



# CAHIER DES CHARGES DE LA METHODOLOGIE E+C- QUARTIER

## Quartier E+C- : Livrable 2.4

*Mai 2019*

***Auteurs et contributeurs :***

*Angélique SAGE (Collectif effinergie), Nathalie SEMENT (Alliance HQE-GBC),  
Emmanuel PETEUIL (Efficacity), Emilien PARON (CSTB)*

## TABLE DES MATIERES

<b>Liste des illustrations .....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>Objectifs du présent document .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Contexte actuel .....</b>	<b>6</b>
1.1 Etat des lieux réglementaire.....	6
1.2 Etat des lieux des méthodes d'évaluation .....	10
1.3 Retours sur les entretiens et le séminaire .....	12
<b>2 Expression des besoins sur l'évaluation « Energie et Carbone » des projets.....</b>	<b>13</b>
2.1 Définition de l'objet à évaluer : Les opérations d'aménagement .....	13
2.2 Définition des phases du projet.....	15
2.3 Leviers d'action à adresser par la méthode :.....	19
2.4 Constats sur les outils actuels.....	21
<b>3 Interprétation et utilisation des résultats d'évaluation .....</b>	<b>25</b>
3.1 Définition de l'unité fonctionnelle.....	25
3.2 Définition des vues .....	26
3.3 Autres finalités de la méthode (optionnelles) .....	26
<b>4 Annexe : matrice des leviers d'action organisés par approches et hiérarchisés .....</b>	<b>27</b>

## Liste des illustrations

Figure 1 : Echelons de la gouvernance territoriale de l'énergie .....	7
Figure 2 : Les méthodes d'évaluation Bilan Carbone® (exigée par la LTECV dans les PCAET) et E+C- bâtiments analysée au travers du prisme des 4 phases de l'ACV. ....	12
Figure 3 : Positionnement des 3 étapes clés pour le développement de la méthode.....	15
Figure 4 : Tableau des étapes clés et données associées.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 5 : Analyse des outils ACV existants adaptés à l'échelle des projets d'aménagement .....	22
Figure 6 : Réponse de participants du séminaire E+C- Quartier du 22 mars : « L'utilisation d'un outil de SED vous paraît-elle adaptée aux étapes amonts de l'aménagement ? » .....	23
Figure 7 : Réponses des participants du séminaire E+C- Quartier du 22 mars : « Dans vos projets pour quel(s) type(s) de leviers d'actions évaluez-vous l'impact E/C ? ».....	24

## INTRODUCTION

Dans la lignée de l'Accord de Paris, la filière française du bâtiment s'est engagée dans une démarche collective ambitieuse visant à produire des bâtiments à énergie positive et faible empreinte carbone. Lancée en 2016, l'expérimentation E+C- préfigure ainsi la future réglementation environnementale. Cette expérimentation prend aujourd'hui une nouvelle dimension avec le projet Quartier E+C-.

Comptant parmi les lauréats de la 4ème édition de l'appel à projets de recherche de l'ADEME « Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 », ce projet sera réalisé par un consortium fédérant le CSTB, Elioth, l'Alliance HQE-GBC, Efficacity, Effinergie, Certivéa, l'Association BBKA et Atlantech. Il vise à développer et tester une méthode d'évaluation Énergie Carbone à l'échelle du quartier. Cette contribution viendra nourrir les travaux plus larges d'intégration des problématiques environnementales dans la conception urbaine, et participera à faire de l'aménagement opérationnel un levier essentiel vers des territoires plus vertueux en matière de performance environnementale.

Ce projet de recherche et développement s'organise en 3 grandes phases, de la définition du cahier des charges à l'élaboration de la méthode et à son application à 8 projets pilotes, pour des résultats attendus en mars 2021.

### Les enjeux du projet de recherche Quartier E+C-

Lancée en 2016 par les pouvoirs publics afin de préparer la future réglementation environnementale, l'expérimentation E+C- accompagne les acteurs de la construction vers la généralisation de bonnes pratiques de réduction de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre. Au-delà du bâtiment, les opérations d'aménagement représentent autant d'opportunités à saisir pour engager les territoires sur la voie de la transition énergétique et écologique. Les choix effectués en matière de planification, d'organisation spatiale, de morphologie urbaine, de localisation des emplois et des activités, de mutualisations des services, de gestion des mobilités... impactent en effet fortement leurs performances énergétiques et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ce projet s'inscrit dans la dynamique de la future RE2020 qui proposera des méthodes de l'Analyse du Cycle de Vie et des ambitions quantifiées pour l'énergie et le carbone à l'échelle des bâtiments. Le changement d'échelle, du bâtiment au quartier, implique de développer des modes d'approches spécifiques. Un quartier est, plus qu'une somme de bâtiments, un système global qui a un fonctionnement propre, en interaction avec la ville. L'évaluation devra tenir compte du contexte de l'opération, et intégrer différents scénarios prospectifs portant tant sur l'usage du quartier que sur les coûts des énergies et l'impact du changement climatique.

Le projet Quartier E+C- implique la définition d'ambitions réalistes en matière d'énergie et de carbone, tenant compte de paramètres nombreux, reliés entre eux par des relations complexes. Plus que des valeurs cibles, il s'agira d'identifier les éléments majeurs permettant d'estimer ces objectifs. Le changement d'échelle du bâtiment au quartier nécessite en effet de redéfinir les contributeurs et de prendre en compte également - outre les produits et équipements, le chantier, l'énergie et l'eau - les déplacements, les réseaux, le traitement des déchets, l'éclairage public, la réalisation des infrastructures, les espaces publics...



---

## OBJECTIFS DU PRESENT DOCUMENT

Ce document constitue le cahier des charges de la méthode « E+C- Quartier » et marque ainsi la fin de la première phase du projet et son entrée dans sa seconde phase à savoir **l'élaboration de la méthode**. Ce cahier des charges repose sur une analyse de l'existant sur les pratiques de l'aménagement et de l'évaluation dans les projets. Cette analyse a notamment été retranscrite au travers de 3 autres documents qui accompagnent ce cahier des charges et dont les conclusions sont synthétisées dans le présent document :

- **Livrable 2.1** : Analyse des processus de décision et des données disponibles pour l'évaluation des projets
- **Livrable 2.2** : Analyse des domaines et leviers d'actions nécessaires à l'évaluation des projets
- **Livrable 2.3** : Analyse des outils et méthodes existants sur l'évaluation Energie et Carbone des projets

L'analyse de l'existant a reposé sur une revue bibliographique de la littérature disponible. Elle s'appuie également sur des retours terrains issus notamment :

- D'une série d'entretiens menés par Effinergie et l'Alliance HQE-GBC auprès des acteurs des 8 opérations pilotes engagées dans le projet et qui fait l'objet d'un livrable complémentaire confidentiel.
- D'un séminaire d'échange et de partage du Cahier des charges réunissant une cinquantaine de participants pour partager les premières orientations de la méthode.

# 1 CONTEXTE ACTUEL

## 1.1 Etat des lieux réglementaire

- **Echelle de la planification : Projet de territoires et stratégie Energie-Carbone**

En amont de l'aménagement opérationnel, les stratégies territoriales déclinant les différentes politiques publiques et les documents de planification (SCOT, PLU, PADD, PLH, ...) constituent un cadre institutionnel et réglementaire dans lequel s'inscrivent les opérations.

Les objectifs des documents de planification urbaine ont été progressivement enrichis par le législateur vers une meilleure prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques, notamment à travers **les lois Grenelle**. Plusieurs dispositifs ont été introduits par la loi Grenelle 2 dans les **Schémas de Cohérence Territoriale** (SCOT) et les **Plan Locaux d'Urbanisme** (PLU) créés par la **loi SRU**, afin de donner les moyens aux collectivités de maîtriser l'empreinte carbone de l'urbanisation et d'encourager les économies d'énergie dans le bâtiment. Toutefois ces dispositions restent peu opérationnelles. En plus de ces nouveaux dispositifs, les lois Grenelle ont abouti à la création de documents de planification spécifiques aux enjeux énergétiques et climatiques : les bilans de GES, les **Plan climat-Energie Territoriaux** (PCET), les **Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie** (SRCAE). Plus récemment en 2015 c'est la **loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte** (LTECV) qui a renforcé la portée stratégique de ces documents mais sans vraiment répondre à l'enjeu de leur opérationnalité.

Si le projet urbain constitue une opportunité intéressante pour décliner et rendre opérationnel les stratégies territoriales, la réalité impose souvent le constat du manque de clarté et de partage des objectifs en matière d'énergie (plan climat) et l'absence de passerelles entre stratégie et opérationnel.

**Les stratégies Energie Carbone à l'échelle des territoires incitées par l'apparition de documents de planification spécifiques créés par les Lois Grenelle et renforcés par la loi de transition énergétique de 2015 notamment à un niveau intercommunal**, clarifient et renforcent les moyens d'actions des collectivités territoriales.

Au-delà de l'élaboration d'une **stratégie nationale bas carbone** (SNBC), d'une **programmation pluriannuelle de l'énergie** (PPE) et de plusieurs autres outils nationaux, la LTECV renforce, au niveau local, le rôle des collectivités pour mobiliser leurs territoires et réaffirme le rôle de chef de file de la région dans le domaine de l'efficacité énergétique intégrant au SRADDET (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) les schémas régionaux climat air énergie (SRCAE) également en les complétant par des plans régionaux d'efficacité énergétique (à savoir : le programme régional de l'efficacité énergétique (comportant un plan de déploiement des plateformes de la rénovation énergétique à destination des particuliers et un volet sur le financement de la rénovation énergétique des bâtiments) et un schéma régional biomasse).

La loi prévoit en outre **des plans climat air énergie** (PCAET) qui intègrent désormais la composante qualité de l'air, et devient un outil de planification qui définit un projet de territoire axé sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la réduction de la dépendance énergétique et la limitation de la vulnérabilité climatique.

Toute intercommunalité à fiscalité propre (EPCI) de plus de 20 000 habitants doit mettre en place un plan climat à l'échelle de son territoire, en y intégrant les enjeux de la qualité de l'air. Il peut être de nature assez différente en fonction de l'engagement des collectivités concernées, mais son contenu est fixé par la loi :

- *un diagnostic ;*
- *une stratégie territoriale ;*
- *un plan d'actions ;*
- *un dispositif de suivi et d'évaluation des mesures initiées.*



Certaines des évolutions de la LTECV permettent également d'utiliser le PLU comme levier de mise en œuvre d'un projet à énergie positive, en :

- dérogeant aux règles de construction : Selon l'article 7 de la loi, « l'autorité compétente pour délivrer le permis de construire ou le permis d'aménager [...] » peut autoriser des dérogations aux documents d'urbanisme pour la pose d'isolation de façade par l'extérieur, des surélévations de toitures, l'installation de protections solaires en saillie en façades. La loi précise aussi le bonus de constructibilité (voir ci-après) ;
- permettant d'imposer une production minimale d'ENR : L'article 8 offre la possibilité d'inscrire, dans les plans locaux d'urbanisme, des obligations de performance énergétique et environnementales et « une production minimale d'énergie renouvelable [...] localisée dans le bâtiment, dans le même secteur ou à proximité [...] » ;
- facilitant le développement des réseaux de chaleur notamment en permettant leur classement du réseau de chaleur et ainsi l'obligation de raccordement ;
- prenant mieux en compte le PCAET.

Dans le domaine de la politique thématique de la mobilité, le **Plan de Déplacements Urbains (PDU)**, est modifié par la LTECV qui doivent désormais évaluer les émissions de GES et de polluants générées par les déplacements à l'intérieur du périmètre de transport urbain de l'AOM. Cette disposition améliore l'évaluation « climat-air-énergie » des PDU, qui jusqu'à présent concernait uniquement les émissions de dioxyde de carbone, laissant donc de côté les autres GES (notamment les gaz fluorés utilisés dans les circuits de refroidissement des voitures).

La figure 1 ci-après propose en synthèse une présentation des différents échelons de la stratégie énergétique aux différents niveaux, de l'échelle nationale à communale.

	Aménagement	Energie, Air, Climat
<b>Etat</b>	DTADD Directive territoriale d'aménagement et développement durable	SNBC Stratégie Nationale Bas Carbone PPE Planification Pluriannuelle de l'Energie
<b>Région</b>		SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires SRCAE Schéma Régional Climat Air Energie
<b>Département</b>	SDUC Schéma Directeur d'Urbanisme Commercial	ZDE Zone de Développement de l'Eolien
<b>Métropole</b>		Réseaux d'énergie
<b>Intercommunalité</b>	SCoT PLUi	PCAET
	PLH PDU	
<b>Commune</b>	PLU OAP Orientations d'Aménagement et de Programmation	ALEC Agence Locale de l'Énergie et du Climat

Figure 1 : Echelons de la gouvernance territoriale de l'énergie

En synthèse, le recensement des différentes lois (POPE - 2005, Grenelle I et II - 2009/2010, ALUR - 2014, LTECV - 2015, ...) montre la volonté du législateur de renforcer depuis une dizaine d'années la prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques en lien avec les problématiques d'aménagement et d'urbanisme.

Toutefois, la multiplication des documents réglementaires, les emboîtements et différents niveaux de la stratégie énergétique : stratégie nationale => schémas régionaux => plans et programmes intercommunaux (PLU, PDU, PLH, ...) **participent de la complexité des imbrications entre les différents échelons territoriaux et ne favorisent pas leur application opérationnelle.**

**La méthode quartier E+C- doit répondre au besoin d'outil permettant d'évaluer et définir opérationnellement ces stratégies énergie carbone réclamées dans quantité de documents d'urbanisme.**

- **Echelle des opérations d'aménagement : Des études de potentiel et d'impact à l'évaluation environnementale**

L'aménagement opérationnel, se situant à une échelle intermédiaire entre territoire et bâtiment est soumis à différentes exigences en fonction des caractéristiques de l'opération : **études d'impact** et **études du potentiel ENR&R** s'imposent ainsi à des opérations dépassant un seuil de constructibilité.

**L'étude d'impact** peut se définir l'étude d'impact comme un document technique à contenu obligé sous la responsabilité du pétitionnaire et placé sous le contrôle du public, de l'administration et du juge. Le décret 2016-1110 du 11 août 2016 a modifié le contenu des études d'impact des projets en introduisant de nouvelles exigences réglementaires et précisant aussi les attentes de l'autorité environnementale.

L'étude doit répondre à plusieurs principes généraux imposés par les textes sur la préservation de l'environnement : l'approche globale du projet, le principe de réduction à la source des impacts, une démarche itérative. Elle constitue une partie du dossier qui traduit la démarche **d'évaluation environnementale** mise en place par un maître d'ouvrage, dans un objectif d'intégrer les préoccupations environnementales dans la conception de son projet. Elle se définit comme une **réflexion approfondie sur l'impact d'un projet sur l'environnement**, conduite par le maître d'ouvrage au même titre qu'il étudie la faisabilité technique et économique de son projet.

Toutes les opérations d'aménagement ne sont toutefois pas soumises à étude d'impact (EI). Ainsi pour les ZAC, permis d'aménager et lotissements, sur commune dotée d'un PLU (ou document d'urbanisme en tenant lieu, ou carte communale) n'ayant pas fait l'objet d'une évaluation environnementale permettant l'opération :

- *El obligatoire si SHON >40000 m<sup>2</sup> ou terrain d'assiette >10 ha*
- *El « au cas par cas » si SHON >10000m<sup>2</sup> ou terrain d'assiette >5 ha*

Les seuils sont un peu différents pour les ZAC, permis d'aménager et lotissements, sur commune sans PLU (ou document d'urbanisme en tenant lieu, ou carte communale) :

- *El obligatoire si SHON >40000 m<sup>2</sup> ou terrain d'assiette >10 ha*
- *El « au cas par cas » si SHON >3000m<sup>2</sup> ou terrain d'assiette >3 ha*

Enfin les seuils pour les Villages de vacances et aménagements associés, sur commune non dotée d'une carte communale ou d'un PLU ayant fait l'objet d'une évaluation environnementale permettant l'opération :

- *El obligatoire si SHON >40000 m<sup>2</sup> ou terrain d'assiette >10 ha*
- *El « au cas par cas » si SHON >3000m<sup>2</sup> ou terrain d'assiette >3 ha*

En termes de contenu, elle doit présenter les éléments suivants :

- La localisation du projet ;



- Ses caractéristiques physiques, incluant le cas échéant les travaux de démolition nécessaires, et les exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;
- Les caractéristiques de la phase opérationnelle du projet (procédés de fabrication, demande et utilisation d'énergie, nature et quantité de matériaux et de ressources naturelles utilisés) ;
- L'estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus (tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la chaleur, la radiation, les types et quantités de déchets produits pendant les phases de construction et de fonctionnement).

**Dans les faits ces estimations se révèlent très approximatives compte-tenu du manque de données précises et de méthodes de quantification.**

Les évolutions récentes (la loi RBNP d'août 2016) devraient favoriser la mise à jour des études au fur et à mesure de la conception des projets qui aujourd'hui n'est pas réalisée. Les constats sur le terrain montrent aussi que c'est parfois également la disponibilité, la qualité, la dispersion ou encore le niveau de détails des données qui pèchent. Par exemple, sur un des projets pilotes, un des concessionnaires de réseau avait indiqué lors de l'étude d'impact être en mesure de répondre à l'évolution de la demande d'électricité induite par le projet. Peut-être par manque de rigueur, il s'est avéré qu'il a finalement été nécessaire d'installer un nouveau poste de transformation ce qui a à la fois impacté le projet dans sa conception et l'opération dans son bilan financier.

- **Echelle du bâtiment : Le label E+C- vers une réglementation environnementale en 2020**

La performance énergétique des bâtiments fait l'objet d'une réglementation spécifique : La **réglementation thermique** dont les objectifs sont régulièrement renforcés et qui doit prendre une nouvelle dimension avec la future **Réglementation Environnementale (RE 2020)** et l'expérimentation en cours pour un **label E+C-**.

A cette échelle, les RT successives depuis plus de 40 ans ont permis la montée des exigences et leur cadrage. Elles ont aussi permis **l'acquisition de compétences et l'accompagnement des acteurs**. En plus de l'encadrement réglementaire, des démarches volontaires permettant de garantir un niveau de performance dépassant les objectifs réglementaires ont participé de la sensibilisation à l'enjeu de performance énergétique.

Toujours en cours, **l'expérimentation E+C-** (bâtiment) lancée en 2016, vise à préparer le passage à horizon 2020 à une **Réglementation Environnementale (RE)** ambitieuse pour les bâtiments neufs avec la prise en compte du poids carbone tout au long du cycle de vie, et la généralisation des bâtiments à énergie positive, tel l'objectif fixé dans la **Loi pour la Transition Énergétique et la Croissance Verte (LTECV)**. L'objectif carbone constitue une nouveauté pour la filière qui va nécessiter l'acculturation des acteurs.

La nécessité de pédagogie est forte mais sera utile aux performances des opérations d'aménagement et des bâtiments. L'élargissement à l'échelle du quartier apparaît particulièrement approprié pour les questions de réseaux, de mutualisation, d'interactions bioclimatiques entre les bâtiments, ou d'intégration des problématiques de consommation énergétique des bâtiments et de transports.

## 1.2 Etat des lieux des méthodes d'évaluation

Il existe de nombreux référentiels techniques de labels ou de certifications constituant des méthodes d'évaluation de la qualité environnementale d'un projet d'aménagement. Ces labels et certifications certifient qu'un projet atteigne une certaine qualité environnementale en exigeant au travers de leurs référentiels techniques la bonne mise en place de leviers d'action, de cibles de performance pertinentes sur certains aspects de l'opération, d'un management adapté ou de services. L'analyse de ces référentiels techniques a donc son importance pour la construction de la méthode E+C- Quartier. En effet, ils décrivent un très grand nombre de leviers d'action aux mains des aménageurs et témoignent des méthodes d'évaluation pratiquées aujourd'hui dans les projets. Les principales méthodes d'évaluation environnementales de projet d'aménagement identifiées sont les référentiels techniques des labels ou certifications suivantes :

- Les labels Ecoquartier et RFSC
- Les certifications HQE Aménagement, BREEAM Communities, LEED for Neighborhood Development, et CASBEE for Urban Development

Lorsque les porteurs de projets mettent en œuvre ces méthodes d'évaluation, ils peuvent être amenés à estimer la consommation énergétique ou les émissions de GES de certaines actions spécifiques (exemple : évaluer la consommation la part d'énergie renouvelable dans la consommation énergétique en exploitation du projet pour le référentiel RFSC). Cependant cette évaluation quantifiée n'y est pas faite de manière exhaustive pour l'ensemble des contributeurs d'un projet d'aménagement comme l'imposerait une Analyse de Cycle de Vie (ACV) sur un projet. Aujourd'hui on ne recense pas de méthode ACV qui se serait imposée dans les projets d'aménagement au travers d'une approche standardisée que constituerait un label, une certification, une norme, une méthode déposée (®) ou un référentiel technique reconnu.

Les normes ISO 14 040 et ISO 14 044 (ISO, 2006a, b) qui exposent les principes et lignes directrices de l'ACV définissent quatre phases pour une méthode en Analyse de Cycle de Vie :

- La phase de définition des objectifs et du champs de l'étude ;
- La phase d'inventaire de cycle de vie ;
- La phase d'évaluation ;
- La phase d'interprétation.

En vue du travail de construction de la méthode E+C- Quartier, le livrable 2.3 recense et analyse les objets existants en matière d'évaluation énergie carbone à l'échelle des projets d'aménagement au travers du prisme de ces quatre phases de l'ACV.

- Différents travaux de la littérature proposent de définir des périmètres d'évaluation adaptés aux échelles urbaines. Ces travaux peuvent donc alimenter les choix sur la définition **du champ de l'étude** de la méthode E+C- Quartier. Trois travaux majeurs sont identifiés :
  - Le périmètre de responsabilité totale (Loiseau, 2014)
  - Le protocole relatif aux gaz à effet de serre des communautés (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)) (WRI, 2014)
  - La norme britannique PAS 2070 (BSI, 2013)
- **La phase de production de l'inventaire du cycle de vie** consiste à faire l'inventaire des flux entrant et sortant du système étudié (flux énergétique, matières, transport, etc...) qui peut donc être plus large que le périmètre géographique du quartier. Cette phase est souvent assistée par l'utilisation de logiciels dédiés. Les logiciels ACV adaptés à l'échelle des projets d'aménagement sont synthétisés dans le paragraphe 2.4 de ce document.



- **La phase d'évaluation** des impacts du cycle de vie permet ensuite de traduire les données d'inventaire ou « les quantitatifs » en impacts sur l'environnement. Pour se faire les méthodes d'ACV s'appuient sur des bases de données environnementales. Le livrable 2.3 identifie **les bases de données multisectorielles** Base carbone, Ecoinvent et GaBi, ainsi que **les bases de données spécialisées** INIES et IMPACTS comme pouvant être utiles au développement de la méthodologie E+C- Quartier. En effet les données environnementales d'INIES sont très exhaustives à l'échelle du bâtiment concernant les impacts relatifs aux produits de construction. Sur les autres contributeurs, afin de couvrir l'ensemble des leviers d'action que cherchera à instruire la méthode E+C- Quartier, les 5 bases de données pourront être utilisées. Cette liste n'est pas exhaustive et d'autres sources de données environnementales peuvent également être mobilisées. A titre illustratif, on peut citer le travail du groupement C40 retranscrit dans le rapport Consumption-Based GHG Emissions of C40 cities. En effet, ce rapport en plus d'illustrer l'application de l'évaluation des émissions de GES de 79 villes sur la base du standard GPC (cité précédemment), illustre également l'approche en ACV « économique ». Cette dernière consiste à utiliser des contenus en kgeqCO2/€ reconstruits après analyse des comptabilités économiques nationales et carbonees par secteur (via des modèles notamment réalisés par le Global Trade Analysis Project).
- **La phase d'interprétation** des résultats est essentielle pour pouvoir appréhender les résultats de l'évaluation ACV et permettre ainsi aux porteurs de projets de bien appréhender l'impact de ses choix de conception.

Ainsi, si à l'échelle des projets d'aménagement, aucune méthode de quantification des impacts énergie carbone quartier ne s'est encore imposée dans les projets à travers une approche standardisée (un label, une certification, une norme ou une méthode déposée® ou référentiel technique reconnu), il en est autrement à des échelles spatiales plus fines ou plus larges :

- **A l'échelle de la planification territoriale**, la méthode du Bilan Carbone® est utilisée pour évaluer les Plans Climat Air Energie Territorial (PCAET)
- **A l'échelle du bâtiment ou de la parcelle**, la méthode E+C- Bâtiment (reprise également dans les labels Effinergie, BBCA et par la certification HQE) pour évaluer la conception des projets de construction neuve.

Les méthodes d'évaluation Bilan Carbone® (exigée par la LTECV dans les PCAET) et E+C- bâtiments peuvent être analysée au travers du prisme des 4 phases de l'ACV. Cette analyse est synthétisée dans le tableau suivant :

	Bilan Carbone® (PCAET)	E+C- Bâtiment
Champs de l'étude (Périmètre)	Evaluation des émissions de GES sur les Scopes 1 et 2. Le scope 3 est demandé à titre facultatif	Evaluation sur 50 ans sur les contributeurs : <u>Consommation d'énergie en exploitation</u> (E et C), <u>Produits de construction et équipements</u> (C), <u>Chantier</u> (C), <u>Eau</u> (C),
Inventaire de cycle de vie (Outils utilisés)	Bilan Carbone®, Observatoire régional, ...	OneClick LCA, Elodie, NovaEQUER, ThermACV, le module E+C- de Climawin, ...
Phase d'évaluation (Bases de données environnementales)	Base Carbone	Base INIES
Interprétation	Se comparer à des objectifs de la LTECV Exemple : Objectif 2020 = -20 % d'émission de GES (cohérent avec les objectifs de la LTECV)	Niveau E Niveau C

**Figure 2 : Les méthodes d'évaluation Bilan Carbone® (exigée par la LTECV dans les PCAET) et E+C- bâtiments analysée au travers du prisme des 4 phases de l'ACV.**

### 1.3 Retours sur les entretiens et le séminaire

Les livrables de la tâche 2 ont été élaborés en grande partie à partir de retours terrains issus d'actions menées spécifiquement dans le cadre de ce projet de recherche notamment :

- Une série d'entretiens, en lien avec la tâche 2, menés par Effinergie et l'Alliance HQE-GBC auprès des acteurs des 8 opérations pilotes engagées dans le projet. Ces entretiens ont permis à la fois de mieux connaître les projets qui seront les bêta testeurs de la méthode, de mieux cerner les processus en jeu et d'identifier la variété des leviers existants. Un livrable spécifique avec l'ensemble des comptes-rendus de ces entretiens est également disponible, il vient en complément des livrables initialement prévus et a un caractère confidentiel ;
- Un séminaire d'échange et de partage du Cahier des charges. Organisé le 22 mars à l'issue d'une première phase d'analyse, il a réuni une cinquantaine de participants pour partager les premières orientations de la méthode. Une occasion d'échanger sur les problématiques environnementales dans la conception urbaine, et les leviers de l'aménagement opérationnel.

Le séminaire a en outre permis de débattre de 4 points clés du cahier des charges que sont :

- Les étapes clés de la méthode proposées dans le paragraphe *Définition des phases du projet*;
- Les leviers d'actions et plus particulièrement les plus utilisés récapitulés au paragraphe *Leviers d'action à adresser par la méthode* ;
- Les outils actuellement utilisés par les aménageurs pour l'évaluation de leurs projets et repris au paragraphe *Constats sur les outils actuels*;
- Enfin l'approche usager préconisée pour exprimer la performance environnementale d'un quartier et qui est introduite dans le paragraphe 3 *Interprétation et utilisation des résultats d'évaluation*.

## 2 EXPRESSION DES BESOINS SUR L'ÉVALUATION « ENERGIE ET CARBONE » DES PROJETS

### 2.1 Définition de l'objet à évaluer : Le projet d'aménagement

La méthode devra permettre d'évaluer avec une approche d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) les impacts énergie et carbone induits par un projet d'aménagement. La méthodologie aura donc pour mission de traduire les impacts des projets d'aménagement selon deux indicateurs :

- Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) exprimées généralement en kg équivalent CO<sub>2</sub>. Le périmètre d'évaluation retenu pour le calcul de cet indicateur se verra le plus holistique possible en intégrant notamment l'impact de la construction du projet d'aménagement (produits de construction ou chantier) ainsi que l'ensemble des comportements des futurs usagers du projet.
- La consommation d'énergie primaire exprimée en kWh ou kJ. Le périmètre retenu pour le calcul de cet indicateur sera à minima celui de la consommation et production énergétique du projet en phase d'exploitation (comme dans la méthodologie E+C- bâtiment). La méthode pourra éventuellement étendre ce périmètre à celui défini pour l'indicateur émissions de GES.

La notion d'opération d'aménagement est définie par l'article L 330.1 du code de l'urbanisme. Selon celui-ci les opérations ont pour objet :

- *La mise en œuvre d'un projet urbain ;*
- *La mise en œuvre d'une politique locale de l'habitat ;*
- *L'organisation du maintien, de l'extension ou l'accueil des activités économiques ;*
- *Favoriser le développement des loisirs et du tourisme ;*
- *Réaliser des équipements collectifs ou des locaux de recherche ou d'enseignement supérieur ;*
- *Lutter contre l'insalubrité ;*
- *Permettre le renouvellement urbain ;*
- *Sauvegarder ou mettre en valeur le patrimoine bâti ou non bâti et les espaces naturels ;*

Les opérations d'aménagement sont complexes car elles répondent à une ou plusieurs des missions listées précédemment. Leurs mises en œuvre nécessitent des actions matérielles (comme par exemple la création d'une voirie, d'une école) et immatérielles (réalisation d'une étude sociale, relogement).

Ainsi la réalité des opérations d'aménagement est diverse, elles peuvent être réalisées par des maîtres d'ouvrage privés ou publics et se caractériser par des différences de taille, de procédure (ZAC, lotissement ou permis groupé), de contexte territorial ou de destination (renouvellement ou extension, urbain ou rural, habitat et/ou activités), se définir comme des opérations d'envergure ou de petite taille, etc.

D'autres critères servent à définir une opération d'aménagement donnant droit à certains avantages définis par le code de l'urbanisme, notamment :

- *La réalisation de travaux d'équipements publics (d'ampleur) ;*
- *L'importance du quartier ou secteur communal concerné par l'opération ;*
- *L'intervention foncière ou immobilière nécessaire pour réaliser l'aménagement.*

Lorsqu'un acteur souhaite réaliser une opération d'aménagement, plusieurs procédures juridiques sont à sa disposition :

- Les ZAC ;
- Le lotissement ;

- 
- Le permis groupé.

Il est également possible de réaliser une opération d'aménagement sans procédure mais ce cas de figure reste assez rare.



## 2.2 Définition des phases du projet : temporalités et finalités

Au moment du montage du projet il était convenu que la méthode soit développée pour pouvoir être mobilisée à trois moments clés dans le procédé de conception d'un aménagement urbain, à savoir :

- **La définition du programme,**
- **La définition du plan guide,**
- **Les fiches de lots.**

A l'issue de la première phase des travaux et des entretiens réalisés auprès des opérations pilotes, quelques précisions et ajustements sont apparus nécessaires.

Les étapes-clés et leur dénomination ont donc été mises au débat lors du séminaire de partage avec les praticiens. De ces échanges sont ressortis la **validation des temporalités** et finalités attribuées à chacune des étapes clés et quelques **pistes et préconisations pour le choix définitif de leur appellation**.

Afin de préciser les moments clés auxquels la méthode devra être mobilisée pour **éclairer les décisions et choix d'aménagement**, il est proposé dans la figure 4 de replacer ces étapes 1, 2 et 3 schématiquement dans la temporalité des projets aux regards des phases du Système de Management des Opérations (SMO) définies dans la démarche HQE Aménagement et des documents classiquement produits dans la cadre des opérations.

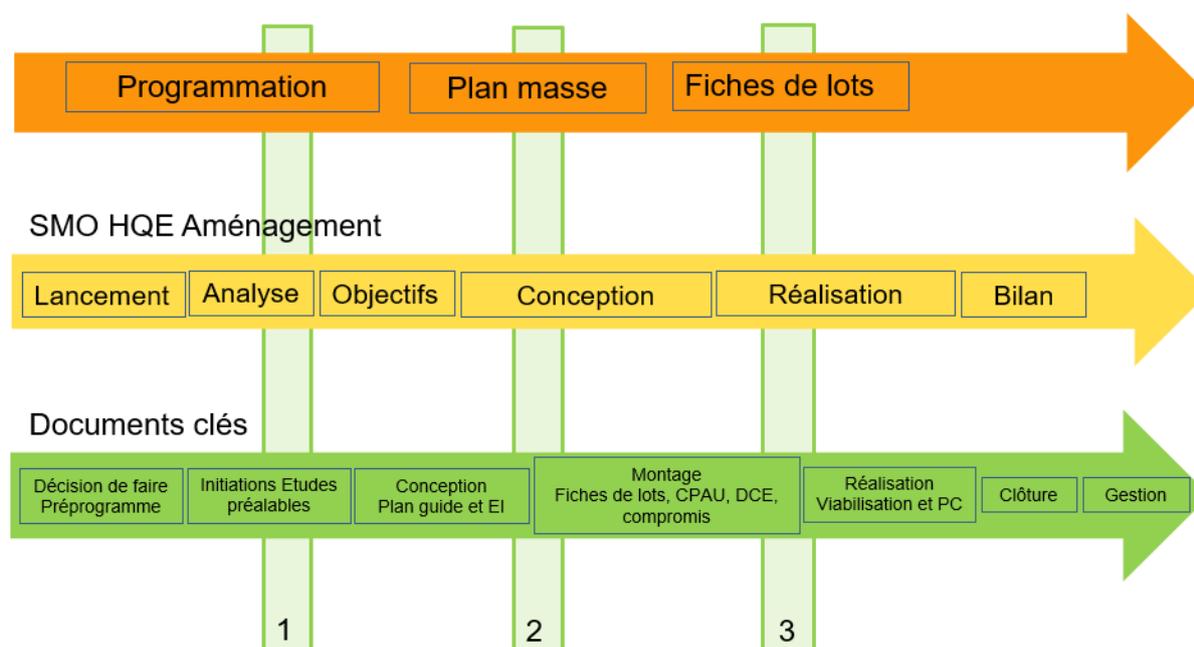


Figure 3 : Positionnement des 3 étapes clés pour le développement de la méthode

**L'étape 1/** intervient dans une phase de **choix politique** en cours ou en fin d'analyse. A ce stade les données et informations disponibles sont principalement la **localisation** du projet, les **fonctions**, des éléments de **pré-programmation**.

⇒ *A ce stade d'arbitrage et de décision politique la méthode doit servir à compléter l'approche économique en apportant un éclairage sur les questions énergie carbone.*

S'agissant du choix de son nom, la consultation des participants au séminaire montre une grande variété de propositions. Le tableau ci-après synthétise les résultats des votes.

Nom Etape 1	Taux de réponse (%)
<b>Programmation</b>	<b>42,5%</b>
Etudes préalables	12,5
Analyse initiale	12,5
Initialisation	7,5
Mission	2,5
Autres	22,5

Dans la rubrique autres on notera parmi les propositions spontanées les appellations : Orientations, Vision, Ambition, Stratégie territoriale, Objectifs stratégiques, PIM : phase intention mutualisée, ou Enquête d'opportunité.

*« Il manque aujourd'hui un outil pour définir le niveau d'ambition d'un projet, réaliste compte-tenu du contexte, à destination des élus et des décideurs » (témoignage d'une participante au séminaire)*

**L'étape 2/** intervient en début de **conception** avec l'élaboration des premières **esquisses**. A ce stade, les **objectifs** ont été définis, les données de **spatialisation** (localisation des différentes fonctions) et de **morphologies** se précisent, enfin les scénarii énergétiques (mix d'approvisionnement) s'affinent avec les conclusions des études présentant les différentes possibilités et faisabilités des systèmes énergétiques (Etude impact, ENRR).

⇒ *A ce stade de définition des orientations du projet, la méthode vise à éclairer les choix de formes urbaines et de types de réseaux pour la gestion de différents flux (énergie, mobilité, ...).*

Les réponses à la question du nom de cette étape 2 sont également nombreuses mais on note un taux assez élevé de vote à la proposition « conception » :

Nom Etape 2	Taux de réponse (%)
<b>Conception</b>	<b>47,4</b>
Esquisse	10,5
Etude d'impact	5,3
APS	5,3
Autres	31,6

Dans la rubrique autres on notera parmi les propositions spontanées les appellations : Stratégie opérationnelle, PAM : phase aménagement mutualisée, Orientations d'aménagement, Optimisation, Programmation, Plan directeur, ou Plan guide.

**L'étape 3/** se positionne en **fin de conception** avec la **transmission des exigences** aux acteurs du projets qui vont être en charge de sa réalisation. C'est l'étape de rédaction des DCE (Dossiers de Consultation des Entreprises) ou des fiches de lots elle peut être déclenchée juste avant ou au moment de la première fiche.

⇒ *A ce stade de passage de relais avec les acteurs en charge de la réalisation des espaces publics, des ouvrages ou des différents programmes, la méthode doit valider les spécifications et exigences imposées pour permettre l'atteinte des objectifs fixés en termes de performance énergétique et d'empreinte carbone.*

Les retours des participants quant au nom de l'étape 3 montrent l'absence d'unanimité.

Nom Etape 3	Taux de réponse (%)
<b>Spécifications</b>	<b>34,3</b>
<b>Transmission des exigences (relais)</b>	<b>22,9</b>
Fin de conception	14,3
DCE	5,7
Fiches de lots	2,9
APD	2,9
Autres	17,1

Dans la rubrique autres on notera parmi les propositions spontanées les appellations : Prescriptions, ou transcription des prescriptions, Déploiement ou POM : phase opération mutualisée.

En synthèse le tableau ci-dessous présente les finalités associées aux apports de la méthode à développer à chacune des étapes clés identifiées.

Etapes clés	Documents	Données associées
1	Programme, Etudes préalables (données contextuelles),	Données contextuelles Localisation Fonctions
	<b>=&gt; Eclairer la décision politique d'une approche économique</b>	
2	Etudes d'impact, Plan guide (spatialisation), Plan masse (gabarit/emprise), Cahier de prescriptions,	Spatialisation, volumétrie Gabarit, emprise Choix de mutualisations et d'optimisation Niveau de labellisation
	<b>=&gt; Eclairer les choix des formes urbaines et des réseaux</b>	
3	CCCT, Fiches de lots (lots privés), DCE (espace public), Permis de construire et autorisations, Clauses chantiers , ...	Détails des exigences par thème Poids carbone, performance énergétique, ...
	<b>=&gt; Spécifications des exigences E /C à prescrire</b>	

S'agissant de leurs dénominations, les résultats des consultations montrent l'absence de consensus sur une terminologie toutefois des propositions ressortent. Nous préconisons aussi de choisir les termes qui soient les plus génériques, ne renvoyant :

- ni à un document ou une étape d'aménagement classique pour ne pas être confusant,
- ni à un acteur en particulier pour ne pas être stigmatisant. La responsabilité de la performance énergie carbone ne pouvant reposer sur un seul acteur.

Les étapes de la méthode décrites ci-dessus s'étendent parfois sur plusieurs phases clés de l'aménagement, on peut donc difficilement les résumer à une de ces étapes. Ainsi, afin d'éviter toute confusion avec des appellations restrictives et trop liées aux processus existants de l'aménagement, il est proposé de retenir des noms faisant avant tout écho aux objectifs de la méthode à chacune de ces étapes.

En ressortent les appellations suivantes (et les objectifs associés) auxquelles la méthode Quartier E+C- devra répondre :

- *Ambitions*
- *Orientations*
- *Spécifications.*

Ces étapes clés et les données associées sont reprises schématiquement ci-dessous (figure 4).

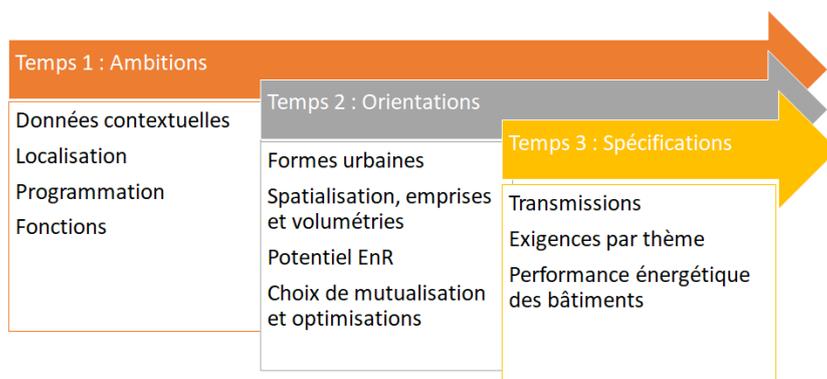


Figure 4 - Tableau des étapes clés et données associées

## 2.3 Leviers d'action à adresser par la méthode

La sous-tâche 2.2 se focalise sur l'analyse des domaines et leviers d'action à adresser par la méthode.

Dans le cadre des entretiens un set de contributeurs a été utilisé dans l'objectif de faciliter les échanges avec les porteurs de projet mais ne présageait en rien des contributeurs qui seront mis en place dans le cadre de la méthode.

La liste des leviers d'action s'est vue modifiée à plusieurs reprises : en amont des entretiens, à la suite des entretiens, grâce au travail du consortium et enfin avec les éléments du séminaire du 22 mars 2019.

Après les entretiens et le séminaire avec les acteurs, les 98 leviers d'action considérés ont été organisés en approches. Trois approches ont été définies :

1. **L'approche technique** : rassemble les leviers mettant en avant des aspects ayant une dimension technique certaine et que le porteur du projet peut porter seul via des prescriptions ou en contractualisant avec un bureau d'étude ou un assistant à maîtrise d'ouvrage technique ;
2. **L'approche organisationnelle** : lorsque les leviers demandent de structurer, d'organiser non seulement la concrétisation du projet mais aussi son exploitation et nécessite que le porteur du projet travaille avec les autres parties prenantes ;
3. **L'approche comportementale** : qui regroupe des leviers qui ont l'objectif de faire évoluer les comportements, les us et coutumes et que l'utilisateur doit s'approprier.

La matrice de l'ensemble des leviers est présentée en annexe de ce livrable et dans un fichier Excel joint intégrant exemples et commentaires en fonction des leviers. Les leviers y sont organisés par approches et dans chaque approche les leviers d'action sont hiérarchisés (par différentes couleurs) en fonction de l'importance qu'ils occupent dans les projets (retour des entretiens) ou chez les acteurs (retour du séminaire).

Le retour d'expérience du séminaire permet de valider des éléments et d'en apporter d'autres complémentaires à la matrice des leviers d'action. Durant ce séminaire les participants ont été invité à proposer jusqu'à 5 leviers d'action importants à évaluer pour eux dans le cadre d'un projet de quartier E+C-. Sur les 148 leviers répertoriés lors du séminaire 127 (soit plus de 85%) trouvent un écho dans la liste établie des leviers d'action et se rapportent à un ou plusieurs leviers déjà identifiés.

Les leviers d'action n'ayant pas trouvé écho dans la matrice existante ont également été analysés.

Plusieurs constats sont à souligner dans l'analyse des leviers d'action :

1. Dans le cadre de projets de quartiers c'est l'approche technique qui est la plus plébiscitée comme les entretiens et le séminaire l'ont montré. Mais il ressort également que l'approche comportementale à une importance particulière : les leviers de l'approche comportementale permettent d'assurer la pérennité du projet dans le temps et la concrétisation des objectifs environnementaux fixés.
2. Le levier qui est le plus utilisé concerne celui référent à la labellisation des bâtiments. Par la valorisation de ce levier les porteurs de projet tendent à :
  - a. Valoriser les quartiers ;
  - b. Se référer à des règles et exigences figées et validées par l'ensemble des acteurs ce qui va dans le sens de la démarche entreprise ici dans le projet Quartier E+C-.
3. Les leviers d'actions les plus utilisés (dans au moins 75% des projets et/ou mis en avant par au moins la moitié des participants au séminaire) sont :

- 
- a. *La labellisation bâtiment, comme évoquée précédemment,*
  - b. *L'alimentation, la production et l'autoconsommation d'énergie renouvelable ;*
  - c. *Les techniques d'infiltration des eaux pluviales ;*
  - d. *La mutualisation des espaces (densité d'usage) ;*
  - e. *La promotion des modes actifs en termes de mobilité.*
4. *Des éléments complémentaires ressortent des entretiens et du séminaire :*
- a. *La place importante des élus et de la politique locale ;*
  - b. *Les notions juridiques complexes à appréhender pour les acteurs ;*
  - c. *Un volet économique important de la conception et la valorisation du foncier à l'exploitation ;*
  - d. *Des notions liées à l'exploitation trop peu prises en compte ce qui complique, voire rend impossible la validation, en exploitation, des objectifs fixés pour les quartiers et ne permet que trop rarement d'assurer des coûts de maintenance acceptables;*
  - e. *La nécessité de remettre au centre l'usager par la co-conception, la création de lien social, les emplois générés par le quartier... avec la volonté de lui assurer une bonne qualité de vie dans le quartier.*

**Parmi ces leviers d'actions environnementaux, la méthode quartier E+C- devra traiter en priorité les leviers possédant un potentiel de réduction d'impact carbone et/ou de consommation énergétique les plus importants. De même de façon à encourager les bonnes pratiques, la méthode Quartier E+C- pourra compléter la liste au travers de leviers à fort potentiel mais encore peu identifiés aujourd'hui par les acteurs.**

## 2.4 Constats sur les outils actuels

Le livrable 2.3 recense et analyse un certain nombre d'outils existants permettant de réaliser ou de contribuer à la réalisation d'une Analyse de Cycle de Vie à l'échelle des projets d'aménagement. On y retrouve :

- Des outils d'**Analyse de Cycle de Vie (ACV)** adaptés spécifiquement à des projets d'aménagement.
- Des outils de **calculs dynamiques des consommations énergétiques des bâtiments (SED) à l'échelle quartier**. En effet, il s'agit d'outils encore très peu déployés opérationnellement dans les projets d'aménagement et limités au domaine de la recherche.
- Des travaux tâchant de prendre en compte **les aspects de changement comportemental** dans les méthodes d'évaluation d'impact environnementaux. Ce paragraphe ouvre certaines pistes de réflexions et d'investigation en vue d'alimenter la construction de la méthode E+C- Quartier.

**La méthode quartier E+C- devra s'appuyer au maximum sur les pratiques, méthodes et outils ACV existant pour évaluer la performance énergie carbone d'un projet d'aménagement. L'objectif étant de permettre à une majorité d'outils d'implémenter la méthode (à la manière du label E+C- bâtiment) tout en évitant de redévelopper des méthodes existantes.**

- **Outils d'évaluation ACV multi contributeurs adaptés à l'échelle des projets d'aménagement**

Concernant les **outils d'ACV adaptés à l'échelle des projets d'aménagement**, 4 outils ont été identifiés et leurs analyses synthétisées dans le tableau ci-dessous. Les couleurs indiquent si le contributeur est évalué par l'outil concerné (vert = évalué, orange = évalué en carbone uniquement, rouge = non évalué aujourd'hui). Les indications entre parenthèses rappellent les moyens proposés par les outils pour aider à réaliser l'inventaire de cycle de vie avant de passer à l'évaluation des impacts énergie carbone d'un projet.

		GES Opam	Nest	Urban Print	NovaEQUER
Energies et réseaux	Consommation d'énergie en exploitation	Carbone (Ratio /m <sup>2</sup> spécifiques)	Oui (Ratio /m <sup>2</sup> spécifiques)	Oui (Ratio /m <sup>2</sup> et SED à terme)	Oui (Pleiades+ Comfie)
	Réseaux énergétiques	Carbone	Oui	Non (Oui à terme)	Oui
Bâtiments	Produits de construction	Carbone	Oui (Modélisation 3D ou SIG)	Oui (Modélisation en volume à terme)	Oui (Modélisation 3D)
	Chantier de construction	Non	Oui	Non (Oui à terme)	Oui (Ratio /m <sup>2</sup> )
	Chantier de déconstruction	Carbone	Oui	Non (Oui à terme)	Non
Services urbains	Gestion de l'eau	Non	Oui (Ratio /occ)	Oui (Ratio /occ)	Oui (Ratio /occ et équipements)
	Réseaux d'eau	Carbone	Oui (Ratio /occ)	Oui (Ratio /occ)	Oui
	Gestion des déchets	Non	Oui (Ratio /occ)	Oui (Ratio /occ)	Oui (Ratio /occ)
Aménagement des espaces extérieurs	Construction	Carbone	Oui	Oui	Oui
	Puit carbone	Oui (Ratio /m <sup>2</sup> )	Non	Non (Oui à terme)	Non
Mobilité des personnes et logistique	Déplacements quotidiens	Carbone (Ratio EMD)	Oui (Ratio EMD)	Oui (Ratio EMD)	Oui (Ratio EMD)
	Déplacements exceptionnels	Non	Non	Non	Non
	Transport de marchandise	Non	Non	Non	Non

Consommation	Alimentation	Non	Non	Non	Non
	Consommation de biens	Non	Non	Non	Non

**Figure 5 : Analyse des outils ACV existants adaptés à l'échelle des projets d'aménagement**

On constate dans ce tableau qu'aucun des outils n'évaluent de manière exhaustive l'ensemble des contributeurs proposé par cette grille de lecture. Notamment, aucun de ces outils n'inclut pour le moment la quantification des contributeurs sur lequel l'aménageur n'a à priori pas ou peu de leviers d'action direct mais sur lesquels la méthodologie E+C- Quartier souhaite apporter des éléments de comptabilisation énergie carbone : déplacements exceptionnels, transport de marchandises, alimentation et consommation de biens.

L'outil GES Opam (prochainement GES URBA) semble bien adapté à des échelles larges (échelle projet d'aménagement à communauté de communes). L'outil NovaEquer est quant à lui bien adapté à des échelles plus petites et plus avancée en conception (échelle bâtiment à projet d'aménagement). Les outils Nest et Urban Print ont pour rayon d'action spécifiquement l'échelle des projets d'aménagement. Ces deux outils connaissent actuellement des développements actifs qui témoignent de leurs potentiels d'adaptabilité à répondre à une future méthode E+C- Quartier. Le CES des Mines Paris Tech réalise aussi des travaux de recherche sur l'ACV quartier laissant présager la possibilité d'un développement d'un outil adapté ou l'adaptation opérationnelle de NovaEquer à l'échelle des projets d'aménagement.

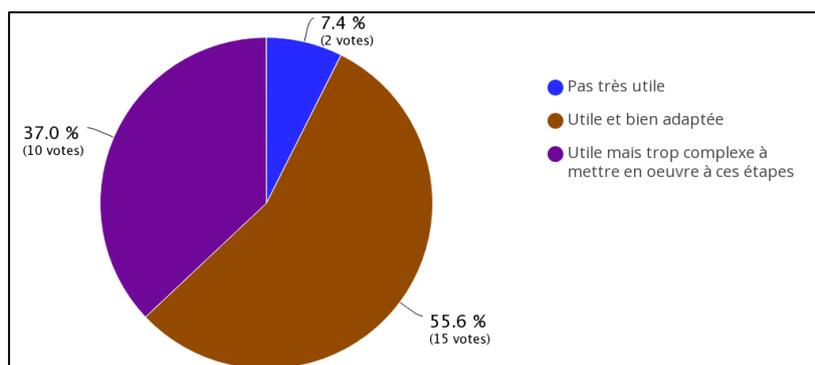
**La méthode Quartier E+C- devra donc utiliser et faire converger aux mieux les méthodes existantes pour répondre aux objectifs de ses 3 phases d'utilisation (cf Définition des phases du projet : temporalités et finalités).**

- **Outils de calcul dynamique des consommations d'énergie en exploitation à l'échelle des projets d'aménagement**

A l'échelle du bâtiment en exploitation, les approches de simulations énergétiques dynamiques avec l'utilisation de logiciels dédiés sont aujourd'hui démocratisées. A l'inverse, à l'échelle des projets d'aménagement, les outils de simulation énergétique dynamique existants sont quant à eux récents et restent encore souvent cantonnés aux champs d'action de la recherche. Pour évaluer les consommations énergétiques en exploitation des projets d'aménagement, les bureaux d'études utilisent aujourd'hui généralement des approches d'une part statiques et d'autre part forfaitaires en utilisant des ratios de consommations annuelles surfaciques (kWh/m<sup>2</sup>) par type de bâtiment. L'utilisation de ratios statiques permet de bien situer les ordres de grandeur de consommation énergétique et donc d'impact énergie carbone mais ne permet pas d'étudier finement certains phénomènes. À l'inverse, l'application d'une approche énergétique dynamique plus précise que les ratios statiques à l'échelle des projets d'aménagement permettent :

- De mieux prendre en compte le phénomène de foisonnement énergétique et ainsi mieux dimensionner les infrastructures énergétiques d'un projet (réseau de distribution électrique, réseaux thermiques)
- Etudier des effets de transfert énergétique entre bâtiments (chaud ou froid) permis par exemple avec la mise en place de boucles tempérées sur un projet
- Etudier des stratégies de flexibilité (effacement, stockage) permettant d'optimiser le bilan carbone d'un projet vis-à-vis d'un contenu CO<sub>2</sub> dynamique de l'électricité par exemple
- Etudier des scénarios d'évolutions comportementales ou climatiques.

Bien que la mise en œuvre d'une approche dynamique puisse se révéler techniquement complexe, les personnes présentes au séminaire du 22 mars montrent un intérêt pour cette démarche à l'échelle des projets d'aménagement. Les résultats du sondage réalisé lors du séminaire sont retranscrits dans le graphe ci-dessous :



**Figure 6 : Réponse de participants du séminaire E+C- Quartier du 22 mars : « L'utilisation d'un outil de SED vous paraît-elle adaptée aux étapes amonts de l'aménagement ? »**

Le livrable 2.3 a retenu 6 outils permettant un calcul dynamique multi-vecteur énergétique des consommations énergétiques (et non simplement un calcul de besoin) des bâtiments sur un quartier et pour lesquels il existait suffisamment de littérature disponible pour les décrire et les analyser (articles scientifiques ou documentations techniques d'outils). Ce sont des outils développant des approches dites « bottom-up » de modélisation, c'est-à-dire décrivant séparément des systèmes unitaires agrégés ensemble pour constituer un modèle de quartier. Les 6 outils retenus pour cette analyse sont les suivants :

- City Energy Analyst - EPFL, Singapore ETH Centre, ETH Zürich, Future Cities Laboratory
- CitySim Pro - EPFL
- Pleiades+Comfie - IZUBA, CES Mines ParisTech
- PowerDis (Dimosim) - Efficacity, CSTB
- Smart-E - CES Mines ParisTech
- UMI - MIT, CCES National Science Foundation EFRI\_SEED

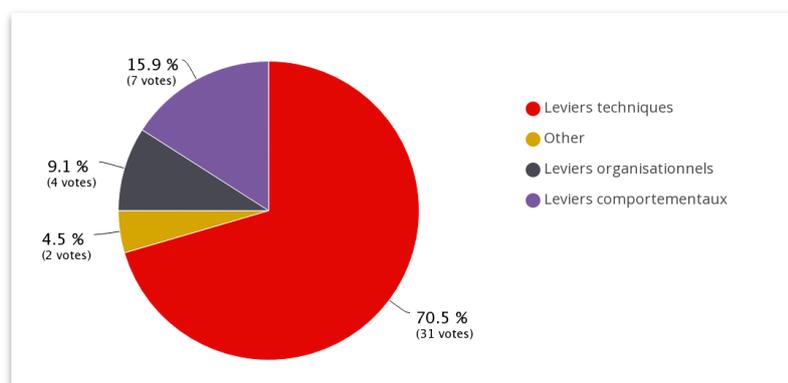
**La méthode cherchera à s'appuyer sur au moins un de ces outils pour évaluer la consommation énergétique en exploitation du projet d'aménagement.**

- **Synthèse des travaux intégrant la prise en compte d'une évolution comportementale pour l'évaluation d'impact environnementaux**

Un des enjeux qui sera adressé au cours de ce projet de recherche E+C- Quartier est l'influence que peut avoir un projet d'aménagement sur les comportements de ses usagers. **La méthode cherchera à prendre en compte ces aspects comportementaux dans la quantification des impacts énergie carbone du projet.** Le livrable 2.3 ouvre plusieurs pistes de réflexion sur les pratiques déjà existantes dans les projets en vue d'alimenter les travaux de construction de la méthode :

- Des ordres de grandeurs d'impact énergie carbone liés à l'évolution de comportements à une échelle globale peuvent être appréhendés dans divers exercices prévisionnels ou prospectifs que l'on retrouve dans la littérature (GIEC, PPE, scénarios Ademe, Paris Change d'ère, ...).
- A l'échelle des projets d'aménagement, un point de départ de la prise en compte des aspects comportementaux est d'analyser les indicateurs socio-démographiques des usagers du projet. La méthodologie développée dans le projet ANR IMPETUS est un exemple de mise en pratique de ce concept exposé dans le livrable 2.3.
- Le livrable 2.3 relève enfin l'absence de méthode simple pour quantifier l'impact d'une action locale d'incitation au changement des comportements. Le projet de recherche Cordees qui exploitera des remontées terrains de sensibilisation sur la ZAC Clichy Batignolles est un exemple de travaux à suivre sur ce sujet.

Par ailleurs, les résultats d'une des questions posées lors du séminaire du 22 mars montrent que certains participants pratiquent déjà une évaluation quantifiée énergie ou carbone de leviers comportementaux dans les projets (15,9% des réponses comme en témoigne le graphe de réponse ci-dessous) :



**Figure 7 : Réponses des participants du séminaire E+C- Quartier du 22 mars : « Dans vos projets pour quel(s) type(s) de leviers d'actions évaluez-vous l'impact E/C ? »**

### 3 INTERPRETATION ET UTILISATION DES RESULTATS D'EVALUATION

L'interprétation des résultats est une étape essentielle quelle que soit l'évaluation réalisée.

Selon la norme ISO 14 044 sur l'ACV, l'étape d'interprétation comprends les éléments suivants (ISO, 2006b) : «

- L'identification des enjeux significatifs basée sur les résultats de l'évaluation ;
- La vérification des principales données de l'évaluation via des contrôles de complétude, de sensibilité et de cohérence ;
- Des conclusions, limitations et recommandations ;
- S'il est prévu que les résultats soient utilisés dans des affirmations comparatives destinées à être divulguées au public. »

Lors de l'élaboration de la méthode E+C- Quartier, il devra donc être défini les différents objectifs d'interprétation des résultats d'évaluation. Ces objectifs peuvent être par exemple de :

- Connaître les ordres de grandeurs d'impact des différents contributeurs d'impact du projet afin de sensibiliser les différents acteurs associés au projet (financeurs, décideurs, concepteurs, constructeurs et usagers).
- Comparer les impacts induits par le projet à des objectifs de transition écologique plus globaux (trajectoires carbone mondiales, nationales, régionales, etc...)
- Eclairer les décisions de conception sur leurs poids carbone et énergétiques lors des phases amonts des projets d'aménagement afin d'encourager la mise en place de leviers d'action pertinents du point de vue environnemental.

#### 3.1 Définition de l'unité fonctionnelle

L'utilisation d'une unité fonctionnelle unique permet de standardiser les résultats de sortie d'une évaluation et ainsi faciliter l'interprétation des résultats et la comparaison à des valeurs de référence.

Contrairement au bâtiment, les unités fonctionnelles sont beaucoup moins homogènes à l'échelle du quartier. Les divers services hébergés par un quartier utilisent souvent des métriques qui leur sont propres : le logement et les bureaux s'expriment usuellement en m<sup>2</sup> de surface construite ; l'hébergement touristique en nombre de chambre ; les transports en nombre de bus, métros, voitures ; les data-centers en puissance serveurs etc. Les unités fonctionnelles étant très différentes, il devient dès lors difficile d'évaluer puis de comparer les émissions de différents secteurs et services.

Seule unité commune à tous ces services : l'utilisateur. Les m<sup>2</sup> de logement vont permettre d'offrir le service d'hébergement à X usagers, la puissance serveurs du data center va permettre d'offrir le service internet à Y usagers, le nombre de bus de déplacer Z usagers et ainsi de suite.

Ainsi exprimer les émissions de tous ces services par usager permet de comptabiliser, sommer, et comparer les émissions de contributeurs ou services de natures très différentes grâce à une unité commune.

De plus, exprimer la performance à l'utilisateur permet d'interpréter les résultats obtenus sur un projet en lien avec des objectifs de transition écologique plus globaux (trajectoires carbone mondiales, nationales, régionales, etc...).

**Ainsi, dans la continuité d'une première étude intitulée « BBCA Quartier : Vers le quartier bas carbone » (réalisée par le CSTB et Elioth pour le compte de l'association Bâtiment Bas Carbone), et en s'inspirant des**



---

méthodologies existantes de comptage à l'utilisateur (cf livrable 2.3), la méthode Quartier E+C- devra permettre de choisir une unité fonctionnelle en lien avec l'utilisateur.

### 3.2 Définition des vues

La méthodologie E+C- Quartier se vaudra la plus holistique possible en intégrant certains contributeurs sur lesquels à priori un aménageur n'a pas ou peu de leviers d'actions : déplacements exceptionnels, mode de consommation des usagers du quartier (de biens matériels ou alimentaire). Etendre le périmètre à ces contributeurs est pertinent étant données les ordres de grandeurs induits par ces 3 contributeurs (plus de 50% des émissions de GES d'un Français moyen d'après l'étude BBKA Quartier). Cependant cela peut engendrer le risque suivant : étendre le périmètre d'évaluation peut amener à ne pas se focaliser sur les enjeux sur lesquels les utilisateurs d'E+C- Quartier ont un levier d'action direct.

Pour ne pas tomber dans cet écueil, les premiers échanges du consortium ont conclu à **ne pas statuer d'un jeu de contributeurs uniques et figés**. L'impact global d'un projet évalué par la méthode sera constitué par des flux unitaires bien identifiés. Ces derniers pourront ainsi être repérés et affectés selon l'objectif de l'évaluation à une catégorie d'impact pour former **une vue possible** des impacts du projet. **Ainsi, la mise en place de ce système à plusieurs vues possibles devrait permettre à chaque acteur de visualiser les impacts des leviers d'action sur lesquels il a la main.**

### 3.3 Autres finalités de la méthode (optionnelles)

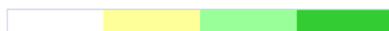
Lors du séminaire E+C- Quartier du 22 mars, les différents acteurs présents ont montré un intérêt à ce que la méthode puisse évaluer d'autres impacts que les seules émissions de gaz à effet de serre ou que la consommation énergétique d'un projet. Les besoins suivants ont été remontés de la part de ces acteurs, sur lesquels le consortium pourrait essayer d'apporter des éléments de réponse lors de l'élaboration de la méthode :

- Proposer une évaluation des projets d'aménagement sur d'autres thématiques qu'énergie ou carbone : La production de déchets, la consommation d'eau, la qualité de l'air, les co-bénéfices apportés par certains leviers d'action, l'impact économique, ...
- Proposer un système de management à mettre en place pour pouvoir appliquer au mieux la méthode E+C- Quartier

## 4 ANNEXE : MATRICE DES LEVIERS D'ACTION ORGANISES PAR APPROCHES ET HIERARCHISES

Echelle d'utilisation des leviers dans les opérations pilotes et en retour du séminaire du 22 mars 2019 :

peu ou pas utilisé très utilisé



Approche	Leviers d'action
Technique	Production d'EnR – chaleur et rafraîchissement
	Labellisation bâtiment
	Techniques d'infiltration des eaux pluviales
	Choix du(des) système(s) énergétique(s) (dont vecteur énergétique de chauffage)
	Performance des systèmes choisis dans les bâtiments
	Choix du mode constructif
	Conception bioclimatique des bâtiments, du quartier
	S'appuyer sur l'existant
	Mise en place de système d'économie d'eau
	Optimisation des emprises des voies
	Création / Extension d'un service d'autopartage
	Installation de bornes de recharge électrique
	Récupération de chaleur et de froid
	Stockage d'énergie
	Performance des éclairage public
	Détecteur de présence
	Eclairage public par gradation
	Réemploi de matériaux de construction ou matériaux issus de la biomasse
	Conception environnementale et sa mise en valeur
	Démolition / Curage
	Valorisation de déchets et du recyclage
	Gestion naturelle des espace d'eau
	Dispositifs hydro-économiques
	Gestion des eaux pluviales
	Action de captation carbone
	Choix des espèces végétales implantées
	Dépollution des sols
	Développer des surfaces de revêtements et/ou des matériaux à fort albédo
Conception des espaces de stationnement en voirie	
Eléments de gestion du trafic	
Facilitation du co-voiturage	
Navette ou taxi autonome	
Raccorder le quartier au réseau de stations Gaz Naturel pour véhicules (GNV)	

	Cogénération ou tri-génération
	Récupération de chaleur sur les eaux grises
	Dimensionnement adapté du réseau de distribution
	Choix des matériaux de construction
	Valorisation des déchets de chantier
	Isolation par l'extérieur, l'intérieur, etc.
	Remplacement des systèmes de chauffages ou climatisation énergivores
	Choix du mode collecte des déchets
	Efficacité énergétique des installations de pompage
	Efficacité énergétique des systèmes et installations
	Mode de valorisation des boues d'épuration
	Actions de compensation carbone
	Réduire l'effet d'îlot de chaleur
	Utilisation de matériaux recyclés gravats en couches de forme
	Utilisation de matériaux recyclés dans les enrobés
	Utilisation de techniques tièdes (enrobés tièdes) dans les travaux de voirie
	Choix de système constructif de pavage
	Améliorer le rabattement TC sur le mode lourd
	Alternative de transport
Organisationnelle	Alimentation, production et autoconsommation d'EnR
	Densité d'usage et mutualisation des espaces
	Penser l'exploitation dès la conception
	Mutualisation du stationnement
	Mixité fonctionnelle, offre de service
	Gestion durable des espaces verts, pré-verdissement
	Proportion d'espace verts
	Connexion du quartier
	Promotion des modes actifs
	Ressources locales et filières courtes
	Réemploi de matériaux, recyclage
	Création de filières d'économie circulaire
	Réseaux intelligents et dispositifs de suivi des consommations
	Choix de l'emplacement de construction
	Gestion des terres, déblais-remblais
	Logistique de chantiers optimisée pour des projets urbains de grande envergure
	Préservation des espaces, des espèces protégées et de la biodiversité
	Limitation et/ou valorisation des déchets de chantier
	Mesures en termes de gestion et de recyclage des encombrants
	Economie de foncier et de consommation de terres agricoles ou espaces naturels
	Intégration du quartier dans son environnement
	Gestion du stationnement
	Optimisation des emprises des voies
	Installer des espaces de télétravail
	Organisation des espaces dans le quartier

	Désynchroniser localement les horaires des administrations ou des établissements scolaires
	Gestion des livraisons / approvisionnements
Comportementale	Promotion des modes actifs
	Sensibilisation et accompagnement au changement de comportement sur les consommations d'énergie
	Co-conception
	Programmation, anticipation et facilitation des usages
	Agriculture urbaine et de proximité
	Création d'une recyclerie
	Gestion des stationnements
	Anticipation des besoins futurs
	Sensibilisation et accompagnement sur les besoins en biens de consommation
	Sensibilisation et accompagnement au changement de comportement concernant les déchets
	Gestion des déchets organiques
	Mode de collecte des déchets
	Sensibilisation et accompagnement au changement de comportement sur les consommations d'eau
	Accès à la nature
	Création de jardins potagers ou familiaux
	Promotion des modes actifs
	Développer le transport à la demande
	Complémentarités des modes de transports
Développement de l'agriculture urbaine sur toiture	

**ATTENTION** : Là où certains quartiers font des choix arrêtés sur les matériaux de construction, qui tend à mettre en avant leur implication sur des objectifs de moyens, des leviers non utilisés nous laisseraient à penser que les porteurs de projet ne peuvent pas ou ne souhaitent pas mettre d'exigence de moyen et se baseraient davantage sur des exigences de résultats (utilisation du levier de labellisation par exemple qui par définition prend en compte des sous leviers comme le choix des matériaux de construction ici en blanc, pas parce qu'ils ne sont pas mis en œuvre sur le projet mais laissés à la discrétion des promoteurs pour répondre à l'exigence plus globale sur le bâtiment.)