

Evaluation à l'aide de l'Analyse en Cycle de Vie des meilleures stratégies de conception de bâtiments résidentiels écologiques à Phnom Penh, au Cambodge

Makara Long, Pierre Leclercq, Virak Han, Sigrid Reiter
 Université de Liège, Belgique
 Institut de Technologie du Cambodge, Cambodge

Contexte et problématiques

Le secteur du bâtiment est très important pour le développement social et économique des sociétés humaines. Cependant, les bâtiments consomment 30 à 40% de l'énergie utilisée dans le monde entier, ils génèrent 40 à 50% des émissions mondiales de gaz à effet de serre et ils sont considérés comme un acteur majeur de la dégradation de l'environnement (Faiz et al. 2013). En plus d'être la cause de l'utilisation de 60 % des matières premières extraites de la Terre, le secteur du bâtiment est à l'origine de 50 % de toutes les émissions de CO2 atmosphérique, participant de manière significative à l'empreinte carbone mondiale (Gardezi et al. 2021). Dans la perspective du développement durable, la performance et la qualité environnementale des bâtiments doit être analysée tout au long de leur cycle de vie (Reiter, 2010). L'analyse du cycle de vie (ACV) est un cadre méthodologique permettant d'étudier et d'évaluer les impacts environnementaux d'un produit, d'un système ou d'un service donné, tout au long de son cycle de vie. L'application de l'ACV aux bâtiments est relativement récente, en particulier en Asie (Faiz et al. 2013). L'ACV permet d'évaluer les impacts environnementaux des matériaux de construction, des composants, des systèmes constructifs et de différentes options de conception des bâtiments, ce qui offre la possibilité aux professionnels de la conception des bâtiments et de la construction de choisir les solutions qui réduisent ces impacts sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment ainsi que de fournir une aide à la décision pour la conception de politiques environnementales et l'introduction de nouvelles technologies de construction (Sustainable Facilities Tool, 2022; Reiter, 2010).

Résultats primaires d'une étude de cas au Cambodge

Type : maison résidentielle

mitoyenne

Année de construction : 2005

Nombre d'habitants : 10

Sommatation d'électricité : 6480 kWh/an

Surface totale de plancher : 157 m²

L'évaluation des empreintes carbone et environnementale de cette maison située au Cambodge a été réalisée à l'aide du logiciel SimaPro 9.3.0.3, en respectant les normes et règles internationales standardisées pour l'ACV et en utilisant la base de données Ecoinvent 3.

	Unit [kg CO ₂ eq/m ²]	Pourcentage [%]
Total	808.93	100
Production des matériaux	166.43	20.57
Phase de construction	6.66	0.82
Consommations énergétiques (en phase d'utilisation)	635.84	78.60

Table 1 : Empreinte carbone du bâtiment existant (= scénario de référence) et sa répartition entre les principales phases du cycle de vie étudiées.

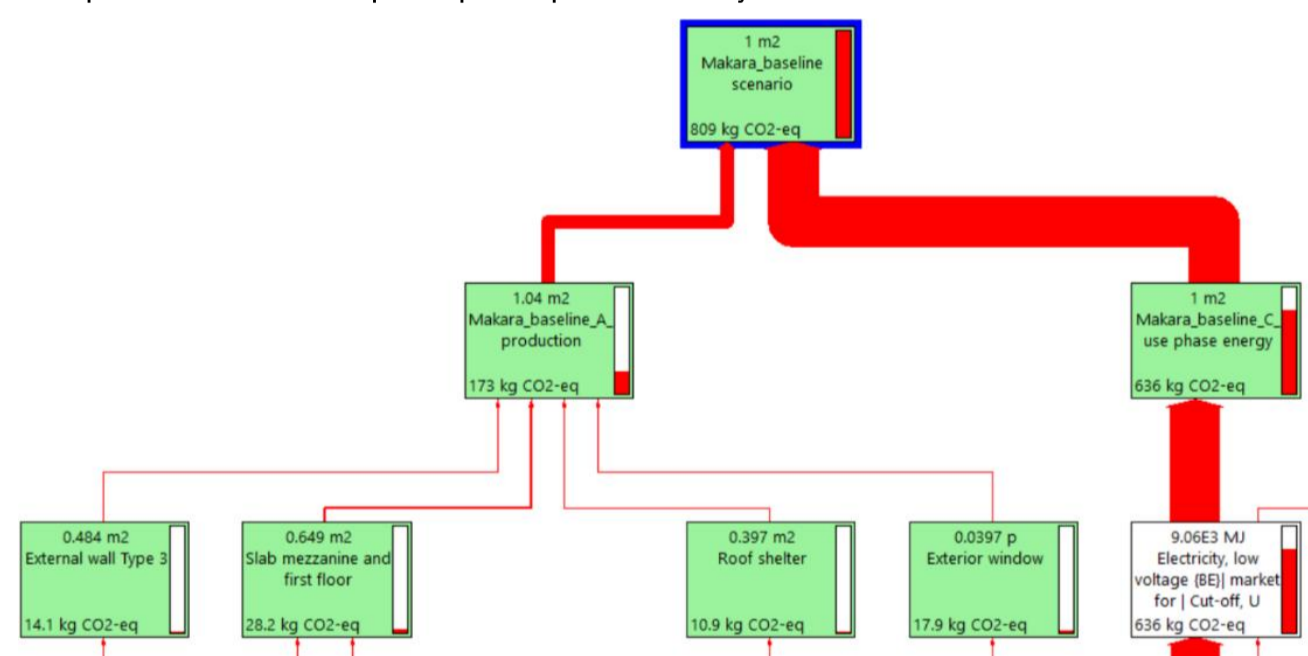


Image 1 : Éléments ayant une influence significative sur l'empreinte carbone du bâtiment, selon la méthode IPCC 2021 GWP100

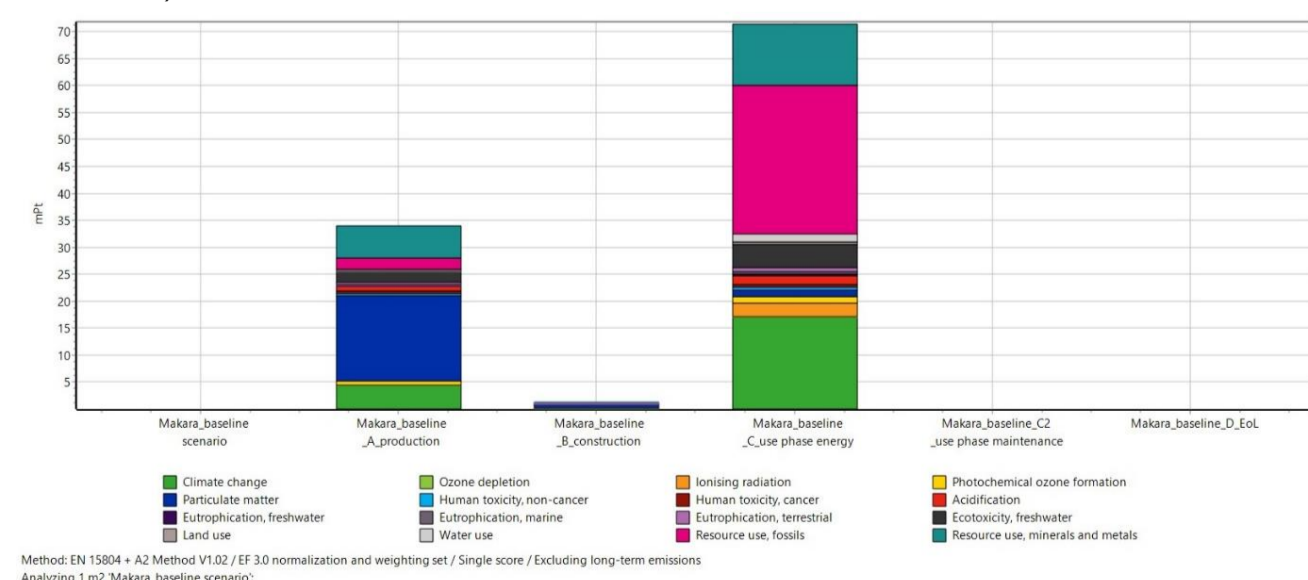


Image 2 : Répartition de l'empreinte carbone du bâtiment à travers les différentes phases du cycle de vie étudiées et en mettant en évidence la contribution des différentes catégories d'impacts environnementaux, selon la méthode EN 15804 + A2

Stratégies proposées

- 1) Stratégie 1: supprimer les matériaux inutiles
- 2) Stratégie 2: remplacer certains éléments par un matériau à faible teneur en carbone
- 3) Stratégie 3: utiliser une structure légère en bois
- 4) Stratégie 4: produire localement une énergie renouvelable (énergie solaire)
- 5) Stratégie 5: combiner les 4 stratégies

Cette recherche propose d'utiliser la méthodologie d'analyse du cycle de vie (ACV) pour définir des stratégies permettant d'améliorer la conception environnementale des bâtiments résidentiels, en particulier à Phnom Penh, la capitale du Cambodge. L'empreinte carbone et un grand nombre d'impacts environnementaux différents sont étudiés en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Ce projet vise également à mettre en œuvre une approche de construction verte pour la conception durable de logements, ce qui comprend la recherche de solutions abordables, l'efficacité énergétique des bâtiments, l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, un environnement intérieur sain et confortable, l'utilisation de matériaux de construction écologiques, la gestion des déchets et de la pollution, qui permettent de minimiser l'impact environnemental, l'empreinte carbone, et le changement climatique, ainsi que de fournir un meilleur environnement de vie pour les occupants du bâtiment.

Objectifs

Les objectifs de la recherche sont de proposer des stratégies de conception et des lignes directrices pour réduire l'empreinte carbone et l'impact environnemental global de bâtiments résidentiels au Cambodge grâce à l'analyse en cycle de vie (ACV) d'un cas d'étude et de différents scénarios d'amélioration. Il s'agit d'abord d'appliquer l'ACV à une maison multifamiliale située à Phnom Penh pour évaluer les impacts environnementaux d'un bâtiment existant construit relativement récemment (en 2005), puis de modéliser l'impact de différentes stratégies visant à réduire son bilan environnemental.

Question de recherche

Quels sont les matériaux, les produits et les techniques de construction ainsi que les stratégies de conception qui peuvent participer de manière significative à la réduction de l'impact environnemental global des bâtiments résidentiels en Asie du Sud-Est, et en particulier au Cambodge?

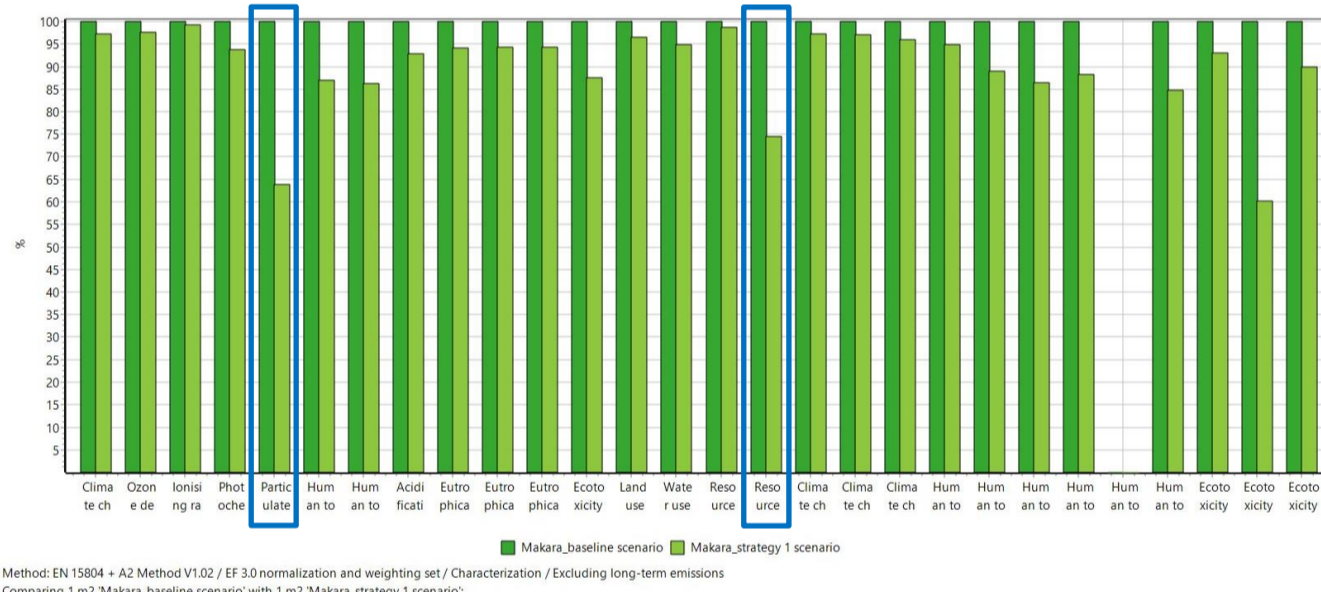


Image 3 : Comparaison des impacts environnementaux du scénario de référence et de la stratégie 1

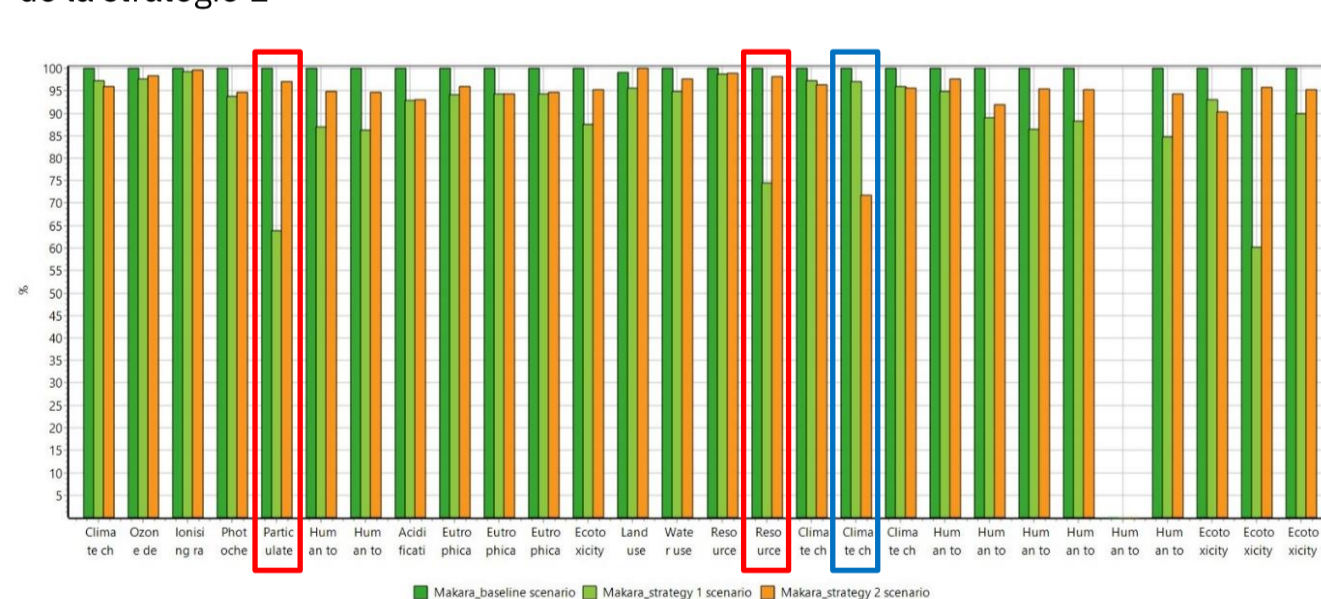


Image 4 : Comparaison des impacts environnementaux de la stratégie 2 par rapport au scénario de référence et à la stratégie 1



Image 5 : Comparaison des impacts environnementaux de la stratégie 3 par rapport au scénario de référence et aux 2 premières stratégies

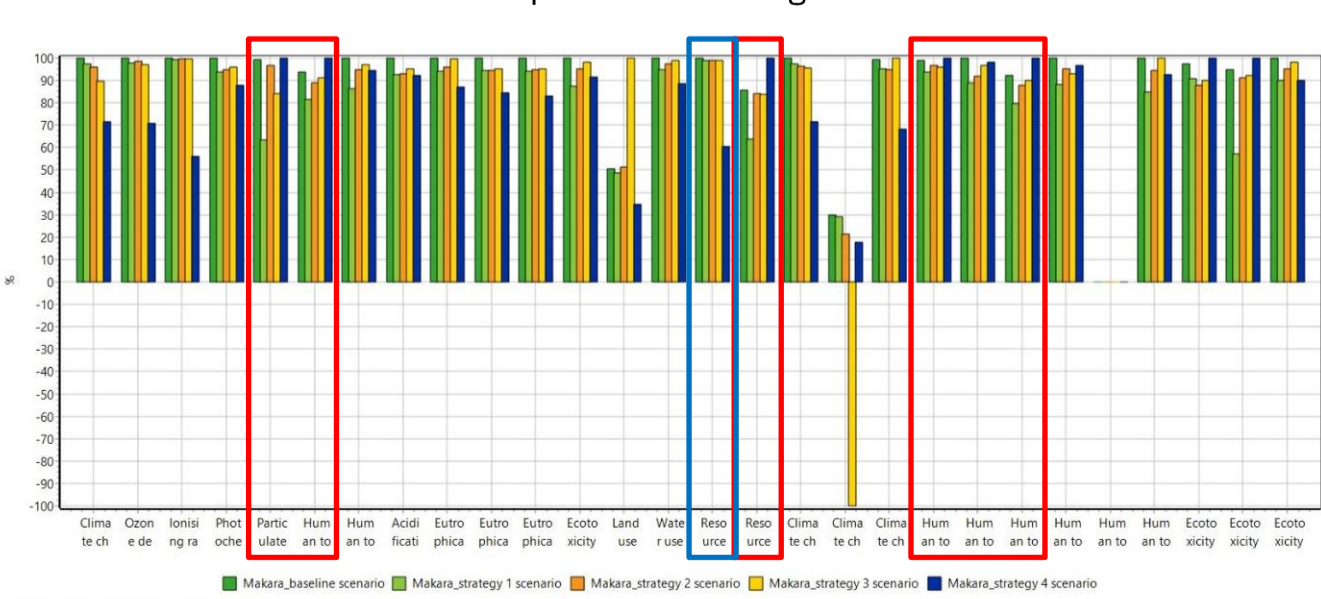


Image 6 : Comparaison des impacts environnementaux de la stratégie 4 par rapport au scénario de référence et aux 3 autres stratégies

Méthodologie

- 1) Analyse du contexte, étude de l'analyse en cycle de vie (ACV) et état de l'art: revue de la littérature et analyse des applications de l'ACV dans le contexte de l'Asie ainsi que des solutions pour améliorer la qualité environnementale des bâtiments résidentiels au Cambodge.
- 2) Choix du logiciel et de la base de données pour la réalisation de l'ACV. Ces deux éléments doivent être choisis en même temps car la base de données doit être adaptée au logiciel et pertinente pour le contexte de l'étude de cas du bâtiment.
- 3) Sélection d'un cas d'étude pertinent et sa collecte de données. Le bâtiment existant choisi doit être représentatif d'un type courant de bâtiment résidentiel multifamilial au Cambodge.
- 4) Évaluation de l'empreinte carbone et de l'impact environnemental global du cas d'étude sélectionné à l'aide de l'ACV: il s'agit de calculer l'empreinte carbone de toutes les phases du cycle de vie du bâtiment (production, construction, phase d'utilisation et démolition) du bâtiment et d'évaluer leur impact environnemental à l'aide des principales catégories d'impacts environnementaux reconnus.
- 5) Choix de stratégies potentielles d'amélioration environnementale du cas d'étude et ACV de ces différents scénarios ainsi que d'un scénario combiné.
- 6) Analyse des résultats de l'ACV des différents scénarios testés et choix de la meilleure stratégie de conception



Image 7 : Comparaison des impacts environnementaux de la stratégie 5, qui combine les 4 stratégies étudiées, par rapport au scénario de référence et aux 4 autres stratégies

Phases du cycle de vie	Scénario de référence		Stratégie 5	
	Carbon footprint [kg CO ₂ eq/m ²]	Environnemental footprint [mPt]	Carbon footprint [kg CO ₂ eq/m ²]	Environnemental footprint [mPt]
Total	808.93	106.73	494.26	70.66
Production	166.43	34.01	85.89	16.37
Construction	6.66	1.36	3.44	0.65
Utilisation : énergie	635.84	71.37	404.94	53.63

Table 2 : Empreinte carbone et environnementale totale et par phase du cycle de vie pour le scénario de référence et la stratégie 5 (stratégie combinée)

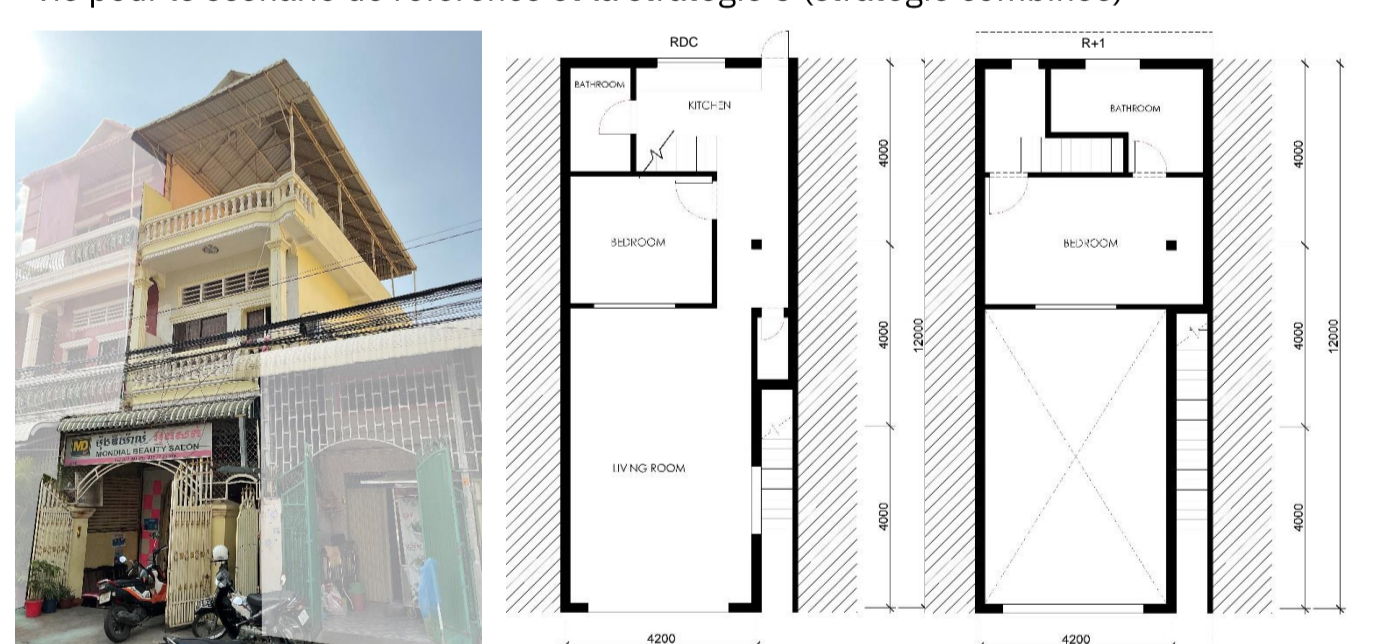


Image 8 : Photo et plans de la maison servant de cas d'étude

Conclusion

Cette étude permet de tirer quelques premières conclusions : grâce aux stratégies étudiées, l'empreinte carbone du cas d'étude peut être réduite d'environ 40 % et son impact environnemental global d'environ 34 %. Les émissions carbone générées durant la phase de production des matériaux et la phase de construction peuvent être réduites d'environ 48 % en supprimant les matériaux inutiles et en utilisant des matériaux à plus faible teneur en carbone. L'utilisation de panneaux photovoltaïques réduit de 36% les émissions carbone générées durant la phase d'utilisation du bâtiment. Toutes les stratégies étudiées sont bénéfiques pour l'environnement de manière globale mais dans certains cas l'impact lié à l'une ou l'autre catégorie d'impact environnemental peut être augmenté.

Bibliographie

- Faiz, A. R., Sumiani, Y., & Noorsaidi, M. (2013). A Review of the Application of LCA for Sustainable Buildings in Asia. *Advanced Materials Research*, 1597-1601.
- Gardezi, S. S., Shafiq, N., Hassan, I., & Arshid, M. U. (2021). Life Cycle Carbon Footprint Assessments, Case Study of Malaysian Housing Sector. *Environmental and Climate Technologies*, 1003-1017.
- Reiter, S. (2010). Life Cycle Assessment of Buildings - a review. In *Proceedings of ArclerMittal International Network in Steel Construction 2010 : Sustainability Workshop*. <https://hdl.handle.net/2268/96541>
- Sustainable Facilities Tool. (2022). Life Cycle Assessment and Buildings. Retrieved (28/09/2022) from Sustainable Facilities Tool: <https://sftool.gov/plan/403/life-cycle-assessment-buildings>