

Rapport du WPT4.3:

Data concernant le cycle de vie du
matériau CobBauge servant de base à
une déclaration environnementale de
produit (EPD)

Université de Plymouth

Mai 2023

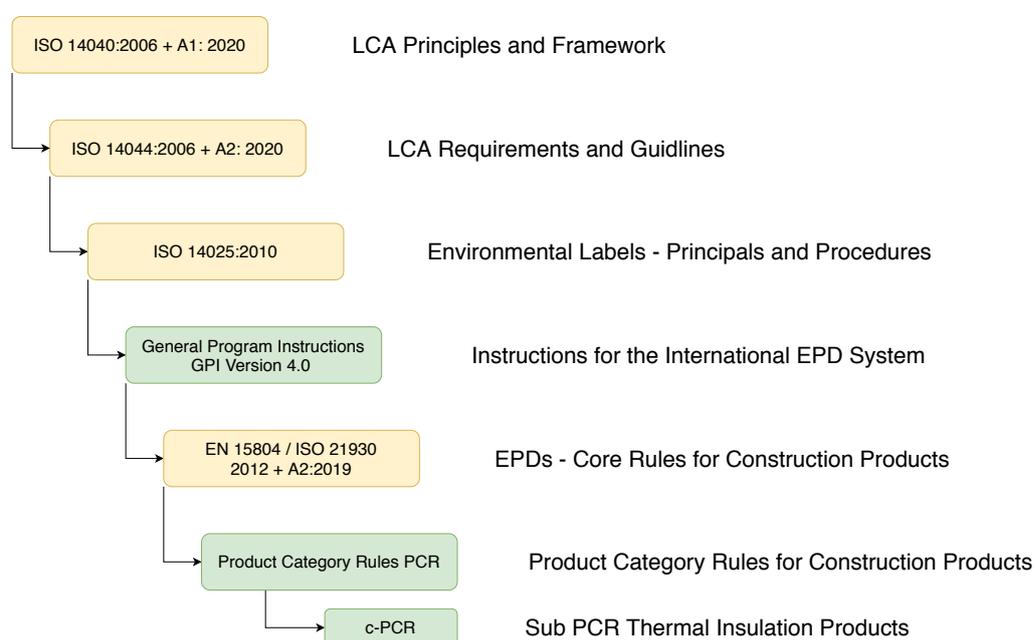
Introduction

Ce rapport résume et explique les données enregistrées lors de l'analyse du cycle de vie (ACV) des murs du bâtiment CobBauge à Plymouth.

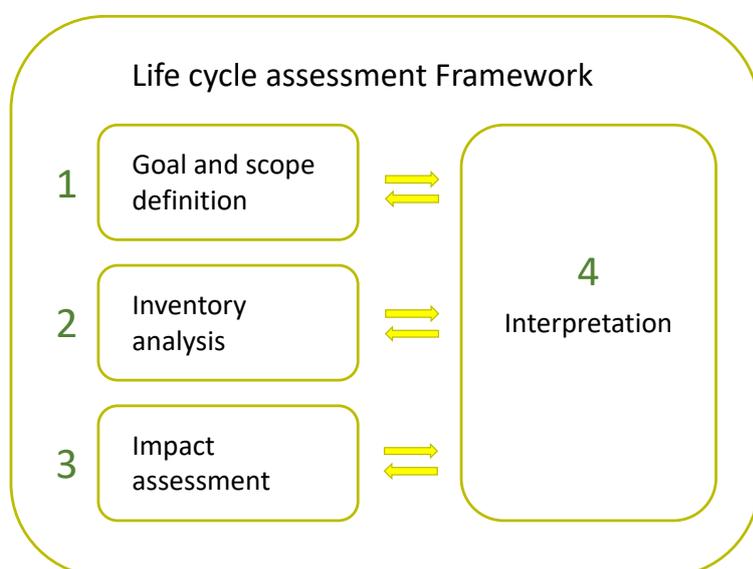
Les données brutes ont été rassemblées sous une forme qui correspond au logiciel d'ACV utilisé, « SimaPro », et elles peuvent donc être difficiles à comprendre au départ. Ce rapport tentera de donner un sens aux données.

Méthodologie

Les données ont été collectées dans une hiérarchie des normes appropriées :



Un modèle simple montre le flux d'informations dans la compilation de l'ACV.



L'objectif et la portée des données d'une EPD sont largement dictés par les « règles de catégorie de produit » (PCR) appropriées.

Les PCR sont des lignes directrices spécifiques pour le calcul de l'impact environnemental des produits appartenant à la même catégorie de produits.

Les PCR contiennent des exigences strictes qui laissent moins de place à l'interprétation qu'une ACV générale. Une PCR peut spécifier, par exemple, l'unité fonctionnelle qui devrait être utilisée, ou les bases de données qui devraient être utilisées, ou les catégories d'impact qui devraient être incluses dans l'étude.

Il existe également des PCR complémentaires et sous-PCR pour affiner davantage les critères.

PRODUCT CATEGORY RULES (PCR)
DATE 2011-02-05
CONSTRUCTION PRODUCTS



PCR 2019:14
VERSION 1.11

VALID UNTIL: 2024-12-20



COMPLEMENTARY PRODUCT CATEGORY RULES (c-PCR) TO PCR 2019:14
DATE 2019-12-20
THERMAL INSULATION PRODUCTS (EN 16783:2017)
PRODUCT GROUP CLASSIFICATION: NOT SPECIFIED



C-PCR-005 (TO PCR 2019:14)
VERSION: 2019-12-20



Une fois qu'une PCR est trouvée, l'ACV est effectuée conformément aux spécifications de l'EPD. Les règles sont généralement assez simples et permettent des procédures assez simples. En outre, la méthode d'analyse d'impact est relativement simple. En général, les catégories d'impact se limitent à :

- Ressources non renouvelables (avec et sans contenu énergétique)
- Ressources renouvelables (avec et sans contenu énergétique)
- Réchauffement climatique (équivalents CO₂)
- Acidification (kmol H⁺)
- Appauvrissement de la couche d'ozone (kg d'équivalents CFC11)
- Formation d'oxydants photochimiques (kg d'équivalents éthane)
- Eutrophisation (kg O₂)

De: BS EN 15804: 2012 + A2: 2019

« L'unité déclarée dans l'EPD est déclarée en appliquant l'un des types d'unités énumérés ci-dessous. Une unité différente peut être déclarée pour des raisons qui doivent être expliquées. Dans ce cas, des informations doivent être fournies sur la manière de convertir cette unité en un ou plusieurs des types d'unités requis.

- un élément (pièce), un assemblage d'articles, par exemple 1 brique, 1 fenêtre (les dimensions doivent être spécifiées);
- masse (kg), par exemple 1 kg de ciment;
- longueur (m), par exemple 1 m de tuyau, 1 m de poutre;
- Surface (m²), par exemple 1 m² d'éléments muraux, 1 m² d'éléments de toit;
- Volume (m³), par exemple 1 m³ de bois, 1 m³ de béton prêt à l'emploi.

Pour le système mural CobBauge, le choix évident est d'utiliser la surface (m²)

Limites du système

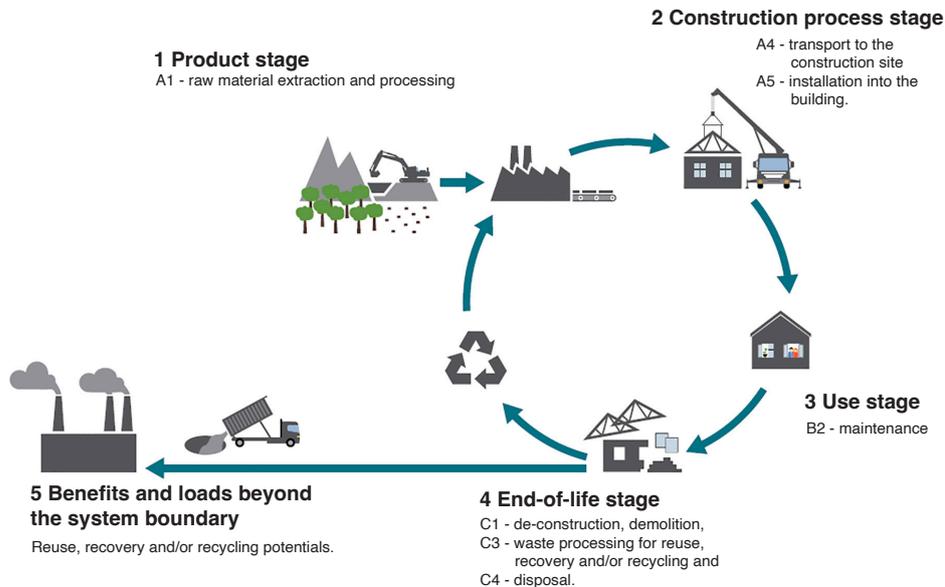
La PCR définit également les limites du système utilisées dans l'EPD :

Conformément à la norme EN 15804, section 5.2, les types d'EPD suivants sont possibles pour les produits de construction:

- a) Du berceau à la porte avec les modules C1-C4 et le module D (A1-A3 + C + D);
- b) Du berceau à la porte avec options, modules C1-C4, module D et avec modules optionnels (A1-A3 + C + D et modules supplémentaires). Les modules supplémentaires peuvent être un ou plusieurs modules choisis parmi A4-A5 et/ou B1-B7;
- c) Du berceau à la tombe et module D (A + B + C + D);
- d) Du berceau à la porte (A1-A3);
- e) Du berceau à la porte avec options (A1-A3 et modules supplémentaires). Les modules supplémentaires peuvent être A4 et A5.

(à partir de PCR: 2.2.2 TYPE D'EPD ET MODULES D'INFORMATION INCLUS)

Ce diagramme illustre les limites du système de l'ACV CobBauge



Le cycle de vie d'un produit selon les limites du système (voir schéma ci-dessus). Dans ce cas, l'EPD couvre l'étape du produit, l'installation dans le bâtiment, l'utilisation et l'entretien, les remplacements, la démolition, le traitement des déchets en vue du réemploi, la récupération, le recyclage et l'élimination, et l'élimination. Inclut toutes les informations contenues dans les modules A1 à C4. Dans cette EPD, le module d'information D peut être inclus.

À ce stade du développement du système de mur CobBauge, l'accent est mis sur l'étape du produit et la phase du processus de construction, car nous ne disposons pas encore de suffisamment de données sur les étapes d'utilisation et de fin de vie.

Les données brutes :

1 Étape du produit

A1 - Extraction et transformation des matières premières

Mélange structurel

Sous-sol argileux de 481,25 kg (12%) extrait avec une pelle sur pneus Yanmar B95W

7,5 litres de diesel par heure pendant 01:15 minutes = 0,13 litre

Fibres : Paille de blé = 0,00925t

Eau = 39 litres

Mélange effectué sur le site d'extraction:

7.5l par heure pendant 05:53 minutes = 0.69l

Mélange thermique

Sous-sol argileux riche de 88,05 kg (36%) extrait par JCB Backcaveuse

5,4 litres de diesel par heure pendant 0:15 minutes = 0,0225 litre

Chanvre shiv = 0,01904t

Eau = 50,2 litres

Mélange sur le chantier :

1,6 kWh pour 1:02:30 = 1,62 kWh

2 Étape du processus de construction

A4 - transport vers le chantier

Mélange structurel sur site, camion rigide à trois essieux 15 tonnes

0.489t sur 83.85k = 40.83ktm

Mélange thermique sur site, camion rigide à trois essieux 15 tonnes

0.088t sur 87.2k = 7.67ktm

Chanvre shiv sur site, camionnette de livraison 2.4t

0.01904t sur 534.3k = 10.17ktm

Coffrage: bois = 0.082ktm

Coffrage: treillis d'acier + barre M12, fixations = 0.675ktm
Bois: outil de bourrage + outil de placement
= 0.0046ktm

A5 - installation dans le bâtiment.

Coffrage (réutilisé 25 fois)

Bois, mélèze local = -1,027kgCO₂e

Treillis d'acier = 8.172kgCO₂e

Barre filetée M12 plus rondelles et écrous = 5,97 kgCO₂e

Outils électriques sur place :

Perceuses à batterie = 0,18 kwh

Scie à découpe = 0,95 kWh

Les données ci-dessus sont les données principales pour le calcul de l'ACV et de l'EPD, formatées pour SimaPro.

Les sections suivantes examinent comment les données ont été enregistrées et quelle était l'importance de chaque processus en termes de carbone incorporé.

Le mélange d'épis structurels



La première étape est A1 - extraction et traitement des matières premières.

Sur la photo ci-dessus, l'excavatrice sur pneus Yanmar creuse le sous-sol argileux prêt à être mélangé.

Une fois le sol extrait, la même excavatrice a été utilisée pour mélanger le sol. D'abord avec de l'eau pour créer un lisier, puis avec la paille ajoutée à un rapport de 2,5% au poids sec du sol.

Le processus a été enregistré en détail, comme le montre cette feuille annotée:

Venue; Cutwell Combe Farm, Avonwick. South Brent, TQ10 9HA, distance to University of Plymouth site 18 miles via A38 route.

Measurements of mass and volumes of materials.

One bale of barley straw equals 11 kg

One bucket for distributing water 10 L.

One excavator bucket empty 225 kg.

One bucket full of red subsoil minus the bucket 384 kg.

First mix was 3 1/2 bucket falls of soil to 11 buckets of water mixed with 2 bales of straw.

1344kg soil

110 litres of water

22kg straw

Original splot test 26 to 29 cm was concluded to be too wet and this is when an extra half bucket which is included into the 3 1/2 buckets stated of excavator soil.

Second splot test 24 to 20 cm.

Once straw was mixed in two separate mixing processes two ball test two undertaken one showing slightly to dry at around 16 cm and after taking a second sample came through at 20 cm so under the 21 cm diameter for the 1 m drop ball test that was normally required by Francois.

Measurements for LCA analysis for mixing structural cob with Crediton Red soil as advised by Barry.

For continuous running with small breaks the digger used 75 L over a 10 hour day. Is therefore equates to 7.5 L per hour. The following times were approximately the amount of time needed for the 360 degree four wheeled rubber tyred back actor to mix a cob mix using a standard medium size skip.

Moving soil into skip to mix, two minutes.

Weighing bucket 1 minute

Handwritten notes:
 mix with water first to activate clay - lvo says don't add soil after straw
 3 big buckets
 Pa mix add water 3 units plus straw = 5:30
 move cob =
 2nd mix Load soil 1:13 mix water 2:45
 add straw mix 1:10 mix straw 6:15
 move cob =

L'information pertinente en ce qui concerne l'ACV est la quantité de carburant utilisée par la pelle, et cela a été calculé, comme tous les autres processus, à l'aide d'un tableur.

Times	minutes	Taken from second mix session					
Move soil	00:01:13		00:00:26				
mix soil water	00:02:45						
Add straw	00:01:10						
Mix straw soil	00:06:15						
Move cob	00:05:00						
Total digger time	00:16:23			53 seconds as %			
Digger time m2	00:05:53			0.88			
Digger fuel	hour	Litres/hour		Digger fuel	hour	Litres/hour	
Ratio to m2	01:00:00	7.00		Ratio to m2	01:00:00	7.00	
	10.20408163	00:05:53	0.69		52.173913	00:01:13	0.13

Cela nous donne la quantité de carburant utilisée par la pelle pour créer le mélange structural de notre « unité déclarée » de 1m² de paroi CobBauge. Dans le cadre du processus de production, le combustible a le plus grand impact, mais la combustion de 0,13 litre n'est pas une quantité d'énergie significative dans le contexte de la production de ciment par exemple.

Tous les calculs pour les données brutes ont été effectués de la même manière, mais ne sont pas présentés ici dans leur intégralité pour des raisons de clarté, y compris les émissions du mix thermique (photo ci-dessus).

Transport

A4 - transport vers le chantier

Comme le mélange structural a été créé à la source du sol, le prochain impact à considérer est le transport des matériaux.

Le processus de transport est exprimé en tonnes-kilomètres (tkm). Une tonne-kilomètre signifie le transport d'une tonne sur 1 kilomètre, ou 1 kg sur 1000 km, ou toute autre combinaison qui a le même produit de distance et de poids. Dans ce cas, 0,481,25 tonnes sont transportées sur 83,8 kilomètres, soit 40,83 tkm. Ce sera l'impact le plus important pour le mix structural.

Le processus de construction

La couche isolante légère a été mélangée sur place à l'aide d'un mélangeur à axe vertical à action forcée.



Le slip riche en argile est ajouté au shiv de chanvre dans le mélangeur dans un rapport volumétrique de trois parties shiv pour une partie. Cela représente une proportion de chanvre shiv par 50% du poids du sol sec.

Dans ce cas, la principale énergie consommée était l'électricité, à 1,62 kWh.

Le coffrage

Une autre quantité importante d'émissions de carbone pour le système mural CobBauge provient de la construction du coffrage. La charpente en bois n'est pas le problème car le carbone séquestré par l'arbre pendant sa croissance compense normalement l'énergie utilisée pour le transformer en morceaux utilisables. En utilisant les données de l'Inventaire du carbone et de l'énergie (ICE), les émissions de carbone calculées pour le mélèze d'origine locale sont de **moins 1,027 kgCO₂e (équivalent dioxyde de carbone).**

L'acier inoxydable utilisé pour le treillis qui maintient les mélanges CobBauge en place, ainsi que la barre filetée M12 et les fixations associées sont responsables de **14,142 kgCO₂e d'émissions par m² de paroi.**



Les outils en bois supplémentaires et les fixations plus petites ne contribuent pas de manière significative aux émissions globales de carbone, bien qu'ils soient inclus dans les calculs de l'ACV.



Comparer les isons

Nous pouvons comparer les 14,142 kgCO₂e pour l'acier dans le coffrage avec les émissions de transport pour le matériau CobBauge.

Un litre de carburant diesel émet 2,68 kgCO₂e

Le total pour la livraison des mélanges CobBauge sur site = 58.67ktm

Un camion de quinze tonnes transportant 0,481 tonne de mélange structural sur 83,85 km utilisera 3,46 litres de carburant diesel. **Cela libérera 9,27 kgCO₂e.**

Un total calculé montre que les émissions pour le transport sont très similaires à l'énergie grise des matériaux, mais si vous tenez compte du potentiel de réutilisation du coffrage, le **transport devient le facteur primordial.**

L'une des raisons des émissions plus élevées que prévu dues au transport était la distance entre le site du prototype de Plymouth et la source des sols riches en argile utilisés pour les murs.

Comparé à un mur de maçonnerie conventionnel.

Une autre comparaison utile peut être faite en utilisant les données de l'inventaire du carbone et de l'énergie pour comparer le système CobBauge avec le Cob traditionnel et un mur de révélateur standard utilisant la construction en maçonnerie, qui est toujours la méthode préférée de l'industrie de la construction britannique. Pour ce calcul, les deux murs ont une valeur U équivalente conforme aux réglementations de construction britanniques.

For typical wall	Density kg/m ³	Thickness m	Weight per m ² kg	EE per m ² MJ/kg
Traditional Cob	1700	0.6	1020	114.57
Composite CobBauge				
Structural Mix	1700.000	0.300	510	65.18
Thermal mix	350.000	0.300	105	52.92
Total		0.600		118.10
Masonry Wall				
Dense Block	2000.000	0.115	230	154.10
Foam	40.000	0.050	2	216.00
Cavity		0.050		
Aerated Block	700.000	0.115	80.5	281.75
Total		0.330		651.85

En utilisant ce calcul, le mur CobBauge a 18,12% des émissions de carbone du mur de maçonnerie.

Conclusion

CobBauge est un matériau de mur essentiel de haute masse avec une énergie grise inférieure à celle de la construction en maçonnerie conventionnelle.

Traditionnellement, les murs en torchis étaient construits à partir de sols provenant du même site que le bâtiment et, par conséquent, les émissions de transport étaient minimales. Idéalement, la terre utilisée pour les murs CobBauge devrait également provenir plus près du site du bâtiment potentiel. Cela aurait un impact significatif sur les émissions globales car on peut voir que ce sont le facteur le plus élevé de l'empreinte carbone de CobBauge.

Les matériaux utilisés dans la production du coffrage ont également un impact significatif, mais le coffrage est conçu pour être réutilisé jusqu'à vingt fois, ce qui réduit considérablement ce dépouillement carbone.