

Montée en puissance de l'Analyse de cycle de vie, ou l'histoire de la construction d'une boussole commune pour la transition environnementale.

Chevalier Jacques¹, Aublet Adélaïde¹, Vesson Marine¹, Lebert Alexandra¹, Hans Julien¹

¹ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 24 rue Joseph Fourier, 38400 Saint Martin D'Hères – France

RESUME

L'évaluation des performances environnementales des produits de construction et des bâtiments est devenu un enjeu significatif dans le milieu des années 90. En France, c'est l'époque des premières thèses sur l'ACV des bâtiments et la naissance de l'Association HQE®. Cet article explique pourquoi et comment l'analyse de cycle de vie est devenue la colonne vertébrale de l'évaluation des performances Environnementales de tous les "produits" du secteur de la construction, des matériaux jusqu'aux projets urbains. Il retrace le besoin d'objectivation des performances dans l'acte de programmer ces objectifs, d'écoconcevoir, de bâtir plus propre, de gérer plus sobrement et de penser une fin de vie responsable des projets de construction et de rénovation. L'article présente également les nouvelles pistes d'application en particulier aux échelles urbaines, il illustre aussi les limites identifiées de cet outil et les progrès qu'il reste à faire pour continuer à s'appuyer efficacement sur cette méthode. Ce papier démontre l'intérêt de coupler cet outil structurant à d'autres approches pour développer des approches hybrides pour compléter l'ACV et ainsi exploiter au mieux les intérêts de la "pensée cycle de vie" (life cycle thinking).

Mots-clefs

ACV, Produits de construction, bâtiments, projets urbains, performances environnementales

I. INTRODUCTION

Dans les années 1990, la préoccupation énergétique est forte. Dans le secteur de la construction, les initiatives se multiplient pour réduire les consommations des ouvrages, et pour développer le recours aux énergies nouvelles et renouvelables (ENR). Mais une tendance à élargir le débat grandit, sous la poussée des groupes écologistes, et on ne parle plus seulement de performance énergétique : les ouvrages doivent montrer aussi des caractéristiques de respect de l'environnement, alors qu'aucun outil objectif n'existe pour quantifier ces caractéristiques. On voit

alors apparaître de nouveaux isolants « naturels », des éléments de maçonnerie « recyclables », des bâtiments qualifiés d'écologiques parce que construits majoritairement en bois, récupérant les eaux de pluie, ou faisant appel à des composants fabriqués localement. On ressent aussi chez ces concepteurs innovants une méfiance vis-à-vis des acteurs industriels accusés de ne pas se préoccuper assez des impacts environnementaux de leurs activités et de leurs produits.

Dans le souci d'apporter un peu de rigueur face à ces multiples approches parfois plus militantes que techniques, plusieurs expérimentations ont été menées notamment par l'Etat et l'ADEME pour objectiver la qualité environnementale des projets. C'est ainsi qu'est né le concept de HQE® pour Haute Qualité Environnementale, puis de démarche HQE® pour décrire le processus de programmation, conception, réalisation et gestion des bâtiments à Haute Qualité Environnementale. Le lancement des projets de « lycées HQE », a permis aux régions confrontées à l'urgence de la construction de nouveaux établissements, d'initier une émulation sur le thème de la qualité environnementale. Les bureaux d'étude chargés des choix de solutions techniques se tournèrent vers des produits dont les fabricants pouvaient répondre aux nombreuses questions contenues dans le cahier des charges relatif à la qualité environnementale, ce qui n'était pas le cas à cette époque des industriels français des produits de construction. Leur organisation professionnelle (l'AIMCC) comprenant alors l'enjeu, s'investit dans la toute nouvelle « association HQE » issue de l'atelier cité précédemment. Elle lance dans le même temps, avec l'aide de l'ADEME, un vaste programme de réalisation d'ACV sur les principaux produits de ses adhérents, pour leur assurer un bon positionnement sur des projets à venir. L'ACV faisait ainsi son entrée dans le monde de la construction.

En parallèle, plusieurs organismes de recherche, dont le CSTB, avaient dès les années 1990 développé dans leurs programmes la thématique de la conception d'outils d'évaluation de la qualité environnementale des produits de construction et des bâtiments (Thèses Le Téo Et Polster), avec le souci de faire le lien entre des initiatives d'origine universitaire dans différents pays européens et la préoccupation très concrète des industriels. A la fin des années 90, des travaux conjoints du CSTB et des principales filières industrielles (via les Centres Techniques Industriels comme le CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'industrie du Béton), le CTTB (Centre technique des Tuiles et Briques), le CTICM (Centre Technique Industriel de la Construction Métallique), et le CTBA (Centre Technique du Bois et de l'Ameublement) vont conduire au besoin d'harmoniser et de normaliser l'expression et la quantification des performances environnementales. Naissent alors les premières Fiches de Données Environnementales et Sanitaires, les ancêtres des Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

II. DE L'EXPERIMENTATION A LA NORMALISATION

Même si le mot n'était pas encore utilisé, les premières expérimentations des principes HQE à des ouvrages a conduit à du greenwashing tant dans la sélection des produits de construction que dans les performances des ouvrages réalisés. Sous la pression des décideurs et des concepteurs, les industriels ont donc accéléré l'objectivation des performances de leurs solutions constructives ; les conditions sont réunies pour la mise en place par l'AFNOR d'une nouvelle commission de normalisation.

De l'AFNOR...

Les années 2000 permettent à la France de devenir pionnière en matière de normes sur l'ACV des produits de construction et des bâtiments. La commission AFNOR P01E – développement durable dans la construction- tient sa première réunion en 1999. Elle est à cette époque essentiellement constituée des experts des différentes approches en développement (chercheurs, fabricants de produits, architectes, bureaux d'études, ADEME). Cette commission existe toujours aujourd'hui et regroupe désormais l'ensemble des acteurs du secteur de la construction.

La commission a travaillé rapidement. Elle publie dès 2001 la norme expérimentale XP P01-010 qui après trois ans d'expérimentation et la publication d'une cinquantaine de FDES par des industriels pionniers devient en 2004 la première norme française homologuée sur l'ACV des produits de construction : la NF P01-010 --2004 - « Qualité environnementale des produits de construction – Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction ». Cette norme expose de façon détaillée comment un industriel doit communiquer sur les caractéristiques environnementales des produits qu'il fabrique : comment calculer un inventaire de cycle de vie (définition du produit, du système étudié, liste des flux à renseigner), puis comment en faire la synthèse en calculant la valeur de chacun des indicateurs d'impacts. Elle contient l'ensemble des instructions permettant de produire une FDES (fiche de déclaration environnementale et sanitaire).

Dans la foulée, soucieux de mettre à disposition de la filière les données générées par les industriels utilisant cette norme, la base INIES, qui est depuis devenue la base sectorielle la plus riche au monde en déclarations environnementales. Au 16/12/2021, un peu plus de 17 ans après sa création, la base INIES contient plus de 3100 déclarations environnementales produites et régulièrement mises à jour par les industriels. Soit plus de 60 fois plus qu'il y a 17 ans, une belle croissance ! (Figure 1)

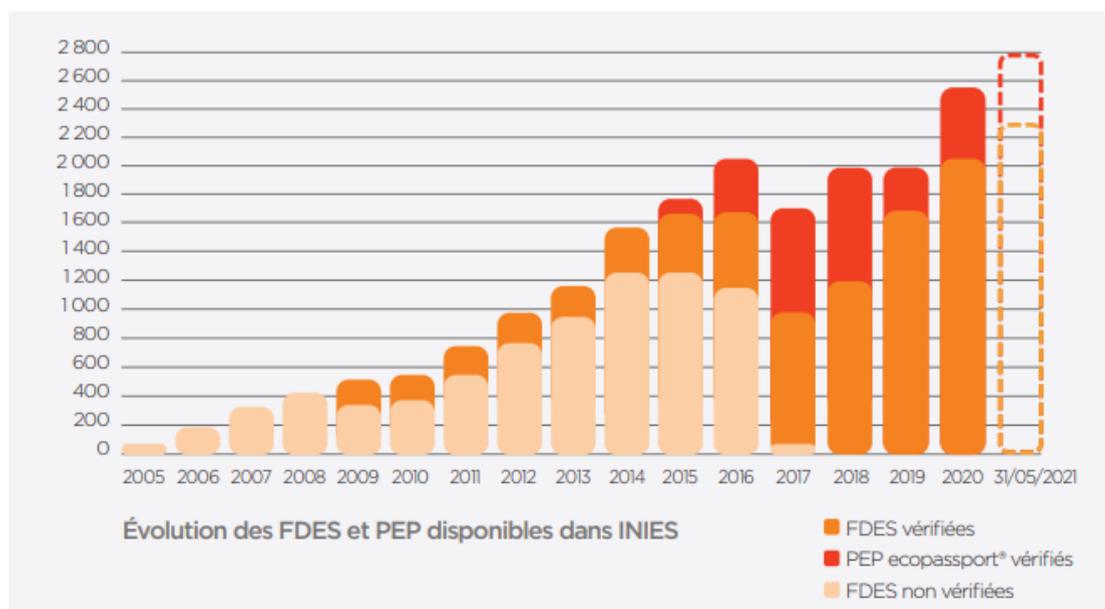


FIGURE 1. Evolution FDES et PEP de la base INIES (baromètre INIES septembre 2021)

En 2006, pour mieux garantir la qualité des données des FDES, l'AFNOR crée un programme de déclaration environnementale de produits de construction conforme à la norme ISO 14025 – Marquages et déclarations environnementaux - Déclarations environnementales de type III - Principes et modes opératoires– destiné à garantir la vérification par une tierce partie indépendante des FDES. Le programme INIES - qui existe toujours- vient de voir le jour ! Il est aujourd'hui sous la responsabilité de l'Alliance HQE-GBC et fait l'objet d'une gouvernance multipartite.

La commission AFNOR P01E développe en parallèle des travaux à l'échelle du bâtiment. Après la normalisation de la démarche HQE® en 2005 à travers la norme NF P01-020-1 - Bâtiment - Qualité environnementale des bâtiments - Partie 1 : cadre méthodologique pour la description et la caractérisation des performances environnementales et sanitaires des bâtiments - pour soutenir le développement de la certification HQE® des bâtiments, la commission publie en 2009, la norme expérimentale XP P01-020-3 - Bâtiment - Qualité environnementale des produits de construction et des bâtiments - Partie 3 : évaluation des performances environnementales d'un bâtiment - Description du résultat de l'évaluation, de la méthode d'évaluation et de leurs déclinaisons à différentes étapes d'un projet qui est la première norme nationale portant sur l'ACV des bâtiments. Si cette norme expérimentale a depuis été annulée car remplacée par des textes européens, ces principes servent toujours de squelette à la méthode de calcul de la RE2020.

... à l'ISO et au CEN

En 2003 commence l'ouverture à l'international. Forte de ces premières expériences nationales, la France prend la présidence d'un nouveau sous-comité technique à l'ISO, le TC 59/SC17 « Construction immobilière - Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil ». Cependant, hormis le Japon et dans une moindre mesure le Canada, les pays non européens ne sont à cette époque pas très moteurs sur la question du développement durable de la construction. Aux Etats Unis, des acteurs privés ont créé la certification d'ouvrage LEED (leader mondial de l'époque) mais ne jouent pas le jeu de l'harmonisation via la normalisation. En 2006, au niveau international, seuls les Pays Bas disposent d'une norme nationale (NEN 8006) équivalente à la norme française NFP01-010. Le Royaume-Uni n'a pas suivi la voie de la normalisation mais dispose d'un programme de déclaration environnementale des produits de construction géré par le Building Research Establishment (BRE), d'un guide de prescription des solutions constructives basé sur l'ACV, le « Green Guide for Specification » et d'une certification d'ouvrages (BREEAM) en concurrence avec la certification LEED et la certification HQE sur le marché français. La Norvège dispose aussi d'un embryon de programme de déclaration environnementale de produits de construction (EPD Norge).

En 2006, les pays européens décident donc de poursuivre la normalisation plutôt au niveau européen et créent le comité de normalisation CEN TC350 – « Contribution des ouvrages de construction au développement durable ». Dès lors, l'Europe devient leader dans l'harmonisation des règles d'ACV appliquées aux produits de construction et aux bâtiments.

Le CEN TC350 publie en 2012 la première version de la norme EN15804 – « Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits » - Règles régissant les catégories de produits de construction qui va remplacer la norme NF P01-010 et la norme EN15978 – « Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance environnementale des bâtiments » - Méthode de calcul qui va remplacer la norme XP P01-020-3. Malgré l'avance de la France, des Pays Bas et du Royaume Uni, ce corpus des normes européennes est fortement influencé par l'Allemagne qui a depuis développé sa certification d'ouvrage (DGNB) et son programme de

déclaration environnementale de produits (IBU). Nous y reviendrons par la suite. Notons également qu'en 2012, dans le projet "Piloting the Common Metrics" de la Sustainable Building Alliance, l'Allemagne, le Royaume uni, la Finlande, l'Italie, les USA, l'Espagne et la France réalisent une des premières comparaisons des différentes méthodes ACV utilisées dans ces pays sur des ouvrages communs en vue de comprendre les spécificités de méthode et de périmètre d'analyse pour progresser sur la possibilité de métriques communes.

En résumé

A la fin des années 2000, la France dispose de normes ACV à l'échelle des produits et des bâtiments, d'une base de données mettant à disposition les FDES des industriels et de plusieurs logiciels d'ACV bâtiment ; l'arsenal complet pour expérimenter à large échelle l'utilisation de l'ACV pour évaluer les performances des bâtiments notamment dans les certifications d'ouvrage. L'harmonisation européenne est en cours. Mais alors pourquoi l'ACV n'est pas encore pratique courante dans le secteur de la construction en 2010 ?

III. DE LA NORMALISATION A LA REGLEMENTATION

La décennie 2010 va permettre de résoudre ce paradoxe et c'est le recours à l'expérimentation à large échelle et la réglementation qui vont permettre d'apporter les solutions pour accélérer le déploiement de cet outil indispensable à la transition écologique de notre société.

En 2010, l'utilisation courante de l'ACV se heurte à plusieurs obstacles :

- L'instabilité des normes (avec en particulier l'arrivée des normes européennes)
- La base INIES n'est pas assez étoffée (environ 300 FDES uniquement et pas de données sur les équipements),
- Certains acteurs n'ont pas confiance dans les données des industriels, certains logiciels utilisent donc des données génériques qui divergent des données industrielles
- Malgré les normes, les méthodes de calcul sont insuffisamment harmonisées
- Les résultats des logiciels ACV ne sont donc pas très robustes.
- Les temps de modélisation et en particulier les difficultés pour les acteurs de récupérer rapidement des informations simples comme les métrés

L'instabilité des normes

Cet obstacle a été considérablement réduit par l'adoption des normes européennes qui ont fait disparaître les normes nationales. Cependant, comme nous le verrons par la suite, le niveau d'harmonisation étant insuffisant pour réglementer, cette instabilité réapparaît aujourd'hui au travers des initiatives nationales florissantes (réglementation ou guides nationaux pour l'obtention d'aide financières) basées sur les normes mais allant bien plus loin dans les spécifications et les exigences.

La complétude de la base INIES

En 2009, à la suite du Grenelle de l'environnement, l'AIMCC a signé avec l'Etat une convention d'engagement volontaire pour que les industriels produisent plus de FDES, et en priorité pour des familles de produits mal renseignées. Cette convention n'a pas atteint l'intégralité de ses objectifs et par ailleurs les équipements électriques, électroniques et de génie climatique n'étaient toujours pas présents dans la base INIES. Afin d'inciter les industriels à produire des FDES et des PEP (les déclarations environnementales portant sur les équipements), l'Etat a contraint les industriels à ne plus pouvoir déroger à l'un de ces deux formats (FDES/PEP) pour déclarer leurs performances environnementales.

L'association HQE a également lancé deux expérimentations à large échelle pour faire réaliser des ACV sur de vrais projets de construction, il s'agit des expérimentations HQE performance. Avec plus de 140 ouvrages modélisés, ces deux expérimentations successives ont démontré la possibilité de massifier la réalisation de l'ACV à l'échelle des bâtiments et son utilisation comme outil d'écoconception par les équipes de conception. Pour obtenir des résultats comparables et rendre possible ces ACV, il aura été nécessaire de préciser un ensemble de règles pratiques complémentaires aux normes existantes et de fournir des données pour combler les données manquantes. Ainsi, associées à la réglementation sur les déclarations environnementales, ces expérimentations ont donné un premier coup d'accélérateur à la production de FDES. Les expérimentations HQE performance ont également permis la création de premières échelles de référence à l'échelle de l'ouvrage, permettant de différencier les pratiques usuelles des bonnes pratiques sur les différents indicateurs d'impact. Les expérimentations HQE performance ont enfin été l'occasion pour des architectes, bureaux d'études et AMO Environnement de se former à l'ACV.

Conforté par ces expérimentations et désireux de répondre aux demandes législatives, l'Etat a ensuite lancé en novembre 2016 l'expérimentation E+C- dans l'objectif de préparer la mise en place de la réglementation environnementale 2020 (RE2020). Cette expérimentation, associée à un label d'Etat depuis 4 ans a donné un second coup d'accélérateur salutaire à la production de déclarations environnementales. Enfin, pour combler le manque de données et permettre un calcul exhaustif des impacts environnementaux, l'Etat a mis à disposition dans INIES des données environnementales par défaut (DED). Ainsi, tout produit ou équipement non couvert par une FDES/PEP se voit doté d'une DED dans l'ACV. Cette DED étant majorante, elle pénalise le résultat et rend plus difficile l'obtention du label (ou bientôt le niveau réglementaire). Ce dernier point est le dernier accélérateur en date de la production de FDES/PEP.

Donner confiance dans les données des industriels

La Suisse, pionnière dans le domaine de l'ACV, a mis à disposition la base Ecoinvent, une base de données d'inventaires (données « sortie d'usine ») génériques portant sur de très nombreux procédés et matériaux (tous secteurs économiques confondus). Initiée par des chercheurs de renom, compétents et indépendants, cette base a, jusqu'au début des années 2010, été considérée par de nombreux experts comme une base plus fiable (mais surtout plus exhaustive) que la base INIES pour réaliser l'ACV d'un bâtiment. Les travaux de recherche menés dans les années 2010 ont montré que l'utilisation de données génériques non spécifiques à des technologies industrielles pouvait conduire elle aussi à des biais calculatoires : sous-estimation de la phase de production, complexité de l'intégration à l'échelle bâtiment conduisant à utiliser des données trop génériques (transport sur chantier, mise en œuvre ; fin de vie...). Les premières expérimentations

(HQE performance, E+C-, ...) ont montré la puissance de l'utilisation de déclarations environnementales portant sur le cycle de vie complet en vue d'une massification de l'ACV. Il restait à rassurer les acteurs sur le fait que les données fournies par les industriels étaient sincères et respectaient les normes. L'Etat a donc rendu obligatoire, à partir de 2017 la vérification par une tierce partie indépendante de toutes les déclarations environnementales émises par les industriels. Cette vérification, couplée à une surveillance par le marché exacerbée par l'arrivée de la RE2020, a considérablement amélioré la confiance des acteurs.

Rendre opérationnelles les règles de calcul

Les normes sur l'ACV dans la construction sont plus précises que les normes ACV générales. Elles laissent malheureusement en suspens de nombreux points méthodologiques qui peuvent influencer sensiblement les résultats de l'ACV. Pour HQE performance, puis E+C- puis la RE2020, les acteurs français ont dû répondre à des questions telles que :

- Quels produits et équipements faut-il prendre en compte précisément ? Est-ce que je dois inclure les clôtures, les canalisations, les plinthes, les peintures... ?
- Comment procède-t-on quand le bâtiment héberge à la fois des logements et des commerces ?
- Sur une même parcelle, lorsque j'ai plusieurs bâtiments et un équipement de production d'énergie mutualisé, comment faire le calcul ?
- Quels usages de l'énergie dois-je inclure dans le périmètre de l'ACV pour un commerce, une industrie, un hôtel... ?
- Si je veux utiliser un matériau réemployé comment est-il compté ?
- Est-ce que j'utilise un mix électrique moyen annuel ou un mix saisonnier ou un mix horaire ?

Les règles pratiques de l'expérimentation HQE performance, le référentiel énergie carbone puis la méthode de calcul réglementaire de la RE2020 sont venus progressivement répondre à ces questions et restreindre les possibilités de faire diverger les résultats des ACV des bâtiments.

Et après la réglementation

La réglementation ne doit pas faire oublier que l'ACV reste un outil relativement jeune et perfectible. Le prochain paragraphe présente quelques limites identifiées et questionne le besoin de poursuivre les développements scientifiques sur l'ACV. Il est certain que l'application réglementaire de l'ACV au bâtiment va mettre en exergue de nouvelles limites de l'ACV au fur et à mesure que les acteurs vont s'approprier la démarche, les outils et les données. Gardons en tête que ces limites sont à mettre en perspectives des apports de l'ACV pour permettre aujourd'hui une objectivation efficace et généralisée des émissions de gaz à effet de serre, étape indispensable dans notre lutte contre le réchauffement climatique.

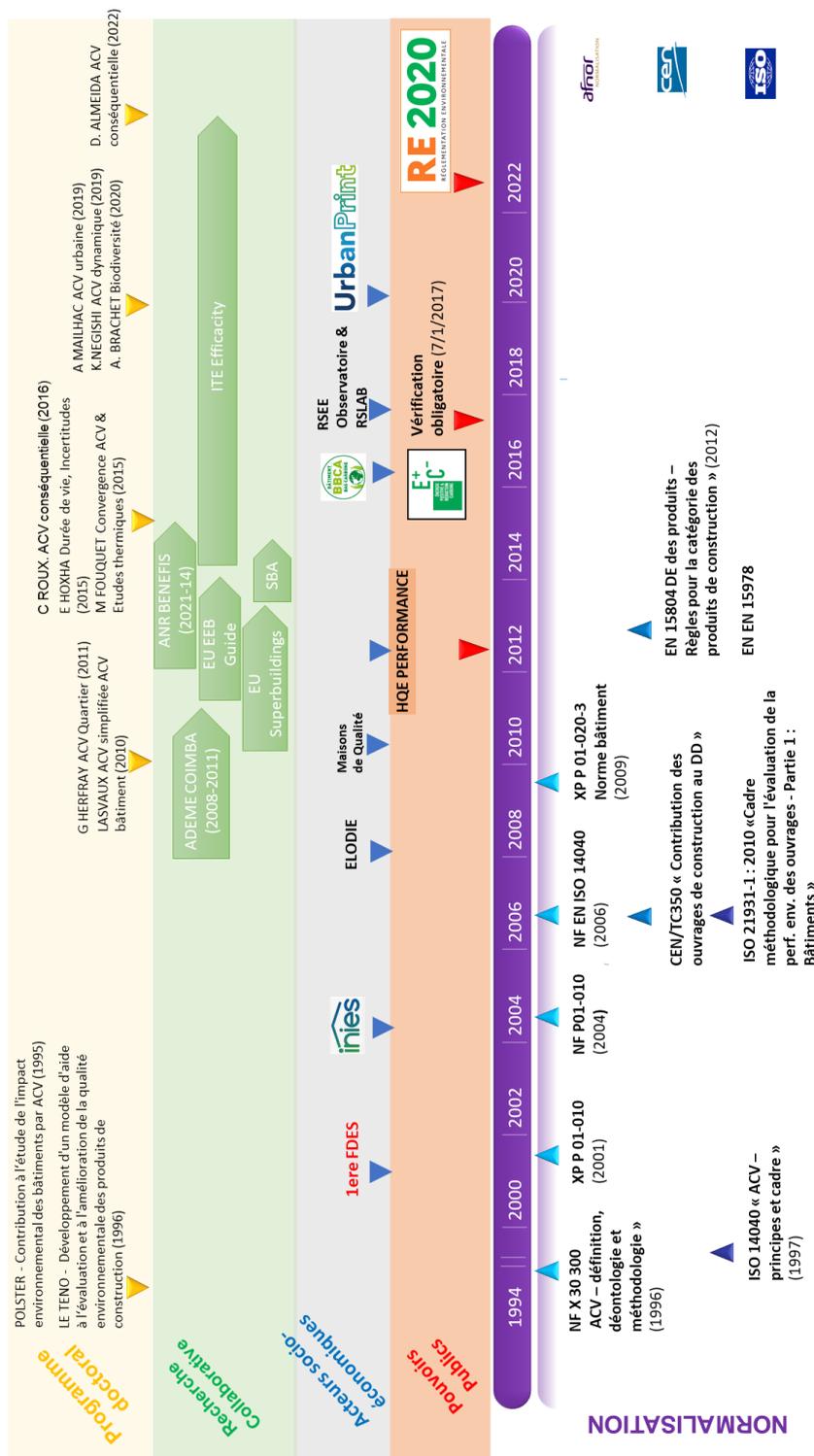


FIGURE 2. Chronologie schématique de la prise en compte de l’ACV par les différentes sphères d’acteurs : académiques, groupes de normalisation, acteurs socio-économiques, pouvoirs publics...

L'arrivée de l'ACV dans la pratique des acteurs opérationnels et dans une réglementation bâtiment est le fruit d'une émulation collective qui a démarré il y a près de 30 ans. La montée en puissance de l'ACV n'a été possible que parce que différentes sphères d'acteurs se sont approprié cet outil en le faisant évoluer au regard de leurs propres besoins et objectifs. La Figure 2 présente une chronologie synthétique et lacunaire de ces jeux d'acteur autour de l'ACV dans la construction.

IV. LES LIMITES DE L'ANALYSE DE CYCLE VIE

Malgré ses forces, son impressionnant essor et son apparente exhaustivité, l'ACV telle qu'elle est appliquée aujourd'hui comporte un certain nombre de limites qu'il convient d'explicitier en toute objectivité :

- Alors que les bâtiments sont des objets à durée de vie très longue, les méthodes et données utilisées à ce jour ne permettent pas de tenir compte du facteur temps dans l'ACV des bâtiments sinon par la prise en compte des renouvellements de produits et équipements. Des travaux académiques autour de l'ACV dite dynamique et/ou autour de l'ACV dite prospective essayent d'identifier les enjeux de la prise en compte du temps dans l'ACV des bâtiments (voir la thèse de K. NEGISHI, 2019) changement du contexte climatique, variation des performances des produits et systèmes ...) et lever les verrous nécessaires pour leur prise en compte. Les travaux de la thèse de M. FOUQUET, (M FOUQUET, 2015) ont permis par exemple de mettre en évidence la pertinence de l'usage de mix énergétique et de bilans énergétiques au pas de temps horaire ou annuel en fonction des configurations d'ouvrage pour une évaluation parcimonieuse des émissions de gaz à effet de serre.
- Les données sur les flux environnementaux liés à la pollution de l'eau ou de l'air par exemple n'étant pas localisées géographiquement, la caractérisation de certains impacts « locaux » est peu pertinente et difficilement appréhendable par les acteurs (écotoxicité, acidification, eutrophisation, biodiversité...) avec les méthodes utilisées aujourd'hui. Des travaux à ce sujet sur la biodiversité ont été publiés en 2020 par le CSTB et le Museum National d'Histoire Naturelle (thèse Aline BRACHET, 2020).
- Pour cette même raison et parce qu'elles ne considèrent pas non plus les flux de matières premières secondaires, les méthodes de caractérisation des impacts sur l'épuisement des ressources ne fournissent pas non plus des résultats pertinents parce qu'elles ne peuvent pas capter la criticité locale de certaines ressources et ne permettent pas de tenir compte de la pression globale du bâtiment sur les ressources naturelles primaires et secondaires.
- Le recours à des déclarations environnementales portant sur le cycle de vie complet est parfois considéré comme une limite à la prise en compte de gestes d'écoconception (calepinage, approvisionnement local en matériaux...), de pratiques de chantier vertueuses (pratiques de mise en œuvre, tri des déchets de démolition/déconstruction...) ou du contexte local ou régional (filière de valorisation des déchets par exemple). Ce qui a en effet été un facilitateur au déploiement de l'ACV dans la dernière décennie va peut-être devenir un obstacle pour certains

acteurs soucieux d'optimiser leurs opérations et de mettre en valeur leurs pratiques (nous y reviendrons)

- L'absence de nombreuses données spécifiques (propres à un déclarant, par opposition à des données génériques) reste un frein à l'utilisation de l'ACV des bâtiments comme un véritable outil d'aide à la conception, mieux concevoir voulant dire dans un premier lieu choisir des produits couverts par une déclaration environnementale, alors qu'un produit ne disposant pas de FDES n'est pas forcément plus impactant qu'un autre.
- Les résultats des ACV, même celles réalisées dans le cadre réglementaire, restent sujets à caution. La validation d'une ACV est un sujet complexe. Il est tout à fait possible de vérifier que la méthode suivie est globalement correcte mais il est beaucoup plus difficile techniquement et aussi économiquement de valider certains aspects comme la complétude des produits et équipements considérés, ou si les produits mis en œuvre à la réception sont bien ceux prévus à la conception.

La vision holistique amenée par l'ACV est une de ses forces mais c'est aussi une de ses faiblesses. Certains sont tentés de vouloir l'utiliser pour traiter tous les sujets environnementaux. Le besoin en données précises est très important pour réaliser l'ACV et la complexité des paramètres à prendre en compte conduisent soit à simplifier (au risque de passer à côté d'un paramètre sensible) soit à complexifier (au risque de freiner la compréhension, l'appropriation et le bon usage de la méthode).

Après deux décennies de développement, l'ACV doit désormais entrer dans une phase de maturation conduisant à l'améliorer lorsque nécessaire mais surtout à mieux penser son articulation avec d'autres outils d'évaluation environnementale pour traiter des thématiques pour lesquelles son utilité reste à construire (biodiversité, écotoxicité, santé humaine, ...).

V. L'AVENIR DE L'ACV : CONSOLIDATION, SIMPLIFICATION ET HYBRIDATION

La RE2020 marque une révolution dans l'utilisation de l'ACV dans le secteur de la construction. Après plusieurs réglementations qui auront poussé la performance énergétique, la RE2020 ouvre le champ à l'innovation autour de la performance environnementale multicritère, elle va permettre de systématiser l'objectivation des GES émis pour toutes les constructions neuves. Cependant, la transition écologique que nous devons mener rend nécessaire non seulement la massification mais aussi l'accélération de la prise en compte des performances environnementales dans la construction et dans la rénovation. L'ACV est aujourd'hui appliquée essentiellement aux bâtiments neufs, bâtiment par bâtiment et ses résultats ne sont challengés que sur l'énergie et les émissions de GES. L'ACV ne répond donc pour le moment pas aux enjeux d'une rénovation massive et environnementalement performante, tout comme elle ne répond pas encore à l'ensemble des enjeux environnementaux relatifs à l'économie circulaire et à la préservation de la biodiversité.

Consolidation

Avec l'avènement de la RE2020, la conception des ouvrages devrait être profondément modifiée. La méthode de calcul réglementaire et les données de la base INIES vont être fortement challengés dans les mois et années à venir. Les acteurs vont analyser plus finement certains choix méthodologiques, poser des questions de plausibilité de certaines données, tester le caractère différenciant de la méthode ... Il sera du rôle des experts et des chercheurs de répondre à tous ces questionnements au regard des enjeux environnementaux sous-jacents.

L'introduction d'un élément d'ACV dynamique dans la RE2020 est l'exemple type des sujets de maturation et de consolidation à traiter dans les prochaines années. Cette introduction d'un peu de caractère dynamique à l'ACV répond à un objectif politique de valoriser le stockage de carbone mais pose la question plus large de l'ensemble des aspects dynamique de l'ACV ? La filière devra répondre progressivement à ces sujets pour faire évoluer la méthode progressivement, gardons bien en tête les évolutions successives entre la première réglementation thermique et la RT 2012, cette RE2020 reste la première version de nos réglementations environnementales.

Simplification

La complexification des normes sur les déclarations environnementales est un frein à la multiplication des FDES/PEP parce qu'elle rend coûteuse les mises à jour répétées des FDES/PEP sans réellement améliorer l'usage de l'ACV à l'échelle des bâtiments et des projets urbains. Les travaux de thèse de S. Lasvaux ont montré qu'il était possible de capter l'essentiel des impacts en limitant le nombre de flux pris en compte dans l'ACV, notamment si on ne caractérise pas les catégories d'impact portant sur la toxicité ou l'écotoxicité. Peut-être serait-il souhaitable d'être plus précis sur 200 flux plutôt qu'imprécis sur 5000 ? Il deviendrait alors pertinent de limiter les catégories d'impact évaluées par l'ACV.

Pour répondre aux limites de l'ACV identifiées précédemment, la tentation de la complexification et du raffinement à outrance des méthodes est très grande et rassurante pour beaucoup de chercheurs. Mais d'autres voies nous paraissent complémentaires et possibles :

- Certaines limites identifiées ne sont probablement que théoriques parce que les méthodes à mettre en œuvre pour lever les verrous risquent de demander plus de données et le gain en matière de précision ne sera peut-être pas à la hauteur des enjeux environnementaux.
- L'hybridation et le couplage de l'ACV avec d'autres méthodes adaptées pour caractériser d'autres impacts nous paraissent des voies à explorer.

Ensuite, la simplification passera par la capitalisation des résultats des ACV « exhaustives » qui ont été ou seront réalisées. Simplifier en toute connaissance de cause (traiter certaines familles peu impactantes par un forfait ou les sortir du périmètre) sera un travail satisfaisant pour les acteurs, à rebours des démarches consistant à compliquer les méthodes de génération en génération parce que l'on a refusé de voir large dès le début. La simplification pourra aussi consister, pour les bâtiments les plus simples ou les plus courants à proposer des outils simplifiés permettant au concepteur de ne porter ses choix que sur les produits/équipements ou paramètres clés de l'ACV. Enfin, la simplification pourra prendre la forme d'outils de classement des solutions constructives pour éviter à un acteur n'intervenant que sur le lot menuiseries par exemple de devoir réaliser l'ACV complète d'un bâtiment pour comparer plusieurs types de fenêtres.

Hybridation

L'hybridation est une solution en cours de développement pour traiter les enjeux liés à la biodiversité et à l'économie circulaire. L'hybridation prend parfois la forme d'une adaptation de la méthode ACV à des objets pour lesquels elle n'a pas été initialement pensée. Par exemple, définir une unité fonctionnelle pour un projet de renouvellement urbain est une gageure : des bâtiments vont être rénovés, d'autres démolis et reconstruits en changeant éventuellement leur usage, la population de la zone concernée va évoluer, de nouveaux espaces vont être créés... Les principes de l'analyse de cycle de vie peuvent être appliqués à un projet de renouvellement urbain mais les méthodes et outils correspondant s'éloigneront quelque peu des canons de l'ACV au sens de la série des normes ISO14040. Les approches aux échelles quartier prônent ainsi la définition d'indicateurs ramenés à l'usager plus qu'au mètre carré. L'analyse de cycle de vie s'impose également comme le cadre méthodologique adapté pour l'objectivation des performances aux échelles supérieures au bâtiment, en janvier 2022 sortira l'outil d'évaluation ACV de la performance Énergie/Carbone et environnementale d'un projet d'aménagement urbain URBANPRINT ® développé avec l'ITE EFFICACITY. (Figure 3 et 4)

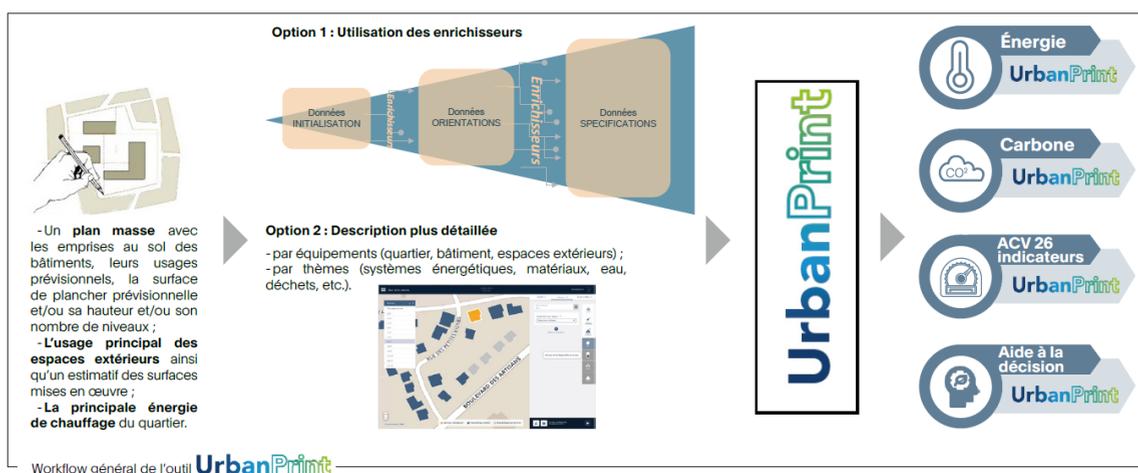


FIGURE 3. Exemple d'outil hybride ACV SED pour les projets d'aménagement URBANPRINT réalisés avec l'ITE EFFICACITY.

L'hybridation de l'approche cycle de vie avec les outils d'évaluation des risques environnementaux et sanitaires est aussi probablement une des voies à suivre pour traiter correctement ces enjeux et mettre sur une même perspective les enjeux liés à la qualité de l'air intérieur des bâtiments et ceux liés aux enjeux de santé environnementale (pollutions de l'air extérieur et pollution des eaux et des sols).



FIGURE 4. Illustrations des résultats des ACV réalisées avec l'outil URBANPRINT

Enfin couplée à des outils comme la base de données nationale de bâtiments (BDNB), outil unique qui permet de disposer instantanément de l'ensemble des données (actuellement disponibles mais de manière disparate) sur 34 Millions de logements, elle permet par exemple de mieux caractériser les flux de matières et de déchets à l'échelle des territoires. (Figure 5) Ces données seront cruciales en vue de développer l'économie circulaire sur nos territoires.

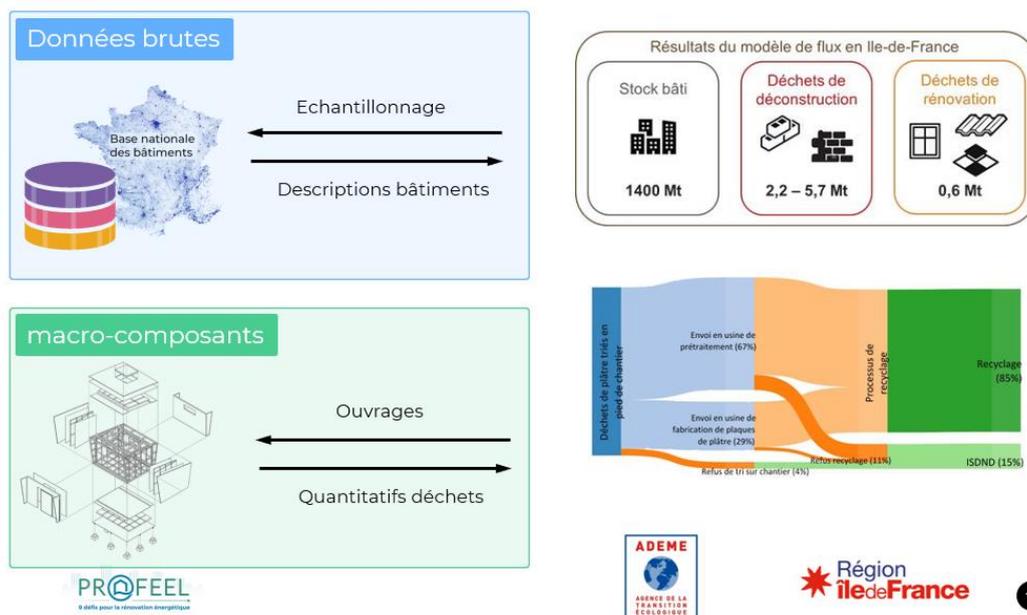


FIGURE 5. Exploitation de la base de données nationale des bâtiments et des outils TYPY du CSTB pour évaluer les flux de déchets du BTP en Ile de France

VI. CONCLUSION

25 ans après les premières thèses sur le sujet en France, l'ACV sert de socle méthodologique à la première réglementation environnementale des bâtiments. L'ACV a ainsi démontré son potentiel et ses forces. Par l'implication de nombreux acteurs (chercheurs, concepteurs de bâtiments, entreprises du bâtiment et industriels des produits de construction et équipements) avec le soutien des pouvoirs publics (Etat et ADEME notamment), l'utilisation massive de l'ACV est devenue possible. La RE2020 et la transition écologique vont être un test d'utilisation massive sans précédent pour cet outil.

L'usage de l'ACV dans le cadre de la RE2020 nous permettra d'explorer, dans un premier temps, la dimension « carbone » des projets et nous permettra sans doute prochainement d'accompagner les acteurs sur l'objectivation des performances quant à l'épuisement des ressources et déchets de leurs projets. Les besoins d'objectivation sont nombreux et l'utilisation de l'ACV doit nous permettre de mieux concevoir et de préparer les grands choix structurants pour la construction neuve et la rénovation, mais aussi pour la conception de nos villes et de nos territoires. Pour que l'usage de l'ACV soit à la hauteur des enjeux, notamment ceux d'atténuation du changement climatique et de pérennité d'usage des ressources, il sera indispensable de ne pas oublier ces enjeux globaux : pour faire de l'ACV un outil opérationnel adapté aux besoins des acteurs et qui leur permettent de faire les meilleurs choix possibles. La recherche de l'équilibre entre précision, fiabilité et parcimonie des données nécessaires, c'est-à-dire l'équilibre dans son utilisation entre les besoins à couvrir et les capacités à l'alimenter, devra être notre boussole, une boussole à utiliser le plus tôt possible pour éclairer les grandes décisions stratégiques.

REFERENCES

Brachet Aline. Méthodologie d'évaluation hybride des interactions entre la biodiversité et les systèmes urbains : vers une synergie entre l'Analyse de Cycle de Vie, l'expertise écologie et la data science. Biodiversité et Ecologie. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2020. Français. NNT: 2020MNHN0016. tel-03433005 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03433005/document>

Fouquet Marine. Réflexions et contributions méthodologiques à l'ACV de bâtiments neufs : modélisation du contributeur énergie. École doctorale sciences et ingénierie des systèmes, de l'environnement et des organisations (Chambéry), 2015. <http://www.theses.fr/2015GREAA032>

Hoxha Endrit. Amélioration de la fiabilité des évaluations environnementales des bâtiments. École doctorale Sciences, Ingénierie et Environnement (Champs-sur-Marne, Seine-et-Marne ; 2010-2015), 2015. <http://www.theses.fr/2015PEST1054>

Lasvaux Sébastien. Étude d'un modèle simplifié pour l'analyse de cycle de vie des bâtiments. Génie des procédés. École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2010. <NNT : 2010ENMP0077>.<pastel-00712043>

Le Teno Jean-François. Développement d'un modèle d'aide à l'évaluation et à l'amélioration de la qualité environnementale des produits de construction, Chambéry, 1996 www.theses.fr/1996CHAMS035

Negishi Koji. Development of a methodology of Dynamic LCA applied to the buildings. INSA de Toulouse, 2019. English. NNT : 2019ISAT0013. tel-02409097f <https://www.theses.fr/241441811>

Polster Bernd - Contribution à l'étude de l'impact environnemental des bâtiments par ACV. École des Mines de Paris, Décembre 1995. <https://www.theses.fr/1995ENMP0625>

Mailhac, A. Contribution au Développement d'une Méthodologie D'évaluation Environnementale aux Echelles Urbaines, Université de Toulouse. 2019. Available online: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02889301/> (accessed on 12 October 2019)

CSTB. Capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance. Rapport intermédiaire. DEE/EICV -14.027. 2013. + 2 Annexes. http://www.hqegbc.org/wp-content/uploads/2013/10/2013-10_HQEPerf_RapportPrincipal_VF.pdf

European Commission - Qualité environnementale des produits de construction - Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction. NF P01-010. 2004.

European Commission - Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction. NF EN 15804+A1. 2014.

European Commission - Bâtiment - Qualité environnementale des bâtiments - Partie 1 : cadre méthodologique pour la description et la caractérisation des performances environnementales et sanitaires des bâtiments. NF P01-020-1. 2006.

European Commission - Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance environnementale des bâtiments - Méthode de calcul. NF EN 15978. 2012.

European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment Models and Indicators. EUR 24586 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2010.

European Commission -Joint Research Centre -Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook -General guide for Life Cycle Assessment -Detailed guidance. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2010.

EEB guide Project. Operational Guidance for Life Cycle Assessment Studies in the Energy Efficient Buildings Initiative, Part A: Products and Part B: Buildings, Brussels European Commission for Research, and Innovation Environment. End anglais et en français. <http://eebguide.eu/>

Tirado, R.; Aublet, A.; Laurenceau, S.; Thorel, M.; Louërat, M.; Habert, G. Component-Based Model for Building Material Stock and Waste-Flow Characterization: A Case in the Ile-de-France Region. 2021, Vol. 13, Page 13159 2021, 13, 13159, doi:10.3390/SU132313159.

Ministère de la Transition Ecologique. Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC). Available online: <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc> (accessed on 12 August 2021).

Lebert A., Chevalier JL., L'analyse du cycle de vie dans le bâtiment, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 2018.

Colombert M, Urbanprint : L'outil de référence pour l'évaluation en analyse de cycle de vie des impacts environnementaux d'un projet d'aménagement urbain, Efficacity, https://efficacity.com/wp-content/uploads/2021/06/20210226_EFFICACITY_fiche-UrbanPrint_2021_logo_CSTB_WEB.pdf

Base INIES : La base de données INIES est la base de données nationale de référence sur les données environnementales et sanitaires des produits et équipements de la construction. <http://www.inies.fr>.