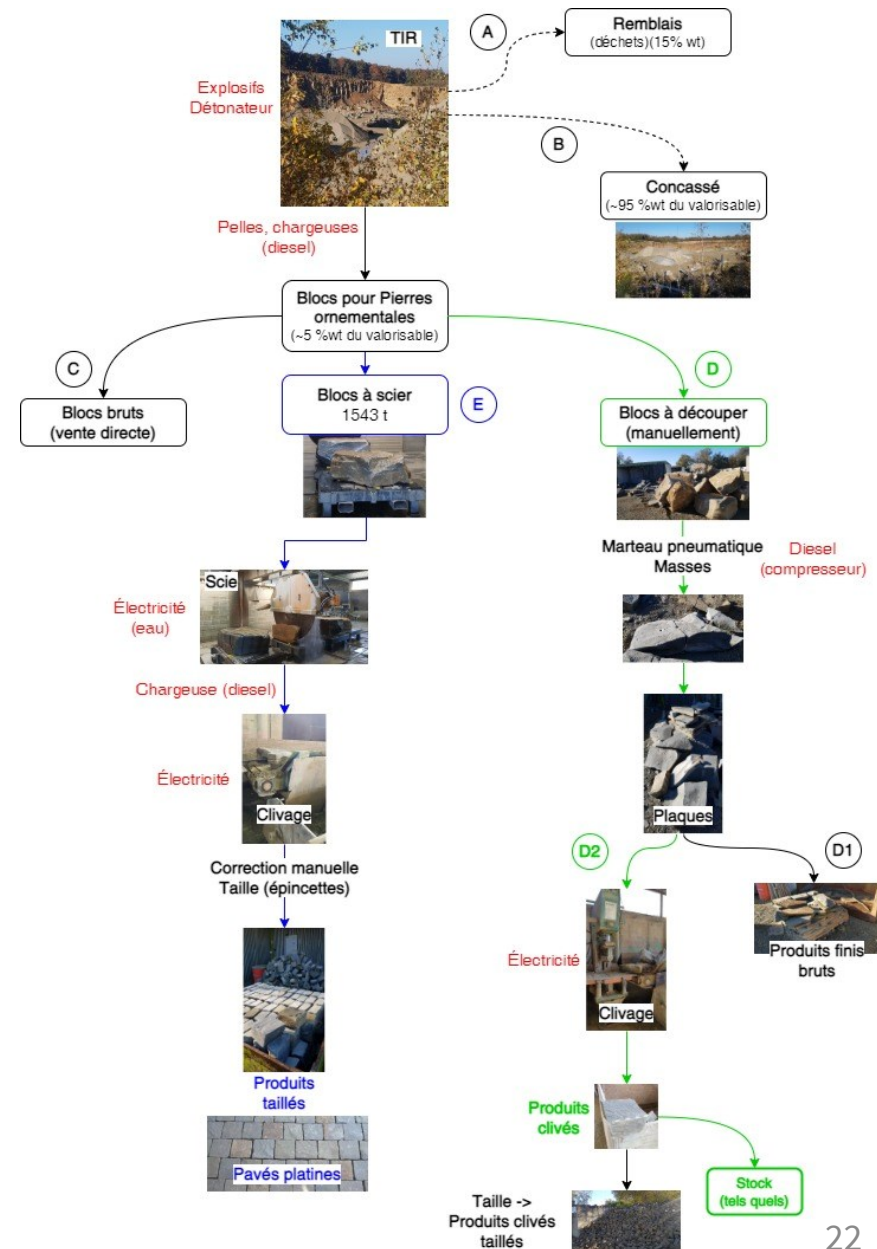


► Physique (masse) ↔ économique (revenu)



► Pondération :
masse (kg) x prix de vente (€/kg)

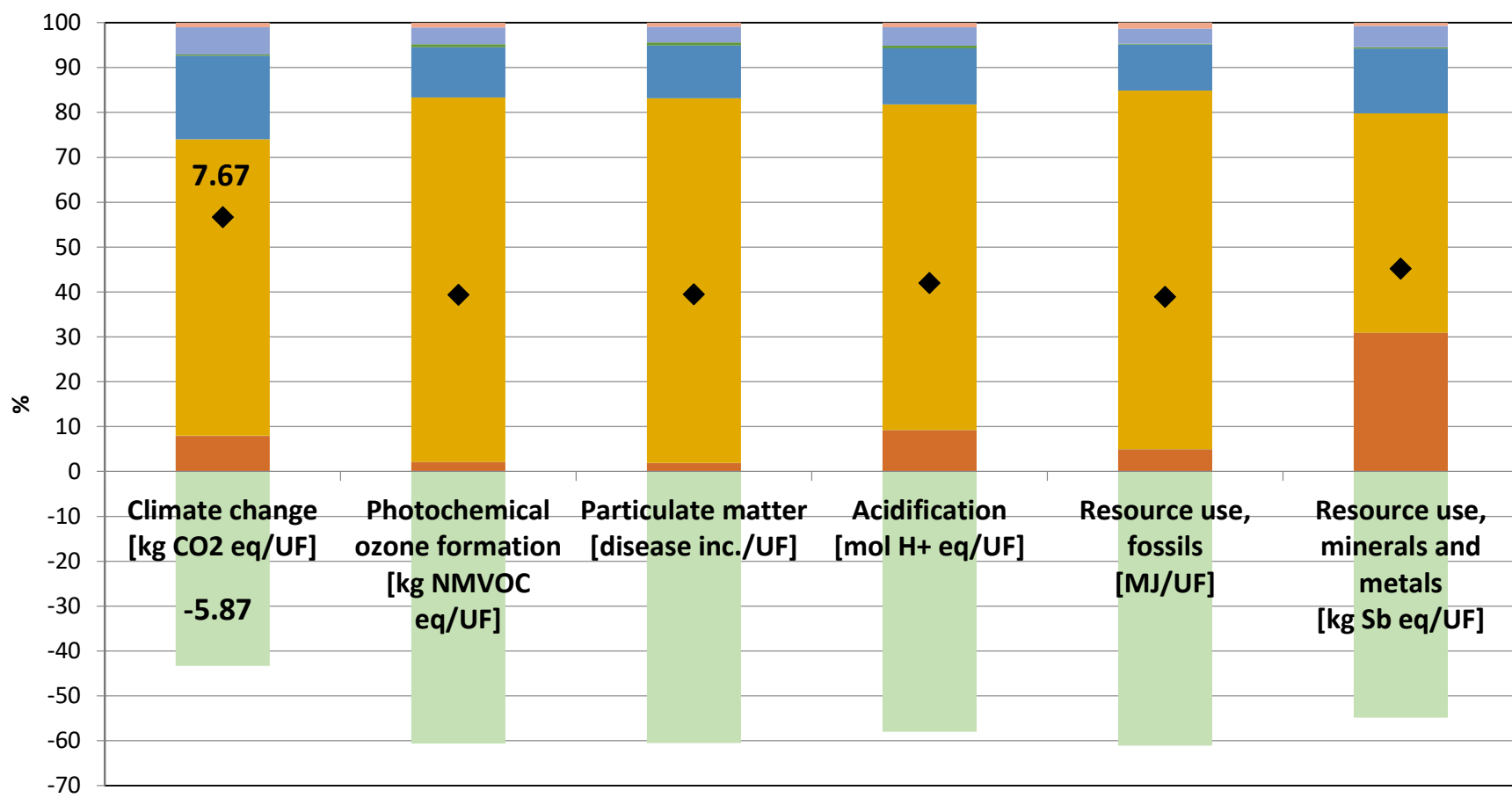
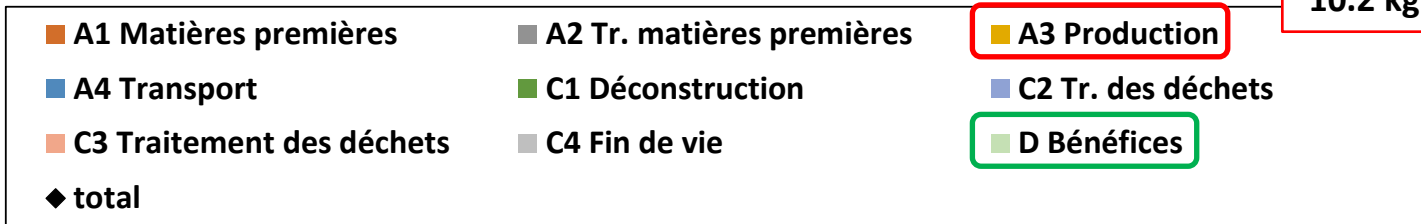
► → Allocation économique : € pavés / € total



3. Évaluation - 4. Interprétation

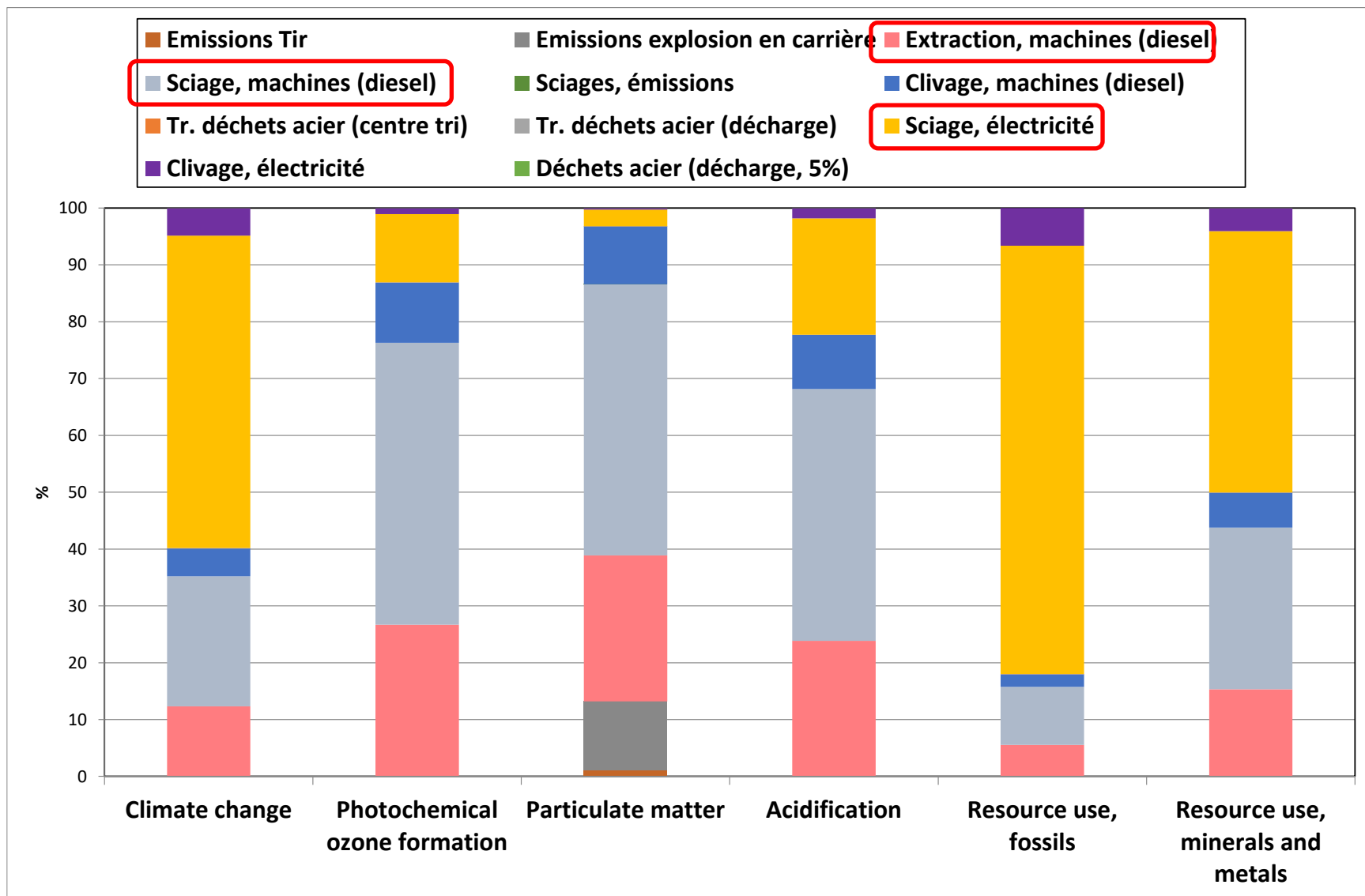
UF = 1 m² de pavés - **Caractérisation** – EN15804+A2:2019

A1-A3
10.2 kg CO₂ eq/UF



3. Évaluation - 4. Interprétation

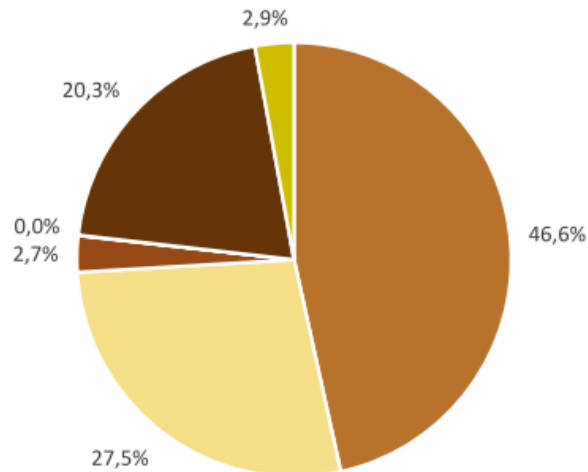
UF = 1 m² de pavés - **Caractérisation Production A3** – EN15804+A2:2019



2.2. Production brute d'électricité en 2019

Électricité		TWh
Nucléaire		43,5
Gaz naturel		25,7
Combustibles fossiles solides et gaz sidérurgiques		2,5
Produits pétroliers		0,0
Énergies renouvelables		19,0
Autres sources*		2,7
Total		93,5

*Les autres sources comprennent l'hydroélectricité pompée, la chaleur de récupération, les déchets non renouvelables et autres.



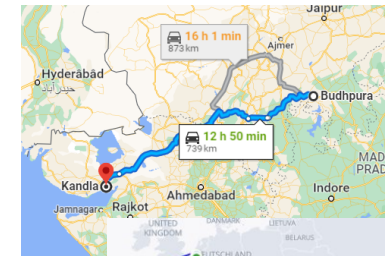
EN15804+A2:2019

Uranium = Ressource use, fossils

ReCiPe (2016)

Uranium = Mineral resource scarcity
(Fossiles = "C fossile" uniquement)

- ▶ Et le transport ? (A4)
- ▶ Valeur par défaut B-EPD
 - ▶ Camion \Rightarrow **GWP = 2.52 kg CO₂ eq/UF**
- ▶ Inde (Rajasthan) : concurrent (NB : qualité ?)



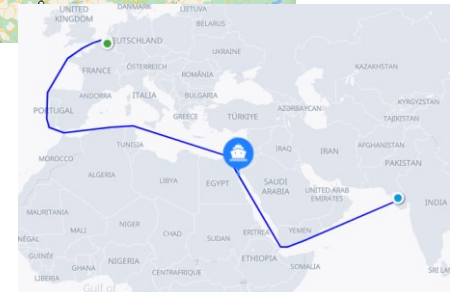
- ▶ Camion/Porte conteneur (~ 740/11 500 km)
/ Camion

\Rightarrow **GWP = 42.25 kg CO₂ eq/UF**

- ▶ + électricité !

Belgique : 0.248 kg CO₂ eq/kWh

Inde (de l'Est) : 1.83 kg CO₂ eq/kWh / Inde (de l'Ouest) : 1.63 kg CO₂ eq/kWh



Réversibilité

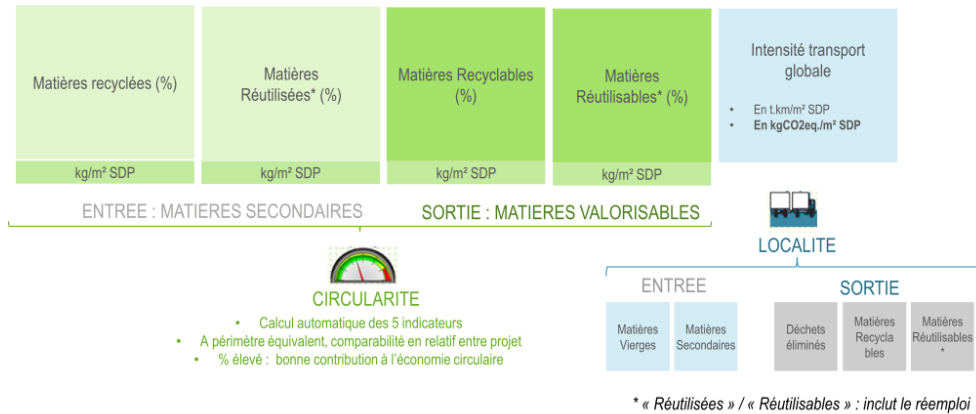


INFORMATIONS ADDITIONNELLES SUR LA RÉVERSIBILITÉ

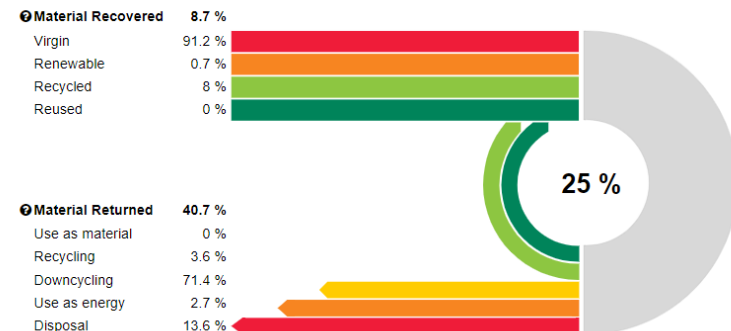
Description	Type of fixing	Level of reversibility	Simplicity of disassembly	Speed of disassembly	Ease of handling (size and weight)	Robustness of material (material resistance to disassembly)	Comment
Describe to what element or other product the product is connected to at building level (e.g. wooden frame, metal frame, brickwork, ...)	Describe the ancillary material and way of connecting. One line per way of connecting. See table below for options.	Indicate the level of reversibility based on the table below per type of fixing . <ul style="list-style-type: none"> Reversible connections Reversible connections with light repairable damage Reversible connections with non-repairable damage Non reversible connections 	per type of connection, choose from <ul style="list-style-type: none"> simple – no specific dismantling tools required Simple – requires the use of specific though common tools Simple, but collecting the material is a bit more intensive (ex. bulk material) More complex - requires specific tools and/or skills 	Per type of connection choose from <ul style="list-style-type: none"> speedy disassembly Speedy, lightweight material <ul style="list-style-type: none"> Speedy, material loosely laid / in bulk Rather speedy disassembly Speed of disassembly varies from quick to slow depending on element dimensions Speed of disassembly varies from quick to slow depending on element dimensions and number of fixations per distance unit Disassembly is slow (due to dimensions, weight and/or fixation method) 	Per type of connection choose from <ul style="list-style-type: none"> Easy to manipulate (by hand (small size and limited weight): one worker should be sufficient Material easy to manipulate by hand, one to two workers required depending on dimensions Can be handled manually, but due to size, weight and/or tools two or more workers are required At least two workers and additional specific equipment are needed Comes in a manipulable size, but the whole is rather heavy to manipulate. 	Per type of connection choose from <ul style="list-style-type: none"> The material resists well during disassembly Disassembly is possible but should be done carefully in order not to generate any damage Material with a long lifespan, disassembly is possible but the material should be handled with care in order to prevent damaging it Disassembly is possible but can cause damage to the material due to the type of assembly or fixing used. Disassembly is possible but will likely cause damage to the material due to the type of assembly or fixing used Disassembly is possible but will likely cause damage to the material due to the type of assembly or and tools used and the presence of additional layers. 	
Pavés posés sur le sol en tant que revêtement, sur une couche de sable stabilisé et avec un joint en mortier de ciment	Loose laid but with cement mortar joints (Rjoint < Rmat) (Pose libre mais avec joints en mortier de ciment (Rjoint < Rmat))	Reversible connections with light repairable damage (Connexions réversibles avec dommages léger : nettoyage des pavés après dépose)	Simple – no specific dismantling tools required (Simple – pas d'outil de démontage spécifique nécessaire))	Rather speedy disassembly (Démontage assez rapide)	Easy to manipulate (by hand (small size and limited weight): one worker should be sufficient (Facile à manipuler (à la main) (petite taille et poids limité) : un seul ouvrier devrait suffire)	The material resists well during disassembly (Le matériau résiste très bien durant le démontage)	Rjoint < Rmat cf. grès plus dur que le mortier (option non disponible dans la table de référence) Les pavés en grès sont très durs et résistent très bien au démontage (85% de réutilisation possible – voir D)

Indice de circularité

Résultats : Indicateurs de circularité et de localité calculés automatiquement



Building Circularity



- ▶ = Do Not Significant Harm
- ▶ Taxonomie vert européenne

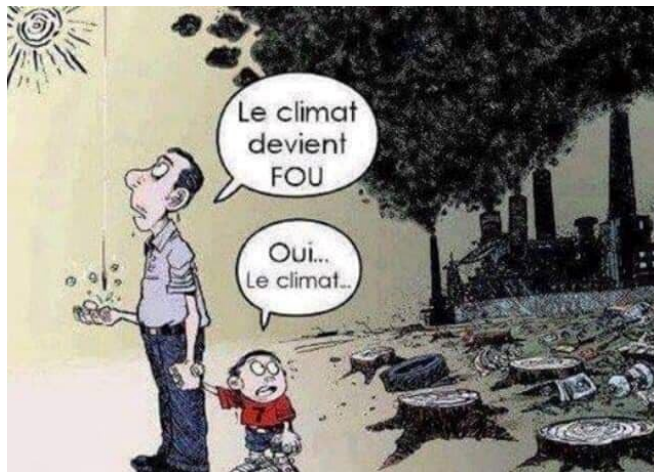


1. Emissions significatives de **gaz à effet de serre** (GHG);
2. Impact adverse sur le **climat actuel et futur**, sur l'activité elle-même ou encore que sur la nature, les biens et les personnes;
3. Impact négatif sur le potentiel écologique et la **qualité des eaux** de surface, des eaux souterraines ou des eaux marines;
4. Utilisation inefficente directe ou indirecte des **ressources naturelles** et génération accrue de **déchets** d'incinération ou d'enfouissement à long terme
5. Accroissement significatif des **émissions de polluants** dans l'air, l'eau ou le sol
6. Impact sur la qualité et la résilience des **écosystèmes** ou sur la qualité des habitats et la **biodiversité**

L'analyse du cycle de vie (ACV) c'est ...

- ▶ Un outil scientifique complexe
 - ▶ Multicritères (dont le changement climatique)
 - ▶ Multi-étapes (approche cycle de vie)
 - ▶ Quantitatif & Objectif (normes, transparence)

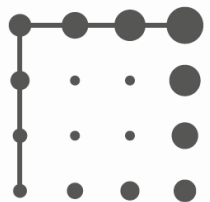
- ▶ Un outil d'Amélioration - **ce qui est** -
et d'Écoconception - **ce qui sera** ...



Merci pour votre attention!



dreamstime.



PEPs
CHEMICAL
ENGINEERING

