



# REFERENTIEL BBCA QUARTIER

28 NOVEMBRE 2022



# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>6</b>
<b>1 PRESENTATION</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Enjeux du label</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Objectifs .....	9
1.1.2 Approche performancielle et outils .....	10
<b>1.2 Contexte : l'enjeu de la quantification carbone des opérations d'aménagement</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3 Historique</b> .....	<b>11</b>
1.3.1 Note BBCA Quartier 2018 .....	12
1.3.2 Méthode Quartier Energie Carbone 2018-2021 .....	13
<b>2 REFERENTIEL</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Méthode</b> .....	<b>15</b>
2.1.1 Périmètre spatio-temporel .....	15
2.1.2 Unité de référence .....	16
2.1.3 Les indicateurs.....	16
2.1.4 Usager équivalent (Useq).....	23
2.1.5 Temps long du quartier .....	28
<b>2.2 Labélisation</b> .....	<b>29</b>
2.2.1 Phases de labélisation .....	29
2.2.2 Critères de labélisation .....	32
<b>2.3 Leviers de décarbonation et bonnes pratiques</b> .....	<b>33</b>
2.3.1 Liste de leviers identifiés .....	33
2.3.2 Dépasser les limites des outils : valorisation de nouveaux leviers .....	33
<b>2.4 Calculs et preuves</b> .....	<b>36</b>
2.4.1 Calculs .....	36
2.4.2 Preuves.....	37
<b>3 APPLICATION DU REFERENTIEL</b> .....	<b>42</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>43</b>
<b>Usager équivalent</b> .....	<b>44</b>
Hypothèses de calcul .....	44
Coefficients d'usager équivalent par destination .....	44
<b>Méthode de définition des plafonds d'émission</b> .....	<b>45</b>
Scénarios de référence .....	46
<b>Exploration du bénéfice carbone associés à 3 leviers</b> .....	<b>48</b>

## Table des illustrations

Figure 1 Empreinte carbone moyenne, décomposée par poste des Français – BBCA Quartier 2018, actualisé 2021 .....	7
Figure 2 Trajectoire d'émissions par secteurs. Source : SNBC .....	8
Figure 3 Une approche centrée sur l'utilisateur, pour produire des quartiers lui permettant de réduire son empreinte dans le temps long .....	10
Figure 4 La calcul des émissions de GES du quartier dans les outils de simulation intervient à plusieurs étapes au long du projet.....	10
Figure 5 Visualisation de l'empreinte carbone moyenne d'un.e Français.e par poste. Source : Vers le quartier bas carbone. Note : l'évolution des méthodes de calcul a depuis conduit à une estimation autour de 10tCO2e/an – BBCA Quartier 2018.....	12
Figure 6 Le double enjeu de l'aménagement bas carbone : décarboner le geste d'aménager et offrir un cadre de vie bas carbone .....	13
Figure 7 Périmètre de l'empreinte habitant (vert pointillé) et périmètre aménageur (noir continu) tel qu'illustré dans la méthode Quartier Energie Carbone .....	13
Figure 8 Périmètre IcQ_Viabilisation.....	18
Figure 9 Périmètre IcQ_Construction .....	19
Figure 10 Périmètre IcQ_Energie .....	20
Figure 11 Périmètre IcQ_Aménagement .....	21
Figure 12 Empreinte carbone du Français moyen par postes.....	22
Figure 13 Les contributeurs au sein du périmètres aménageurs viennent informer le modèle de calcul de l'empreinte habitant en s'y substituant à certains postes de consommation, en intégralité (logement, mobilité quotidienne), ou de manière partielle (biens, services...) .....	27
Figure 14 Exemple de mise en œuvre d'un projet d'aménagement et évolutions réglementaires .....	28
Figure 15 Récapitulatif des étapes de labélisation. Le logo de la phase Réalisation est représenté pour un avancement de 25% au dernier contrôle intermédiaire. L'obtention définitive du label intervient lorsque la complétion atteint 100%. .....	32
Figure 16 Quelques exemples de leviers de décarbonation quantifiés dans les outils actuels et de « leviers innovants », dont les méthodes de quantifications sont à proposer .....	34
Figure 17 Principe de calcul des émissions évitées par une action. Source : Quanti GES .....	34
Figure 18 Les étapes de la méthode QuantiGES .....	35
Figure 19 : Définition du coefficient d'utilisateur équivalent (les cases en jaune sont celles pour lesquelles la RE2020 n'a pas encore fixé de seuils) .....	44
Figure 20 Illustration de la démarche de recherche des plafonds d'émissions en fonction de l'évaluation des quartiers tests .....	45
Figure 21 Liste de leviers de décarbonation des développements urbains par poste de l'empreinte habitant. Les items en couleurs représentent les leviers de premier ordre aujourd'hui quantifiables dans les outils de calculs. Les leviers en gris sont des suggestions issues des groupes de travail, qui restent à quantifier. ....	54

## Table des tableaux

Tableau 1 Calcul des coefficients d'utilisateur équivalent.....	24
Tableau 2 Niveaux de labellisation.....	32
Tableau 3 Plafonds d'émissions .....	33
Tableau 4 Méthodes de calcul et preuves, phase Objectif BBCA.....	38
Tableau 5 Méthodes de calcul et preuves, phase Conception.....	39
Tableau 6 Méthodes de calcul et preuves, phase Spécifications .....	40
Tableau 7 Méthodes de calcul et preuves, phase Réalisation.....	41



## INTRODUCTION

La prise de conscience de l'impact des bâtiments sur le changement climatique et de la réalité de leur bilan carbone s'est nettement accélérée depuis 2015. Pionnière, l'association BBCA a joué un rôle clé pour cette prise de conscience à la fois par ses actions pédagogiques et par la publication du premier référentiel permettant d'évaluer le poids carbone des bâtiments neufs puis rénovés et de fixer des valeurs cibles permettant à chacun dans son métier d'identifier les leviers d'action pour aller vers le bas carbone.

Le label BBCA est devenu une référence de l'industrie immobilière pour attester de l'exemplarité bas carbone d'un bâtiment. En 2022, il est également décliné pour l'exploitation.

Dès 2018, une première publication BBCA Quartier permettait de poser les bases d'une future démarche opérationnelle pour réduire les émissions carbone à l'échelle du quartier. Cette démarche devient en 2022 un label BBCA pour le quartier bas carbone exemplaire.

A l'échelle mondiale, les émissions de gaz à effet de serre continuent de croître, consommant rapidement le budget carbone qui permettrait de limiter le réchauffement climatique mondial à 2°C, voire 1,5°C. **Il reste 7 années au rythme d'émission actuel, avant de dépasser le budget carbone nous permettant de limiter le réchauffement global à 1,5°C** de manière probable<sup>1</sup>, 25 avant de dépasser le budget carbone pour 2°C. Ces temps sont courts par rapport à celui de l'aménagement. Bâtir un simple quartier peut mettre plusieurs décennies, modifier une structure territoriale plusieurs siècles. Pourtant l'aménagement de nos espaces de vie a bien un rôle à jouer dans la limitation du réchauffement climatique, pour laquelle il est bien sûr nécessaire de se projeter en 2050, mais également avant et au-delà.

L'aménagement d'un quartier ne dispose évidemment pas de tous les leviers pour modifier nos modes de vies et en faire baisser l'impact. Il n'a pas la même latitude que la planification territoriale, mais en est une mise en œuvre importante. Alors que celle-ci voit se renforcer très progressivement sa composante carbone (intégration des SRCAE dans les SRADDET depuis la loi NOTRe, articles 299 et 300 de la loi Climat et Résilience...), et que la RE2020 a définitivement mis en mouvement le monde du bâtiment, se préoccuper du chaînon manquant entre ces échelles d'action paraît indispensable. **Au-delà de l'impact du geste d'aménager en lui-même, l'échelle du quartier a en effet plus de leviers à disposition** que l'échelle du bâtiment pour faire évoluer une programmation, justifier des infrastructures, modifier une réglementation locale et faire remonter les difficultés et obstacles rencontrés vers les instances de planification.

Bien plus que l'agrégation de bâtiments et d'infrastructures, un quartier est **une entité qui organise et fournit la plupart des services nécessaires à la vie des citoyennes et citoyens** (logements, école, commerce, transports...). C'est le quartier qui est le support de nos modes de vie devenus insoutenables. Une décomposition de l'empreinte carbone que génère chacun d'entre nous montre que l'influence de l'aménagement est partout ou presque : dans les bâtiments et les infrastructures évidemment, dans la mobilité, mais également dans les biens et services que nous consommons, fabriqués et commercialisés dans des espaces bâtis et rendus accessibles par un processus d'aménagement, en lien avec les besoins et ressources d'un territoire.

---

<sup>1</sup> Avec une probabilité de 66%. Source : [Les chiffres clefs du Climat, SDES](#)

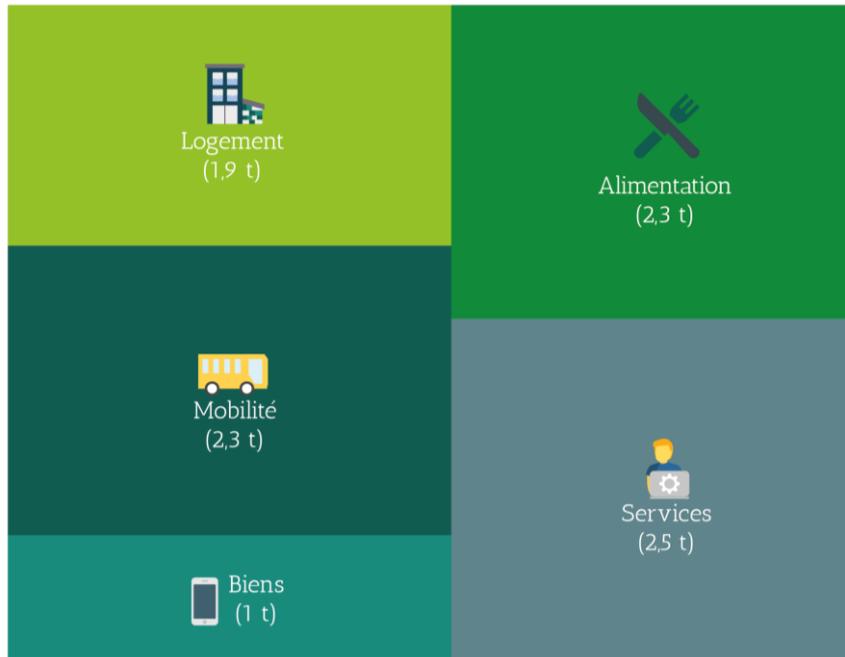
Français moyen = 10 tCO<sub>2</sub>e/an

Figure 1 Empreinte carbone moyenne, décomposée par poste des Français – BCCA Quartier 2018, actualisé 2021

**Le quartier fournit donc un support pour un mode de vie, qui se doit maintenant d'être bas carbone.** En façonnant et en choisissant un quartier, nous déterminons où nous irons faire nos courses, où nous pratiquerons nos activités, quelle école fréquenteront nos enfants... Ces lieux seront-ils accessibles par des moyens de transports peu énergivores ? Y aura-t-il à proximité une offre de commerce et de service facilitant une moindre consommation tout en nous permettant de nous épanouir ? Y serons-nous encouragés à adopter des habitudes accélérant la décarbonation de notre société ? L'ensemble de ces questions doit aujourd'hui être envisagé dans une démarche de conception urbaine.

Si en Europe et en France les émissions de gaz à effet de serre sont en baisse, **le rythme de cette baisse reste largement en deçà des objectifs** de neutralité carbone à horizon 2050 fixé par les accords de Paris, déclinés dans la contribution déterminée au niveau de l'Union Européenne (NDC) et la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour la France, en cours de renforcement à travers le cycle de politiques européennes « Fit for 55 ».

### Trajectoire des émissions et des puits de gaz à effet de serre sur le territoire national entre 2005 et 2050 dans le scénario AMS

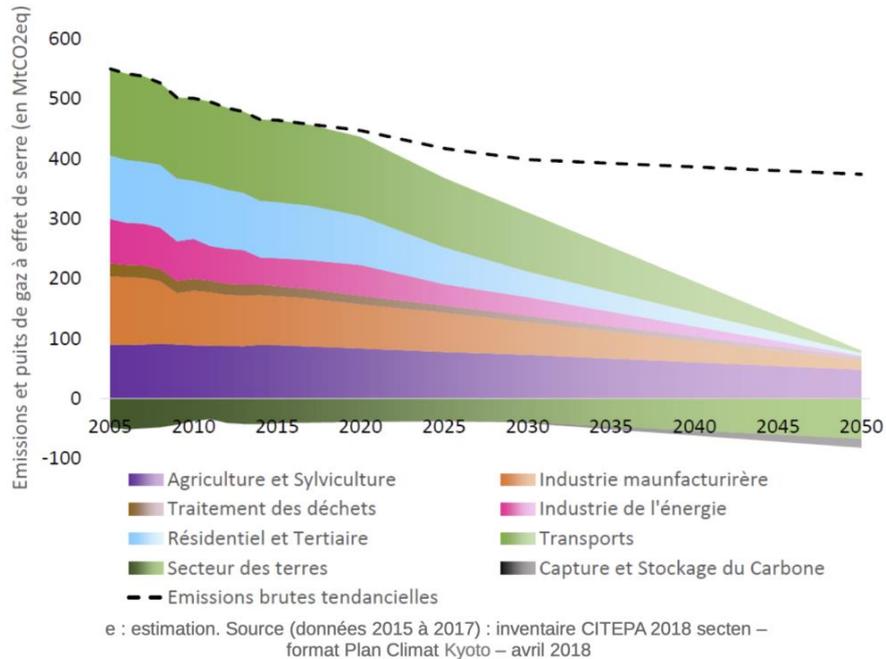


Figure 2 Trajectoire d'émissions par secteurs. Source : SNBC

Pour accélérer la décarbonation, **l'évolution des techniques a un rôle majeur à jouer**, reflété dans le graphique ci-dessus : modification de nos techniques constructives, électrification des véhicules, décarbonation des réseaux d'énergie... **Ces efforts peuvent et doivent être valorisés dans la construction de nos quartiers**. Cette évolution devrait, au fil de l'eau, réduire les postes qui sont de la responsabilité de l'aménagement dans notre empreinte carbone.

Mais elle ne suffira pas puisque nos modes de consommation eux-mêmes doivent évoluer quantitativement et qualitativement pour la maîtrise et la réduction de notre impact carbone : consommer des produits moins émissifs, favoriser les circuits courts, réduire les quantités de biens et d'énergie consommés. En effet, il est plus facile de s'approvisionner en matériaux bas carbone si on en emploie moins, d'électrifier un parc de véhicule plus petit, de mobiliser des sources d'énergie décarbonées lorsqu'on consomme moins...

Au fil des améliorations techniques, la SNBC prévoit par conséquent que **les postes qui généreront le plus d'émissions soient liés à nos usages de consommation** (alimentaire et de biens). Engager dès aujourd'hui **la transformation de ces usages** est donc également capital et c'est pourquoi la chaîne de l'aménagement doit prendre à bras le corps son rôle dans **l'accompagnement au changement des usagers**, dont elle participe à déterminer les habitudes.

Le label BCCA Quartier envisage donc de s'attaquer au double enjeu de décarboner de l'acte d'aménager tout en fournissant un cadre de vie bas carbone aux usagers.



# 1 PRESENTATION

## 1.1 Enjeux du label

### 1.1.1 Objectifs

Le label BBKA Quartier a vocation à distinguer les quartiers exemplaires en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui peuvent faire office de pionniers en la matière. Ces quartiers se caractérisent par une démarche tout à la fois :

- Robuste, impliquant de mesurer et quantifier leurs émissions
- Engagée, en se posant les bonnes questions au bon moment, c'est-à-dire en examinant les postes principaux d'émission du périmètre de l'aménagement et en mobilisant les leviers programmatiques et techniques permettant de les réduire
- Pragmatique, en examinant tous les flux d'émissions, sur un périmètre élargi, pour éviter les angles morts, mais en priorisant par le calcul les actions les plus efficaces pour l'atténuation du changement climatique, dans une approche effort/gain
- Collaborative, en embarquant les autres acteurs participant à la réduction des émissions en lien direct ou indirect avec l'aménagement et la vie du quartier
- Orientée usagers, c'est-à-dire en remettant dans le débat l'utilisateur du quartier tout en conservant la prépondérance du bâtiment comme pivot de la stratégie bas-carbone
- Inscrite dans le temps long, celui de l'aménagement d'un quartier depuis les premières études urbaines jusqu'à la livraison du dernier bâtiment

Ainsi, le label doit permettre de valoriser **les bonnes pratiques et l'activation des leviers de décarbonation au moment opportun grâce à un travail conjoint des acteurs de la chaîne de l'aménagement autour d'une ambition commune de performance carbone**. C'est pourquoi la notion d'exemplarité constitue l'objectif qui sous-tend ce label. Ce sont les quartiers exemplaires que le label cherchera à distinguer, ceux qui ont utilisé **une approche carbone dans leur réflexion de conception et aboutissent à un impact sensiblement plus faible** que la moyenne des quartiers, en mettant en œuvre des solutions qui tiennent lieu d'**exemple par leur qualité et leur applicabilité à d'autres contextes**.

On parle ici de **l'exemplarité** en termes réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans cette première version, l'accent a été mis sur la réduction des émissions, la question de la séquestration pourra faire l'objet de développements ultérieurs<sup>2</sup>.

La comptabilité carbone doit devenir dès aujourd'hui un paramètre central dans le travail des urbanistes pour développer les quartiers de demain.

---

<sup>2</sup> La séquestration de carbone est néanmoins comptabilisée à travers les contributeurs bâtiments (ACV dynamique RE2020) et le changement d'usage des sols (méthode ALDO).

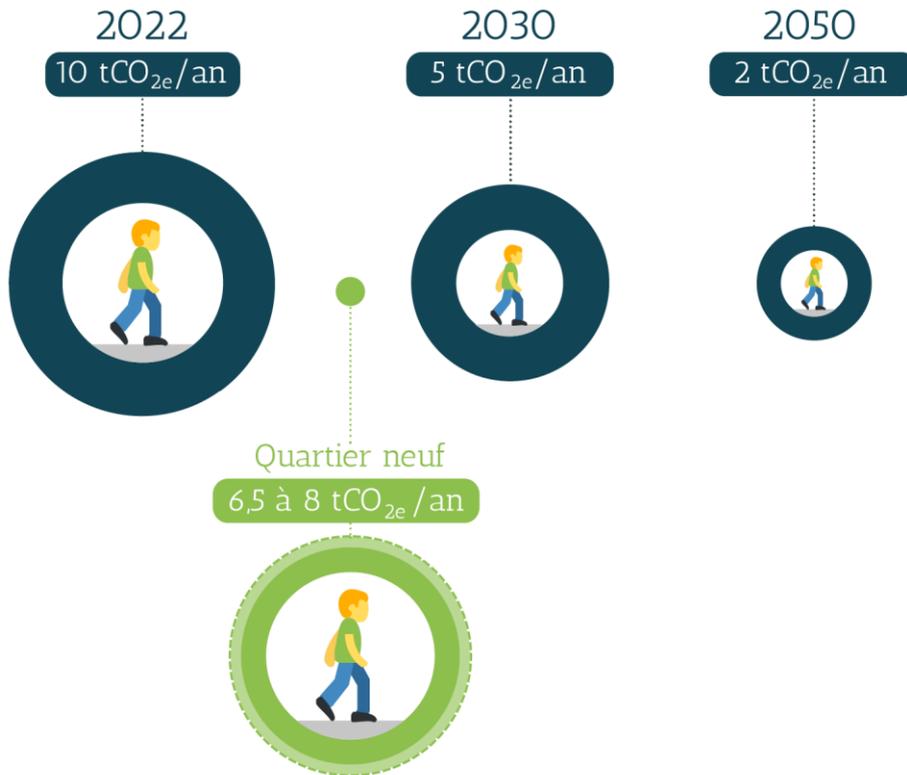


Figure 3 Une approche centrée sur l'utilisateur, pour produire des quartiers lui permettant de réduire son empreinte dans le temps long

Pour tenir compte des usages de consommation et du service rendu par le quartier, l'utilisateur est placé au cœur de la démarche BBCA Quartier.

### 1.1.2 Approche performancielle et outils

Comme les autres labels proposés par l'association BBCA, BBCA Quartier privilégie **une approche performancielle, à travers des obligations de résultats**.

Cela implique de quantifier, en amont de toute réalisation, via des outils de simulations, l'impact du quartier en devenir. **Ces outils de simulations sont donc le principal support et point d'entrée des quantités maniées dans le cadre du label.** Une fois le projet réalisé, des attestations réglementaires et Analyse de Cycles de Vie basées sur des quantitatifs mesurés viennent certifier d'une réalisation conforme aux performances simulées. Entre les deux, divers documents de projet permettent de s'assurer que toutes les conditions sont réunies pour assurer cette cohérence des résultats effectifs avec les simulations.



Figure 4 La calcul des émissions de GES du quartier dans les outils de simulation intervient à plusieurs étapes au long du projet

Les outils et méthodes de calcul permettant aujourd'hui de mesurer ces résultats (voir 2.4.1 Calculs) font encore l'objet de recherches et d'évolutions significatives. Le label BBCA Quartier s'inscrit dans ce mouvement pour apporter une contribution à l'évolution des méthodes et servir de support aux acteurs et projets pionniers en la matière. Cela implique de rester pragmatique face à la réalité du calcul, sans s'arrêter aux limites des outils actuels, et en anticipant le potentiel et les progrès à moyen terme (ex : meilleure quantification de l'impact des usages, valorisation des leviers programmatiques...) au fil des retours d'expérience sur les opérations labellisées.

## 1.2 Contexte : l'enjeu de la quantification carbone des opérations d'aménagement

Il est évident que l'élaboration d'une stratégie bas carbone à l'échelle d'une opération d'aménagement ne peut se faire par la seule utilisation d'un logiciel de calcul et repose sur des compétences spécifiques ainsi que sur la cohérence des choix de projets entre eux et avec le contexte. De par son échelle et sa potentielle influence sur son environnement, une opération d'aménagement doit s'inscrire dans une vision territoriale globale intégrant des enjeux multiples (environnementaux, sociaux, économiques) et répondre à des objectifs de programmation spécifiques.

Le label BBCA Quartier et la démarche qu'il encourage s'inscrivent complètement dans les recommandations récurrentes de l'Autorité environnementale (Ae) de procéder plus systématiquement à l'évaluation carbone des projets d'aménagement, y compris dans les phases amont, et d'en faire état dans les études d'impact<sup>3</sup>. On citera notamment le passage suivant du [Rapport de synthèse annuelle](#) 2020 de la conférence des autorités environnementales :

*« les autorités environnementales sont amenées régulièrement à recommander aux maîtres d'ouvrage de compléter et d'approfondir l'analyse des incidences de leurs projets sur la qualité de l'air et sur les émissions de gaz à effet de serre, le plus souvent au travers de la réalisation d'un bilan carbone précis » (p37)*

On soulignera l'importance de l'évaluation carbone comme support de comparaison et de discussion du volet mobilité des options d'aménagement.

*« Pour ces opérations [de moindre ampleur], les MRAe constatent que l'étude d'impact des opérations d'aménagement est encore trop souvent ajoutée a posteriori sur un projet déjà largement finalisé. De ce fait, l'analyse des solutions raisonnables de substitution n'est pas souvent menée ; l'opération ayant été décidée en fonction de disponibilités foncières. Au total, l'étude d'impact est sans effet réel sur la conception du projet du point de vue des déplacements dans le cadre d'une démarche ERC. L'analyse des impacts des déplacements générés par les projets est souvent insuffisante.*

*Les MRAe remarquent aussi que pour certaines opérations d'aménagement d'envergure qui leur sont soumises, en fonction de la localisation du projet, il aurait été pertinent d'optimiser le stationnement, d'améliorer le report vers les transports en commun, de prévoir des mesures de sécurisation des itinéraires cyclables et piétons (y compris en période nocturne pour les projets immobiliers) ... Les maîtres d'ouvrage manquent souvent à cet égard de concevoir leurs projets à une échelle territoriale plus large, qui permettrait de mieux le relier aux réseaux d'itinéraires et de transports collectifs relevant d'autorités gestionnaires publiques. » (p31)*

Ces travaux s'appuient sur les labels BBCA existants, sur la note BBCA Quartier publiée en 2018 et sur la méthode et les résultats du projet de recherche *Quartier Energie Carbone* (QEC) menés entre 2018 et 2021.

## 1.3 Historique

Une première méthode exploratoire avait été créée en 2012 par le Certu : GES OpAm. Bien que relativement peu utilisée et laissé depuis sans mises à jour, la méthode de calcul définie dans ce cadre a permis de poser des bases en matière de périmètre d'évaluation notamment, en faisant suite à des travaux menés antérieurement (2008) par l'ADEME sur l'applicabilité du Bilan Carbone Territoire aux documents d'urbanisme et opérations d'aménagement.

<sup>3</sup> Bien que visant une diversité de projets et documents plus importante que les seules projets d'aménagement, le [Guide méthodologique de Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact](#), du CGDD est une référence méthodologique notable

### 1.3.1 Note BBQA Quartier 2018

Réalisée au premier semestre 2018, la note BBQA Quartier est une étude inédite qui pose les bases d'une future démarche opérationnelle pour réduire les émissions carbone à l'échelle du quartier.

Elle permet de :

- Chiffrer l'ordre de grandeur des émissions de carbone au niveau du quartier sur les grands contributeurs définissant aujourd'hui l'impact carbone des français (bâtiments, transports, infrastructures, consommations...)
- Structurer une première grille d'analyse identifiant les grandes catégories de leviers d'actions possibles à l'échelle du quartier, et les acteurs les mieux à même de les actionner
- Faire émerger de premières valeurs de références sur les émissions de carbone
- Proposer l'architecture et les grands principes d'un référentiel d'évaluation de l'impact carbone à l'échelle d'un quartier.

Parmi ses grandes avancées, elle introduit une nouvelle métrique sur *l'empreinte carbone usager* qui permet de tenir compte de tous les postes d'émissions des usagers du quartier (technique et usages) directement comparable à l'objectif de 2 tCO<sub>2</sub>e annuelles par personne en 2050.

Français moyen = 11,5 tCO<sub>2</sub>e/an

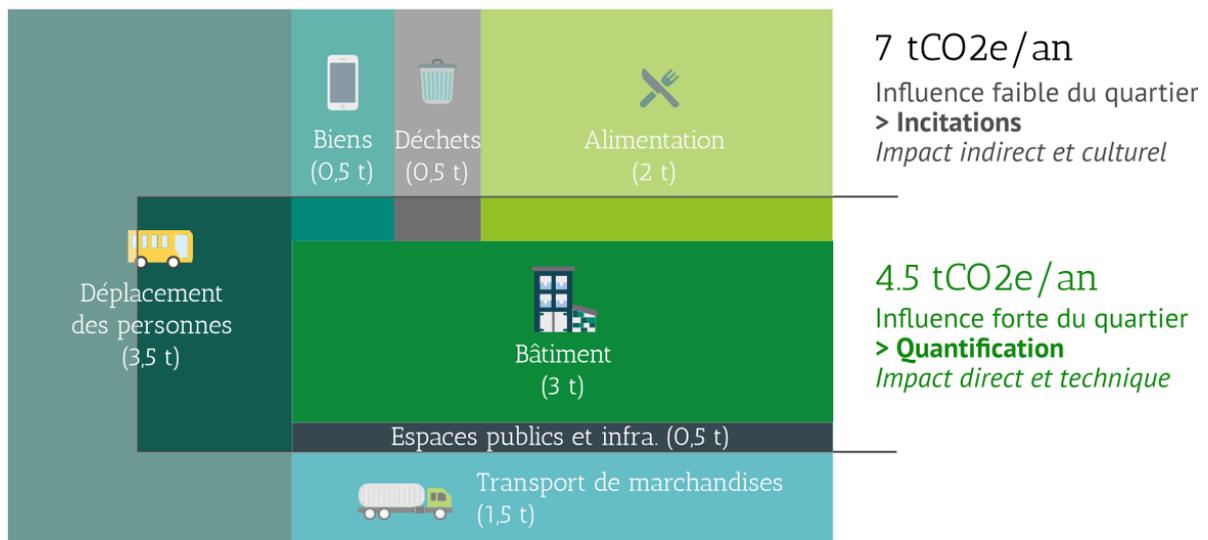


Figure 5 Visualisation de l'empreinte carbone moyenne d'un.e Français.e par poste. Source : Vers le quartier bas carbone. Note : l'évolution des méthodes de calcul a depuis conduit à une estimation autour de 10tCO<sub>2</sub>e/an – BBQA Quartier 2018

En effet, l'aménagement, en définissant notre cadre de vie, a un rôle transversal qui n'est pas aussi perceptible lorsqu'on s'intéresse individuellement à tous les objets techniques sur lesquels il s'appuie. L'aménagement joue sur beaucoup plus que ces dispositifs pris isolément, et participe à en définir les interactions : logistique, alimentation, voire même sur le type de loisirs que nous exerçons (ex : une offre de tourisme locale existe-t-elle ? Est-il possible de s'y rendre via un transport bas-carbone ?).

L'enjeu est bien double : **décarboner l'acte d'aménager** en lui-même, à travers des choix techniques bas-carbone de matériaux, systèmes, approvisionnement énergétique, morphologies etc. mais aussi **générer le support d'usages et d'une économie bas carbone** en offrant aux habitants et aux entreprises des lieux de vie, de travail, de consommation qui permettent de se déplacer de l'un à l'autre de manière décarbonée, en disposant d'une offre de biens et services bas carbone.

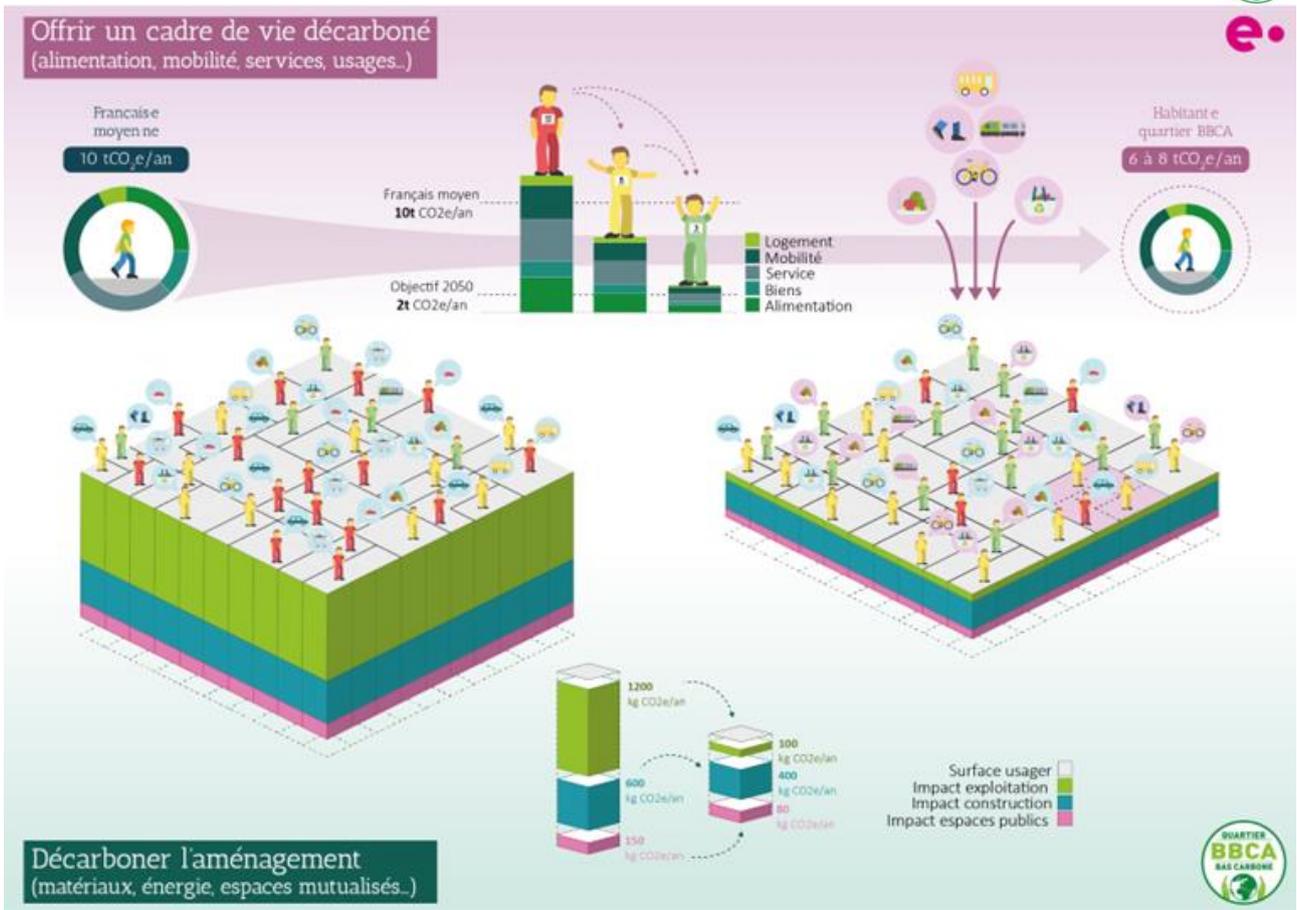


Figure 6 Le double enjeu de l'aménagement bas carbone : décarboner le geste d'aménager et offrir un cadre de vie bas carbone

### 1.3.2 Méthode Quartier Energie Carbone 2018-2021

Publiée en 2021 puis complétée jusqu'à aujourd'hui, la méthode Quartier Energie Carbone (QEC) résulte d'un projet de recherche éponyme soutenu financièrement par l'ADEME et piloté par un consortium fédérant parmi ses membres le CSTB, Elioth by Egis, l'Association BBKA, avec la participation au Comité de Pilotage du ministère de la Transition Ecologique.

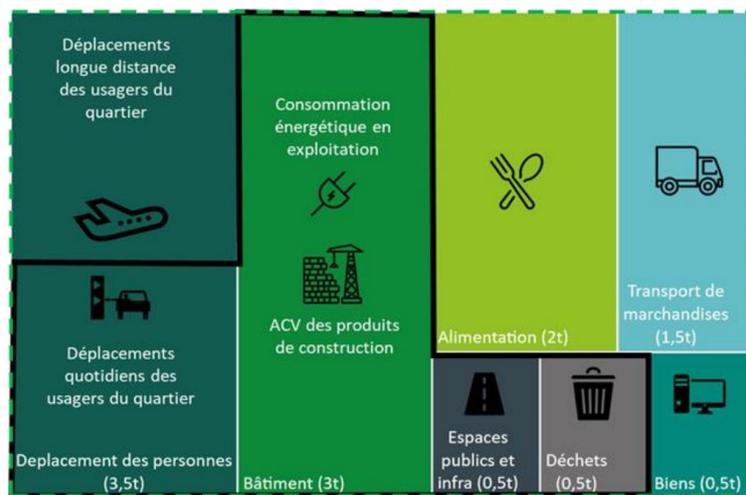


Figure 7 Périmètre de l'empreinte habitant (vert pointillé) et périmètre aménageur (noir continu) tel qu'illustré dans la méthode Quartier Energie Carbone

L'objectif de la méthode est de permettre une évaluation performancielle en analyse de cycle de vie des impacts d'un projet d'aménagement (périmètre aménageur). Elle se fonde sur des évaluations quantitatives



des émissions carbone et des consommations d'énergie engendrés par l'ensemble des équipements du quartier à la responsabilité des acteurs de l'aménagement – Bâtiments, Espaces extérieurs, Réseaux (de chaleur, de collecte des déchets, d'eau...) – selon les contributeurs suivants : consommations énergétiques en exploitation, produits de constructions et équipements, gestion de l'eau, gestion des déchets, phase chantier et mobilité quotidienne des usagers.

La méthode s'appuie sur des données d'entrées du calcul s'adaptant aux différentes phases de l'aménagement. C'est ainsi un vrai outil d'aide à la décision dès les phases amonts de conception, où on ne sait pas grand-chose, jusqu'au phase avancée de chantier, où on sait presque tout.

Si les données d'entrées sont accessibles et adaptées à l'aménagement, la méthode s'appuie dans le calcul sur de nombreux modèles complexes : SED bâtiments et systèmes quartiers (production solaire, réseaux de chaleurs...) au pas de temps horaire, bases de données de mobilité, de déchets, de produits de construction... Elle nécessite dès lors l'utilisation d'outils logiciels pour être mise en œuvre facilement même si une utilisation simplifiée via l'utilisation de ratio pour certaines parties du calcul est possible est mise à disposition des acteurs.

La méthode propose 3 indicateurs de performance carbone :

- Le Score Carbone : Impact relatif (taux d'effort) du projet par rapport à un projet de référence « Business As Usual » (Carbone et Energie) [% de réduction]
- Le Potentiel du projet : Impact relatif du projet par rapport au meilleur scénario [%] « maximalistes ». Permet d'évaluer si le projet a été ambitieux au regard des possibilités
- L'empreinte carbone : représentation des émissions carbone annuelles d'un habitant associées aux services consommés par ce dernier (approche consommateur), en [tCO<sub>2</sub>e/hab/an]

Le dernier indicateur est le fruit d'une évaluation carbone au-delà du périmètre aménageur (périmètre d'action traditionnel des acteurs de l'aménagement) en intégrant le calcul de contributeurs supplémentaires (périmètre usager : périmètre aménageur + alimentation, consommations des biens etc...) grâce à la combinaison d'une ACV classique sur le périmètre aménageur et d'une ACV économique sur les autres contributeurs (ACV hybride).

Les résultats du calcul des émissions d'une opération d'aménagement sont exprimés en absolu, c'est-à-dire que l'on somme les émissions en absolu (et pas par m<sup>2</sup> ou habitant) des différents bâtiments, espaces extérieurs et services urbains. Ainsi le score carbone proposé est calculé comme la différence des émissions de GES en absolu sur le périmètre aménageur entre le projet de référence et le projet simulé (avec les leviers d'actions activés par le projet). Ainsi fixer un seuil de labélisation sur le Score Carbone serait nécessairement fixer un score en relatif (par exemple objectif -20%).

## 2 REFERENTIEL

### 2.1 Méthode

La méthode Quartier Energie Carbone, alignée avec la RE2020, est le socle méthodologique du label BBCA Quartier. En cas de questions méthodologiques non explicitées dans le présent document, on se référera au document méthodologique de celle-ci<sup>4</sup>. Les utilisateurs connaisseurs des référentiels BBCA Neuf et Rénovation ne trouveront pas les correctifs BBCA appliqués à la méthode règlementaire pour la mesure de l’empreinte carbone du bâtiment neuf dans BBCA Quartier. Pour qualifier le nombre d’opérations labellisées BBCA attendue pour l’obtention du label BBCA Quartier (cf. 2.2.2 Critères de labélisation), la méthode BBCA est requise.

#### 2.1.1 Périmètre spatio-temporel

La définition du périmètre spatial renvoie à la définition choisie par la méthode QEC, tout en notant qu’il ne se superpose pas nécessairement à un périmètre administratif. **Le choix du périmètre spatial à labéliser restera donc à la charge des candidats à la labélisation et fera l’objet d’une justification auprès de l’organisme certificateur.** Cette justification interviendra en particulier dans le cas d’un décalage entre le périmètre administratif ou périmètre du lot et le périmètre labélisé. Si dans la majorité des cas la labélisation devrait se dérouler sur un périmètre « évident » (ZAC ou phase de ZAC, intégralité de tènement foncier possédé par l’aménageur...), des cas particuliers sont à envisager. Face à ces cas, la justification prévue vise à préserver l’esprit du label en évitant la labellisation partielle d’opérations qui tendraient à prioriser les parties les plus simples à labéliser, mais en donnant une flexibilité suffisante pour s’adapter aux objets protéiformes que sont les quartiers et procédures d’aménagement (phases d’aménagement distinctes, périmètres emboîtés...).

#### Programmes

A ce stade, le label s’adresse en priorité à des **quartiers d’usage résidentiel-tertiaire, comportant des bâtiments neufs et rénovés, en France métropolitaine.**

Les conditions d’éligibilité sont les suivantes<sup>5</sup>:

*Taille d’au moins 2 ha avec présence d’espaces et d’infrastructures publiques ou accessibles au public et de bâtiments et **composante résidentielle au moins 10% et au maximum 90%** de la surface totale.*

Des dérogations à ces critères pourraient être envisagées (voir 3 Application du référentiel).

#### Allocation des émissions hors périmètre spatial

Dans une pratique exemplaire, les infrastructures nouvelles associées à un projet d’aménagement et nécessaires à son fonctionnement sont à prendre en compte même si elles ne font pas partie de son périmètre géographique<sup>6</sup>. Conformément à la méthode QEC (§2.7 *Autres sujets méthodologiques*), l’impact de ces infrastructures peut être alloué au projet de manière partielle, au prorata des flux engendrés.

La contribution à la baisse des émissions hors périmètre (ex : rénovation de bâtiments adjacents, verdissement d’un réseau de chaleur par la création d’une chaufferie...), pourra être valorisée au titre des leviers innovants tel que décrit au 2.3.2 Dépasser les limites des outils : valorisation de nouveaux leviers. Ces cas particuliers devront passer par une fiche QuantiGES documentant les émissions évitées et respectant les principes habituels de comptabilité des émissions évitées. La baisse des émissions doit être directement liée au quartier et déclenchée par l’aménagement de celui-ci. La quantification de ces émissions évitées hors périmètre ne pourra en revanche pas être retranchée aux indicateurs BBCA calculés pour le quartier. Dans le cas où une action faisant l’objet d’une fiche QuantiGES bénéficie à la fois au quartier et au-delà, une allocation devra être proposée au sein du calcul.

<sup>4</sup> <https://bibliothèque.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/5802-methode-quartier-energie-carbone.html>

<sup>5</sup> Définition du DGNB Urban District

<sup>6</sup> Voir pp27-28 du rapport de synthèse 2020 de l’Ae

## Périmètre temporel

Dans la méthode QEC, alignée sur les choix de la RE2020, la valeur du carbone est calculée en ACV dynamique sur 50 ans amortie annuellement en incluant le renouvellement des équipements au prorata de la durée de vie. Les calculs n'intègrent pas dans cette première version d'évolution prospective du contexte (ex : réduction des facteurs d'émissions des énergies de réseau, pénétration des véhicules électriques, décarbonation de divers bien et services...).

## Périmètre fonctionnel

Plusieurs périmètres fonctionnels sont mobilisés, cela se traduit en différents indicateurs présentés ci-après.

### 2.1.2 Unité de référence

Les indicateurs BBCA Quartier sont exprimés en quantité de gaz à effet de serre émise par usager, dans l'optique de caractériser l'intensité carbone du service rendu par l'aménagement, et pas uniquement celle des objets techniques qu'il produit. Ils permettent ainsi de valoriser des leviers de programmation s'attaquant à la densité ou à l'intensité d'usage, et plus seulement aux quantités de matière et d'énergie rapportés à la surface construite.

Dans cette optique, une nouvelle unité fonctionnelle appelée « usager équivalent » (Useq) a été construite afin de pouvoir comparer les usagers de programmes différents. Une table d'équivalence entre différentes catégories d'usagers (habitants, travailleurs du tertiaire, travailleurs des commerces...) a été définie.

L'unité des indicateurs est donc la **tCO<sub>2</sub>e/Useq/an**, ou, dans le cas de l'empreinte habitant, la **tCO<sub>2</sub>e/hab/an**.

### 2.1.3 Les indicateurs

Les critères de labélisation de BBCA Quartier reposent sur cinq indicateurs qui répondent à une logique de responsabilité des acteurs de l'aménagement (collectivité, aménageur, promoteurs), afin de s'assurer que les bonnes questions ont été posées à chacun et que les leviers d'actions permettant de réduire l'impact carbone ont été activés.

En plus de l'empreinte habitant, déjà utilisée par la méthode QEC, quatre indicateurs nouveaux ont été définis. Ces quatre indicateurs concernent différents sous-périmètres du périmètre aménagement défini par la méthode QEC. Le préfixe *IcQ* dont ils sont dotés est construit en accolant au préfixe *Ic* des indicateurs d'impact sur le changement climatique de la RE2020, le *Q* de « quartier ».



**IcQ\_Viabilisation** : Impact des postes techniques de l'aménagement du quartier



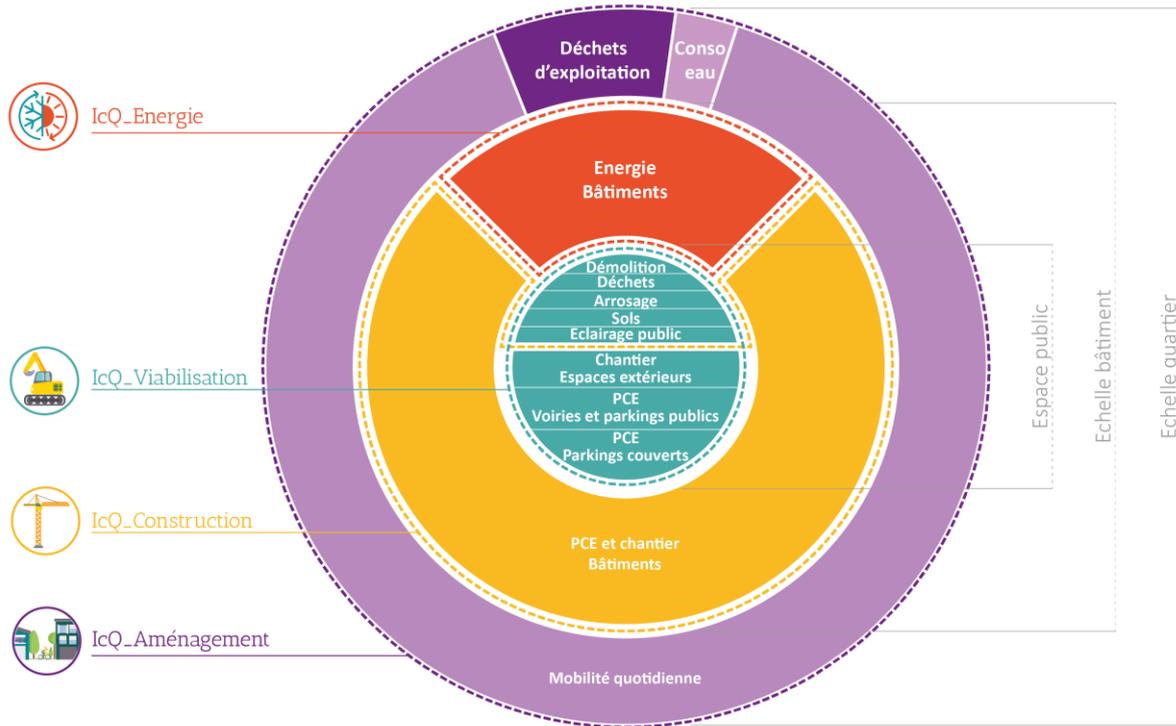
**IcQ\_Construction** : Impact de l'action physique de construire et aménager



**IcQ\_Energie** : Impact de l'énergie pour l'usage des bâtiments.



**IcQ\_Aménagement** : Impact de l'aménagement pour un usager, en intégrant les services urbains et la mobilité quotidienne



Répartition des contributeurs selon les différents indicateurs BCCA Quartier du périmètre Aménagement.

Ces 4 indicateurs sont complétés par l'empreinte habitant.



L'empreinte habitant représente l'impact carbone du mode de vie d'un.e habitant.e moyen.ne du quartier. L'empreinte s'adressant spécifiquement aux habitants, elle est exprimée en tCO<sub>2</sub>e/habitant/an, en approche statique.

## IcQ\_Viabilisation

IcQ\_viability représente l'impact des postes techniques de l'aménagement du quartier pour un usager.

**Unité :** tCO<sub>2</sub>e/Useq/an (ACV dynamique)

**Périmètre fonctionnel :** Préparation du terrain et ouvrages réalisés par l'aménageur. Le périmètre inclus les parkings en infrastructure des bâtiments et le terrassement qui y est lié du fait des péréquations possibles entre ces parkings et des parkings publics ou mutualisés aériens ou en silos avec un impact de premier ordre sur cet indicateur.



Figure 8 Périmètre IcQ\_Viabilisation

### Périmètre fonctionnel détaillé :

- Changement d'usage des sols (dont captation carbone)
- Chantier de démolitions<sup>7</sup> (et à terme dépollution)
- Parkings, dont infra bâtiment (lot ACV Bâtiment 2.2 et 2.3)
- Chantier espace public et préparation bâtiment (terrassement)
- Produits de construction des espaces extérieurs (publics + parcelles privées)
- Exploitation des espaces publics (éclairage, arrosage, déchets)

Les réseaux (eaux, élec, RCU) sont pour le moment hors périmètre car les outils ne permettent pas aujourd'hui d'estimer leur impact correctement.

<sup>7</sup> Ce contributeur ne tient compte que de l'acte de démolir en lui-même, mais n'intègre pas de pénalité liée à la fin de vie du gros œuvre tel que le considère BBKA pour les labels à l'échelle du bâtiment.

## IcQ\_Construction

IcQ\_construction représente l'impact de l'action physique de construire et aménager pour un usager. C'est la somme des Ic\_Construction des bâtiments et de celui des espaces publics. C'est un bon indicateur des émissions déjà engendrées à la livraison du quartier<sup>8</sup>. Une exigence forte est attendue sur cet indicateur qui devra garantir que le bon niveau d'effort a été fait afin de réduire les émissions du projet à coup sûr, à court terme.

**Unité :** tCO<sub>2</sub>e/Useq/an (ACV dynamique, annualisée sur 50 ans)

**Périmètre fonctionnel :** Construction des espaces publics, infrastructures et bâtiments.



Figure 9 Périmètre IcQ\_Construction

### Périmètre fonctionnel détaillé :

- Produits de construction des bâtiments, espaces publics et infrastructures
- Chantier des bâtiments, espaces publics et infrastructures

Les réseaux (eaux, élec, RCU) sont pour le moment hors périmètre car les outils ne permettent pas aujourd'hui d'estimer leur impact correctement.

$$IcQ\_Construction = IcQ\_viabilisation - Ic\_exploitationEspacePublic + \sum Ic\_Construction$$

<sup>8</sup> On considère que de 50 à 80% des émissions liées aux matériaux pour un bâtiment dont l'ACV est réalisée sur 50 sont émises dès l'année 0 – ce sont les phases A1-A5 des FDES

## IcQ\_Energie

IcQ\_Energie représente l'impact de l'énergie pour l'usage des bâtiments. C'est la somme des Ic\_énergie des bâtiments à laquelle on ajoute l'impact des usages mobiliers (hors process spécifique non conventionnel ou industriel). Il doit permettre de valoriser les stratégies énergétiques vertueuses à l'échelle du quartier. En cas de d'autoconsommation, la part autoconsommée par le quartier est retranchée de l'impact<sup>9</sup>.

**Unité :** tCO<sub>2</sub>e/Useq/an (ACV dynamique)

**Périmètre fonctionnel :** Energie dédiée à l'exploitation des bâtiments.

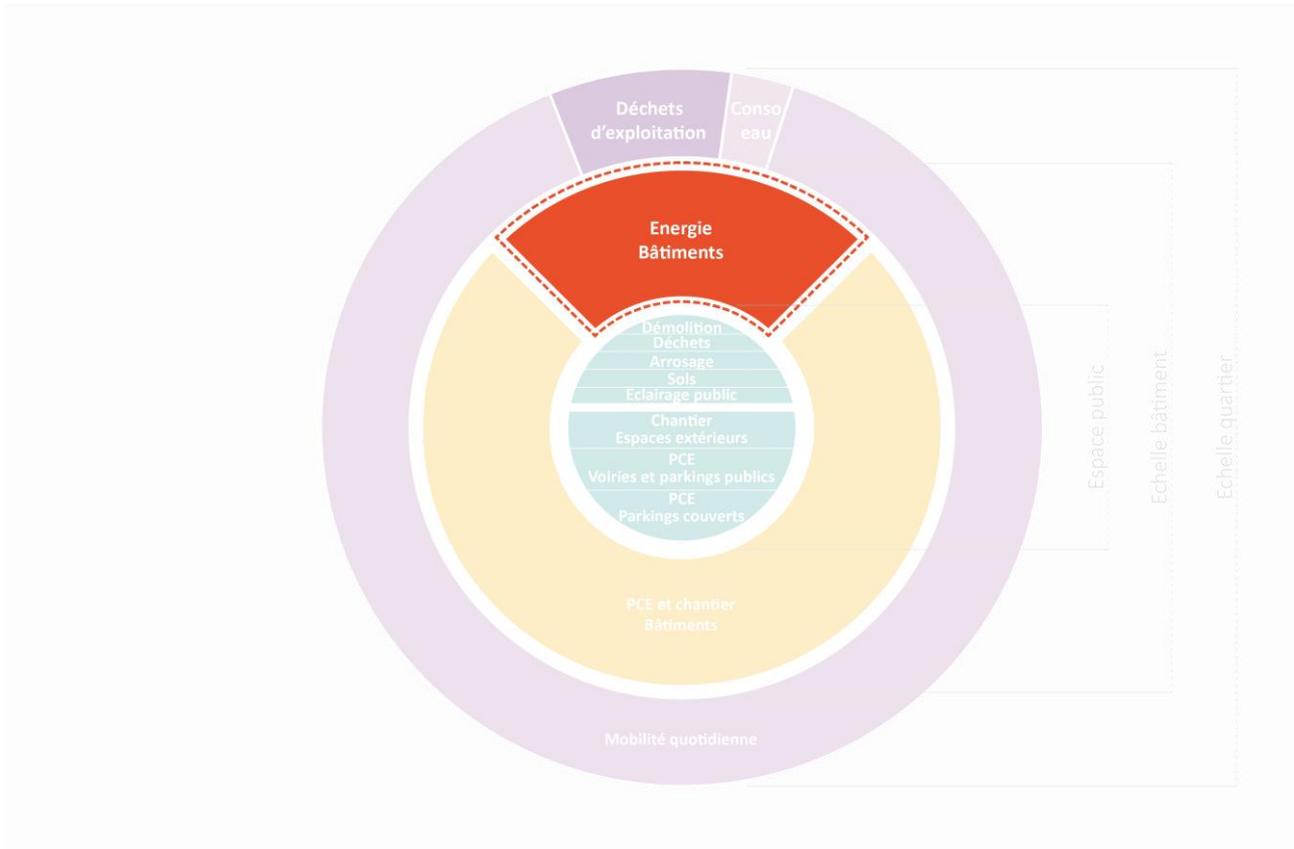


Figure 10 Périmètre IcQ\_Energie

### Périmètre fonctionnel détaillé :

- Energie liée à l'exploitation des bâtiments

L'énergie dédiée à l'exploitation des espaces publics est hors périmètre.

$$\text{IcQ\_Energie} = \sum (\text{Ic\_Energie} + \text{Ic\_usagesMobiliers})$$

<sup>9</sup> Dans le cas de la présence de productions solaires photovoltaïque sur le quartier, l'autoconsommation est calculée au pas de temps horaire à l'échelle de chaque bâtiment producteur puis, dans le cas d'un excédent de production, à l'échelle quartier en supposant que ce sont les bâtiments non producteurs, les espaces extérieurs et les réseaux du quartier (pompes de circulations, sources électriques...) qui en bénéficient prioritairement. Si une fois cette autoconsommation quartier effectuée sur le pas temps, il demeure encore de la production solaire non consommée, celle-ci est exportée au-delà du périmètre du quartier et les kWh concernés ne sont pas valorisés dans la méthode (pas d'externalités positives ou d'impacts évités au-delà du périmètre du quartier).

## IcQ\_Aménagement

IcQ\_Aménagement représente l'impact de l'aménagement. Il englobe les 3 autres indicateurs IcQ, auxquels on ajoute les services urbains et la mobilité quotidienne. Le périmètre fonctionnel de cet indicateur est celui que l'on retrouve habituellement pour les bilans carbone de quartier. C'est le *périmètre aménageur* de la méthode Quartier Energie Carbone (§1.2.1).

**Unité :** tCO<sub>2</sub>e/Useq/an (ACV dynamique)

**Périmètre fonctionnel :** Ouvrages et services urbains sous la responsabilité des concepteurs du quartiers

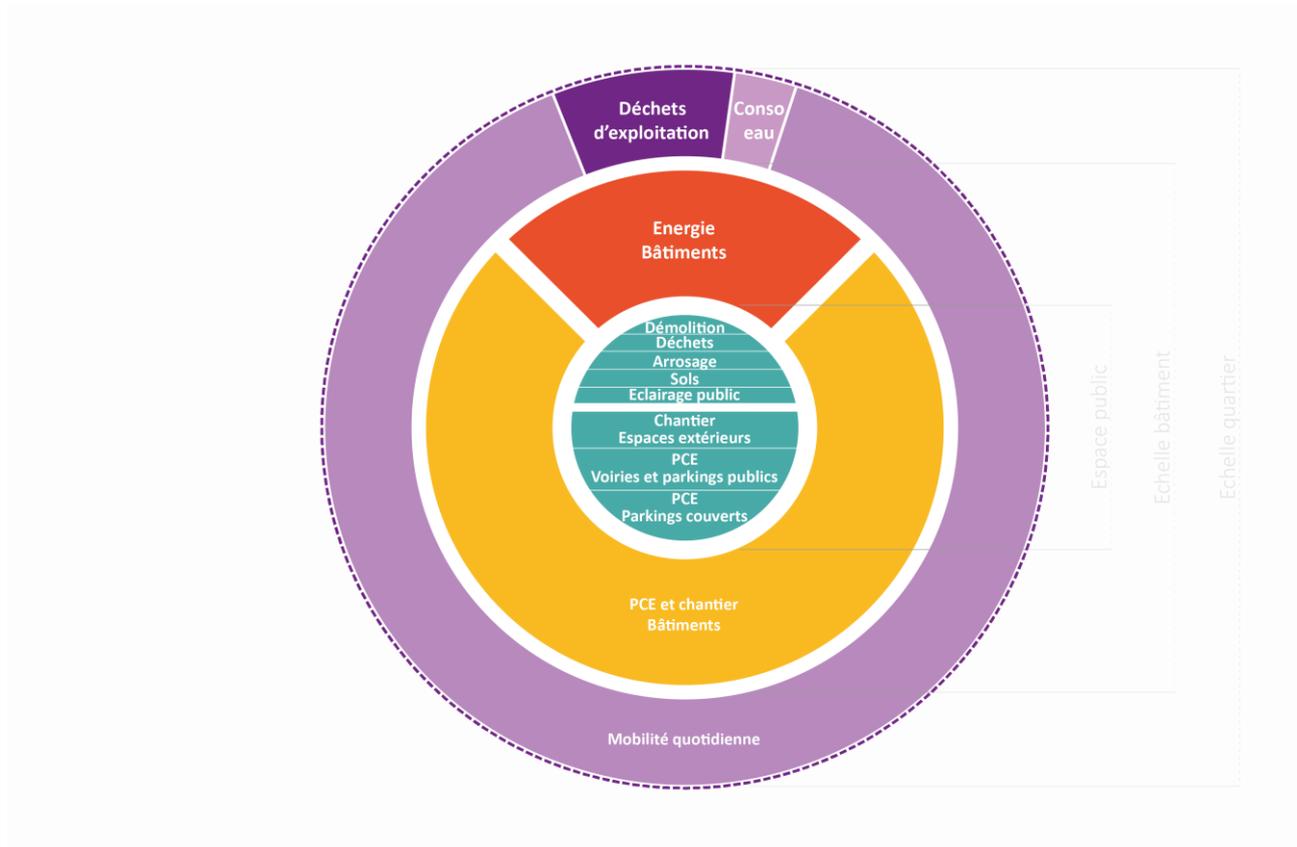


Figure 11 Périmètre IcQ\_Aménagement

### Périmètre fonctionnel détaillé :

- Changement d'usage des sols (dont captation carbone)
- Démolitions
- Dépollution
- Produits de construction des bâtiments, espaces publics et infrastructures
- Chantier des bâtiments, espaces publics et infrastructures
- Energie d'exploitation des bâtiments, espaces publics et infrastructures
- Eaux d'exploitation des bâtiments, espaces publics et infrastructures
- Déchets d'exploitation des bâtiments, espaces publics et infrastructures
- Mobilité quotidienne des usagers (résidents, employés et visiteurs) du quartier

### Empreinte habitant

L’empreinte habitant représente l’impact carbone moyen des modes de vie des habitants du quartier. La définition complète de l’indicateur d’empreinte habitant est celle de la méthode Quartier Energie Carbone (§1.2.2 et §3.11 notamment).

**Unité :** tCO<sub>2</sub>e/habitant/an (ACV statique)

Périmètre fonctionnel : Ensemble des postes d’émissions de gaz à effet de serre des ménages en approche « consommation ».

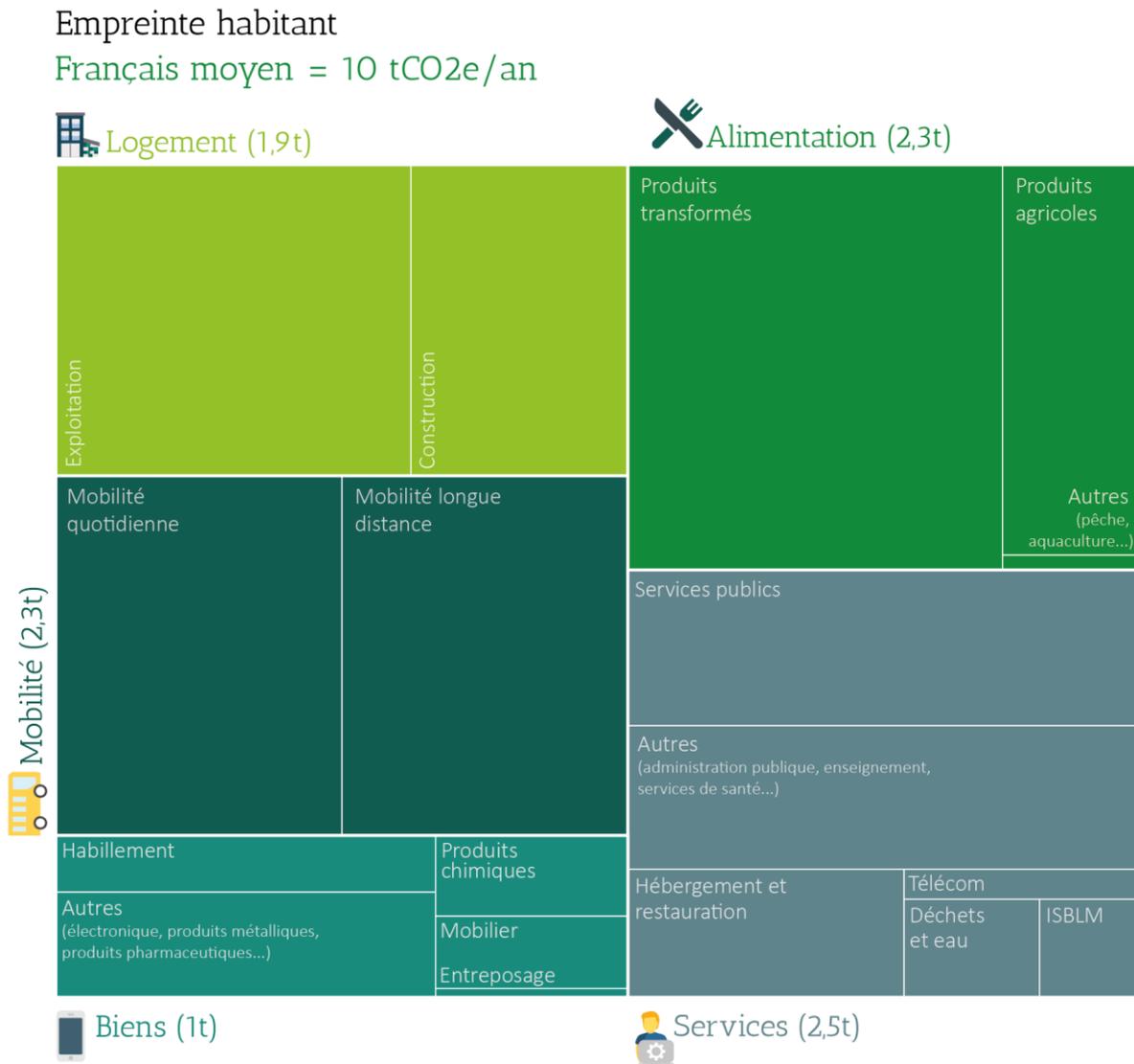


Figure 12 Empreinte carbone du Français moyen par postes

### 2.1.4 Usager équivalent (Useq)

Dans la continuité des travaux exploratoires menés en 2018, le label BBCA Quartier propose une nouvelle unité fonctionnelle innovante : l'usager équivalent (Useq). Les objectifs de cette unité sont multiples :

- Fixer un **objectif unique pour des programmations différentes**
- Fixer des **plafonds d'émission en valeur absolue** (se passer de comparaison à un scénario de référence difficile à définir) et faire émerger des valeurs repères pour les quartiers
- **Tenir compte du service rendu par le quartier**, et pas seulement de l'efficacité technique
- Se rapprocher de l'empreinte carbone personnelle (tCO<sub>2</sub>e/habitant par an)
- **Valoriser l'intensité d'usage** (dénominateur de l'équation)

#### Méthode de calcul de l'usager équivalent

Aménager un quartier, c'est mettre à disposition des mètres carrés pour des personnes. Le quartier rend service à ses usagers, ainsi normaliser les résultats des émissions carbone générées par le quartier par les usagers plutôt que par la surface semble évident.

En revanche, on comprend bien que les impacts attribuables à un visiteur qui ne fait que passer par l'espace public ne seront pas aussi importants que ceux d'un travailleur qui passe sa journée sur le site ou d'un habitant, qui y passe l'essentiel de son temps. Le cas des visiteurs étant plus complexe, cette première version désignera comme usagers les habitants et les employés en omettant les visiteurs, élèves, patients, etc.

Cependant, diviser les émissions directement par la somme des habitants et des employés entraîne un déséquilibre dans les résultats car ces usagers ne disposent pas de la même surface utile moyenne et que les émissions PCE/énergie diffèrent selon les usages. Ainsi pour deux quartiers aux mixités programmatiques différentes, les résultats normalisés à l'usager (habitant + employé) ne reflèteraient pas les efforts fournis.

*Exemple : un logement collectif devrait émettre en 2025 environ 1026 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> (sur 50 ans, 376 pour l'énergie et 650 pour la construction), selon les seuils non modulés de la RE2020 auxquels on ajoute l'impact de l'électricité des usages non réglementés. Cela représenterait 693 kgCO<sub>2</sub>e/habitant/an, en considérant 33,75 m<sup>2</sup>/habitant. En appliquant le même raisonnement à un employé de bureau, cela représenterait des émissions carbone à hauteur de 573 kgCO<sub>2</sub>e/employé/an, soit 17% de moins qu'un habitant. Avec cette logique, un quartier 100% bureau sera forcément meilleur qu'un quartier de logement avec des efforts a priori identiques.*

Il faut donc définir un usager équivalent pour additionner habitants et employés et lisser les écarts de performance intrinsèques aux différents programmes. L'usager le plus courant dans les opérations visées par le label et le plus facile à se représenter est un.e habitant.e de logement collectif. On cherchera donc à convertir le nombre d'employés en habitants équivalents.

C'est une méthode similaire à celle qui est parfois employée pour faciliter la communication dans le cadre du dimensionnement ou du suivi de certains systèmes techniques tels que

- [les stations d'épuration](#), la calibration de l'équivalent-habitant y étant calibrée sur la charge organique biodégradable
- [les réseaux de chaleurs](#), les équivalents logements y étant calibrés sur la livraison de chaleur

*Analogie avec une métrique d'équivalence connue : le PRG<sub>100</sub> ou CO<sub>2</sub> équivalent*

*Pour comptabiliser les émissions de gaz à effets de serre on "traduit" les quantités de tous les gaz en équivalent CO<sub>2</sub> (le gaz à effet de serre additionnel le plus émis et dont l'effet est le plus important en valeur absolue) à l'aide de coefficients calibrés pour traduire un impact comparable (sur le forçage radiatif, durant 100 ans en l'occurrence). La métrique qui en résulte, le PRG<sub>100</sub>, est imparfaite car elle vise à rendre compte via un unique indicateur de phénomènes physiques distincts. Sa pertinence peut donc être débattue, en particulier selon les objectifs d'actions ou l'horizon temporel envisagé, mais elle a l'avantage de permettre une comparaison simple entre des états ou des activités à l'origine d'émissions de GES de nature différentes.*

Pour définir le coefficient de conversion permettant d'assimiler l'utilisateur d'un bâtiment à un habitant de logement collectif, on utilisera l'impact en ACV matériaux/énergie des surfaces de bâtiments qui lui sont reliées. Les surfaces moyennes consacrées à un usager au sein d'un bâtiment sont issues de bases de données publiques nationales<sup>10</sup>. L'impact des surfaces construites utilisé dans cette première version est la somme de  $lc\_construction,max,moyen$  et de  $lc\_énergie,max,moyen$  de la RE2025<sup>11</sup> à laquelle on ajoute l'impact carbone de l'électricité spécifique. Ces valeurs constituent souvent la majorité des impacts sur le périmètre de l'aménagement, et correspondent dans une certaine mesure aux émissions verrouillées par la mise à disposition de surfaces construites pour des usages identifiés. Elles sont réglementées et bénéficient donc de valeurs repères, et sont plutôt stables d'un projet à l'autre (contrairement à la mobilité qui varie beaucoup selon les contextes).

*Exemple : Comme expliqué plus haut, dans cette approche, un usager de bureau a un impact carbone équivalent à 83% de celui d'un habitant. Pour équilibrer leurs impacts en termes d'émissions carbone du bâtiment (énergie + construction), on considère donc qu'un habitant de logement collectif = 1 usager équivalent et qu'un employé de bureaux = 0,83 usager équivalent. En d'autres termes, pour évaluer la contribution d'un bâtiment de bureaux aux indicateurs exprimés par Useq, il faudra diviser la somme des émissions des différents contributeurs associés par son effectif réel multiplié par 0,83.*

Le même raisonnement a été appliqué pour les différents usages tel qu'on peut le voir dans le Tableau 1 Calcul des coefficients d'usager équivalent. Pour les habitants des maisons individuelles, il a été considéré qu'un habitant de maison individuelle était équivalent à un habitant de logement collectif et donc à un usager équivalent. Pour les usages dont les plafonds de la RE2020 n'ont pas encore été fixés, ils ont été extrapolés à partir des données existantes et de simulations pour cette première version du label. Ils seront donc à actualiser avec l'élargissement de la réglementation.

	Surface par usager [m <sup>2</sup> /usager]	IC_énergie_max_moyen (RE2025) [kgCO2e/m <sup>2</sup> ]	IC_énergie + usages spécifiques (RE2025) [kgCO2e/m <sup>2</sup> ]	IC_construction_max_moyen (RE2025) [kgCO2e/m <sup>2</sup> ]	IC_RE2025 par usager sans modulation [kgCO2e/usager/an]	Coefficient d'usager équivalent Useq/Usager	Densité d'usagers équivalent [Useq/m <sup>2</sup> ]
Maison individuelle	47,0	160	232	530	716	1,00	0,021
Logement collectif	33,8	260	376	650	693	1,00	0,030
Bureaux	24,7	200	350	810	573	0,83	0,033
Hôtel	90,0		440	810	2249	3,25	0,036
Commerce	105,8		1098	810	4037	5,83	0,055
Supermarché	89,9		1108	810	3449	4,98	0,055
Etablissement public	53,2	200	364	810	1249	1,80	0,034
Enseignement primaire	116,6	140	169	770	2190	3,16	0,027
Enseignement secondaire	62,8	140	215	770	1238	1,79	0,028
Université	64,7		244	810	1363	1,97	0,030
Etablissement sportif	55,8		496	810	1456	2,10	0,038
Hôpital	38,0		435	810	946	1,37	0,036
Parking	-					0,00	
Autres	51,7		327	810	1176	1,70	0,033

Valeur extrapolées car non réglementées à date

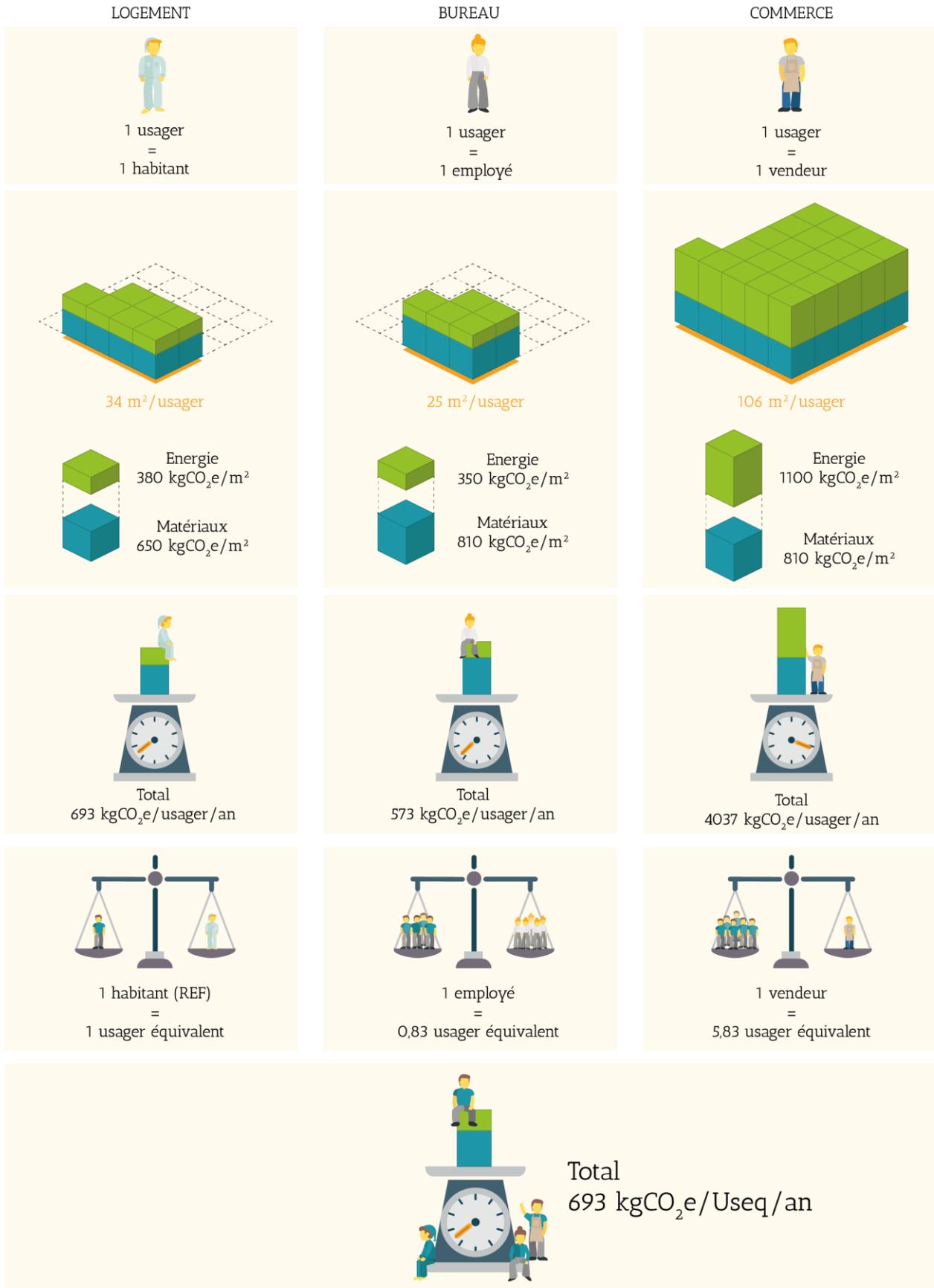
Tableau 1 Calcul des coefficients d'usager équivalent

Les hypothèses utilisées pour ce calcul sont détaillées en annexes.

Dans des versions ultérieures, la méthode pourrait également progresser pour intégrer des usagers équivalents sur d'autres types de surfaces (espaces publics remarquables, parkings publics...). Ce choix de métrique innovante est donc à envisager dans une logique incrémentale de progrès des outils à moyen terme.

<sup>10</sup> INSEE, EMD

<sup>11</sup> Les seuils de 2025 ont été choisis car ils voient une stabilisation des valeurs Énergie dans la majorité des cas, et cet horizon semble en phase avec les premiers quartiers ciblés par la labélisation.



Méthode de détermination de l'usager équivalent

## Valorisation de leviers programmatiques

Cette métrique rend possible la valorisation de leviers programmatiques de décarbonation. En effet, les outils décrits au §2.5, permettent de chiffrer les impacts bruts des ouvrages et consommations, qui peuvent ensuite être renseignés dans la fiche candidat. Dans le cas où aucune étude n'aura été réalisée sur les densités d'occupation et le nombre d'usagers attendus dans le quartier, le nombre d'usager équivalent peut automatiquement être calculé à partir des valeurs par défaut de surfaces par usagers présenté en Annexe (Coefficients d'usager équivalent par destination). Si des leviers sont mis en place permettant de mutualiser des surfaces, intensifier leur usage dans l'espace et dans le temps, modifiant ainsi le nombre d'usagers du quartier, et que cette modification est étudiée et quantifiée, le nombre d'usagers pourra être modifié par le candidat (sur justification) et ainsi réduire le bilan carbone par usager. La fiche candidat donne la possibilité d'ajuster le nombre d'usagers équivalents présents sur le quartier sur justification.

## Indicateurs Aménagement vs Empreinte habitant

Les indicateurs du périmètre aménagement et celui de l'empreinte habitant ne peuvent pas être comparés. Bien que les 2 métriques  $tCO_2e/Useq/an$  et  $tCO_2e/hab/an$  semblent proches, elles ne doivent pas être confondues.

En effet, l'usager équivalent, défini au paragraphe précédent n'est assimilable à l'habitant que dans le cas d'une programmation exclusivement résidentielle, en logement collectif. L'ajout de programmes tertiaires (et donc d'usagers tertiaires) par exemple ferait mécaniquement baisser la proportion du bilan carbone de l'opération attribuable aux habitants, ce qui se retrouvera dans les indicateurs  $IcQ\_Construction$ ,  $IcQ\_Energie$  et  $Ic\_Aménagement$ .

En outre, comme l'illustre la Figure 13, les impacts des bureaux, commerces et espaces publics ne peuvent être alloués directement à l'empreinte des habitants du quartier, qui ne circulent, travaillent, consomment qu'en partie dans le quartier, tandis qu'ils servent également à rendre des services à des personnes habitant hors de quartier. Cela est pris en compte à travers les modèles d'ACV hybride (combinant modèles entrée-sortie via une approche économique et une ACV classique), où seuls les contributeurs de l'ACV directement attribuables aux habitants viennent se substituer aux postes correspondants dans l'empreinte. La réduction de l'empreinte carbone des habitants du quartier engendrée par une surperformance des espaces publics et bâtiments non-résidentiels est donc modeste, comme le suggère le schéma ci-dessous. Davantage d'explications, peuvent être trouvées dans la méthode QEC (§3.11) ou sur internet<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> <https://eliOTH.com/du-metre-carre-a-lusager-passer-de-lacv-du-batiment-a-lempreinte-carbone-de-ses-habitants/> ou encore [https://gitlab.com/eliOTH/input\\_output/-/blob/master/notebooks/examples.ipynb](https://gitlab.com/eliOTH/input_output/-/blob/master/notebooks/examples.ipynb)

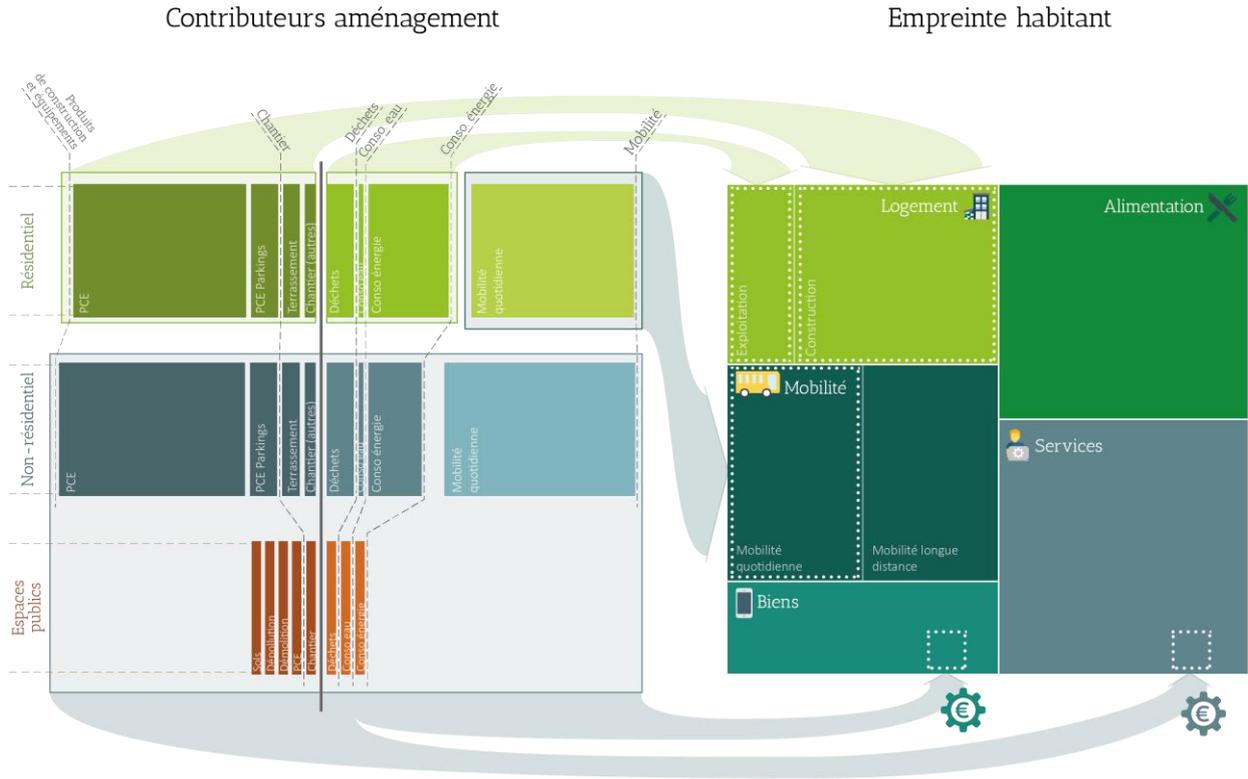


Figure 13 Les contributeurs au sein du périmètre aménageurs viennent informer le modèle de calcul de l’empreinte habitant en s’y substituant à certains postes de consommation, en intégralité (logement, mobilité quotidienne), ou de manière partielle (biens, services...)

### 2.1.5 Temps long du quartier

La comptabilité carbone d'un quartier avant sa réalisation complète implique l'agrégation d'objets multiples dont la construction prend place de manière étalée dans le temps, alors que le contexte technique est appelé à connaître une décarbonation significative et rapide, rendue obligatoire avec l'évolution tous les 3 ans des seuils de la RE2020. Des évolutions similaires devraient de plus se produire dans les autres secteurs tels que la mobilité, même si l'absence de réglementation aussi précise que la RE2020 ne permet pas de se projeter avec autant d'acuité.

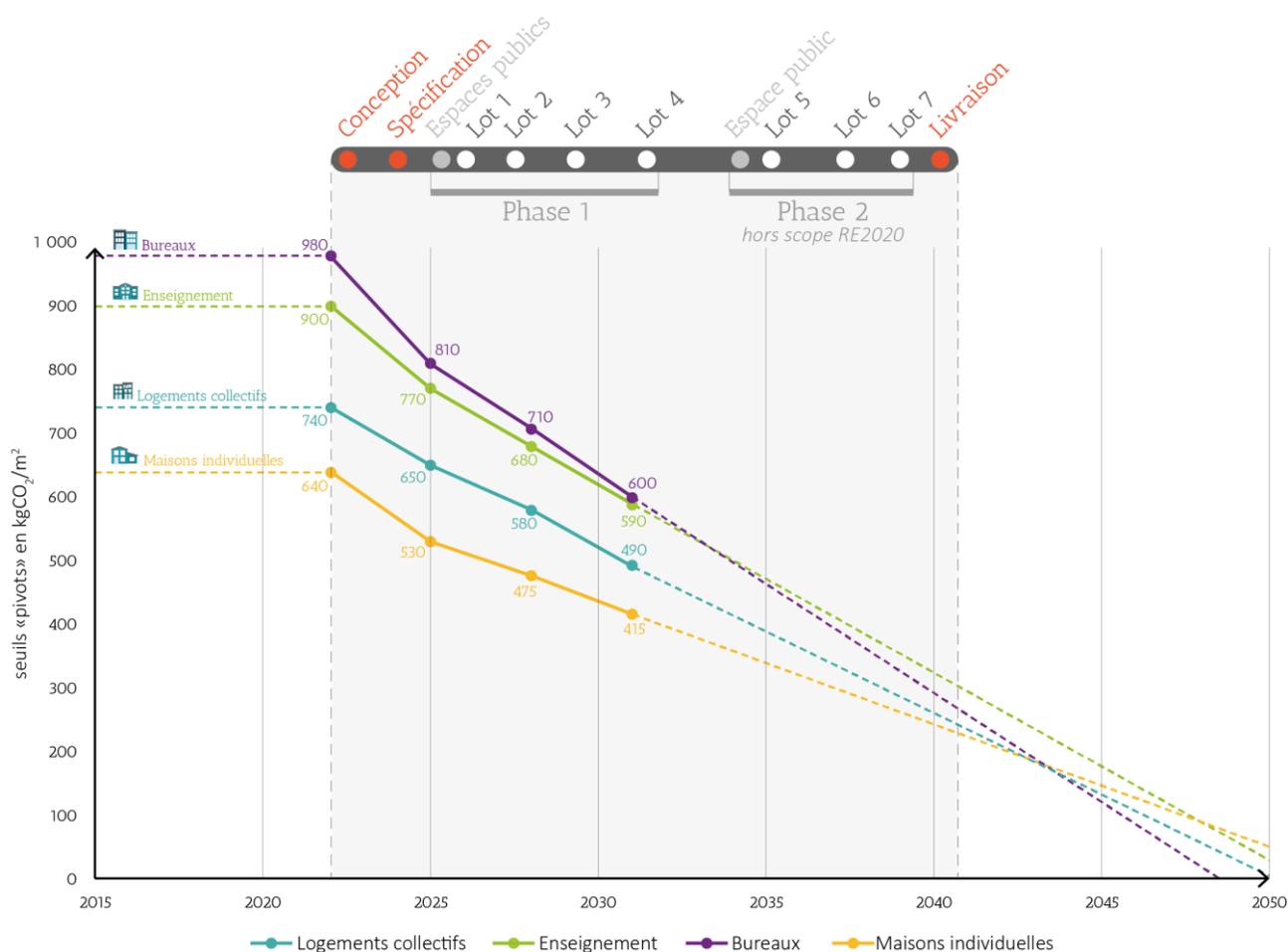


Figure 14 Exemple de mise en œuvre d'un projet d'aménagement et évolutions réglementaires

*Exemple : Dans l'exemple simplifié illustré ci-dessus, la conception du quartier débute en 2022. Les premières simulations des performances du quartier sont réalisées en 2022 et 2024, alors que la RE2022 est en vigueur. Mais les lots de la phase 1, livrés seulement à partir de 2025, sont déjà tous soumis aux exigences supplémentaires de la RE2025 pour les lots 1 et 2 et de la RE2028 pour les lots 3 et 4. Ces lots bénéficient de la montée en compétence de la filière et de l'étoffement progressif de l'offre de construction bas carbone, dépassant probablement (mais cela reste incertain) les meilleures performances proposées par les simulations actuelles. Vraisemblablement, la phase 2 sera soumise à une réglementation environnementale nouvelle, encore inconnue, tout autant que le développement des techniques de construction bas carbone à cet horizon.*

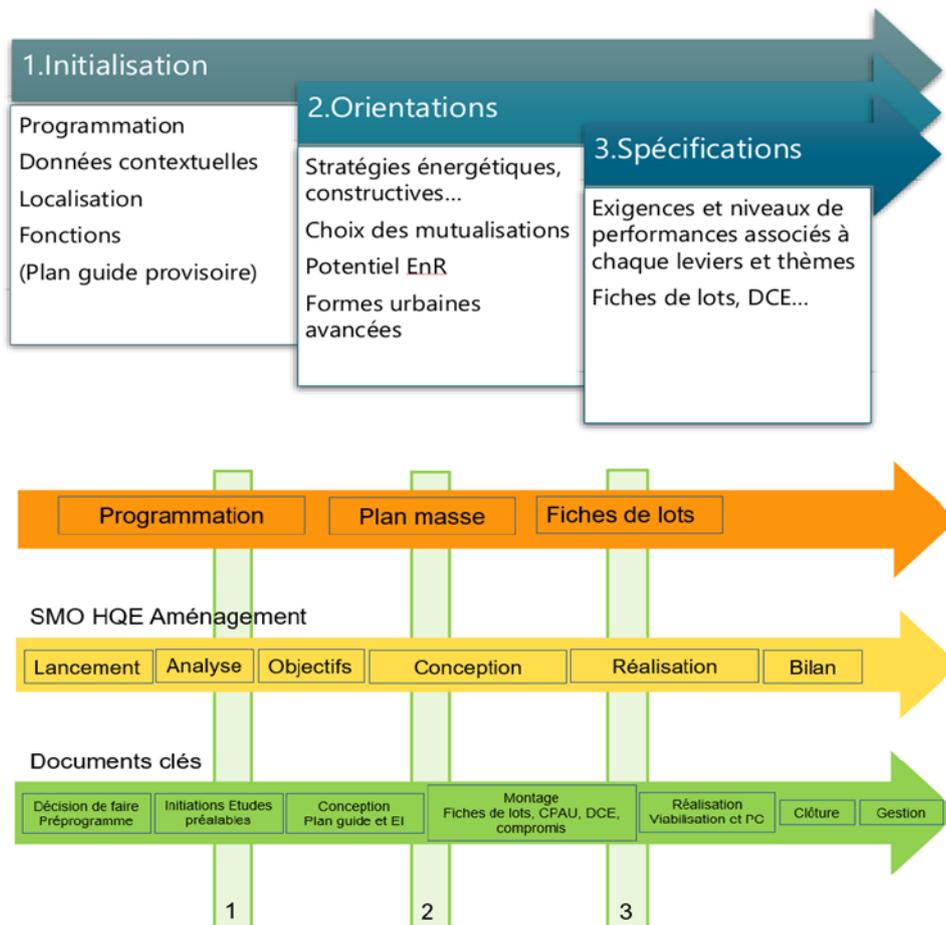
Ainsi, les bâtiments construits dans un quartier qui entrerait en phase de conception en 2022 seront probablement soumis à divers seuils de la RE2020 échelonnés entre 2025 et 2031, voire à la réglementation qui se substituera probablement à celle-ci au-delà. De plus, à un temps donné du projet, des objets d'avancement différents peuvent cohabiter dans le calcul de l'empreinte (ex : certains bâtiments livrés, d'autres en phase conception).

Dans cette optique, la Fiche Candidat utilisée pour agréger les émissions des différents contributeurs et soumettre le projet à l'organisme certificateur intégrera des éléments de temporalité (année de dépôt de PC ou livraison...), ainsi que de statut des valeurs selon qu'elles proviennent uniquement d'une simulation ou d'un calcul validé sur la base des métrés définitifs. Ces données permettront l'approfondissement futur de la question de la mise à jour des indicateurs et des seuils pour prendre en compte l'échelonnement dans le temps long du quartier. A ce titre, la première phase de déploiement sur des opérations réelles devrait permettre de tester l'application de la méthode sur des quartiers dans différentes temporalités.

## 2.2 Labélisation

### 2.2.1 Phases de labélisation

La méthode Quartier Energie Carbone identifie trois phases et les relie de la manière suivante à la production des études et à la réalisation du quartier.



Les phases de projet identifiées par la méthode Quartier Energie Carbone en regard du SMO de HQE Aménagement et des documents clés. Source : Méthode Quartier Energie Carbone

Le label BBKA s'appuie sur ces 3 phases en y ajoutant la livraison du quartier, pour définir des étapes de labélisation, qui correspondent à des moments clés dans le projet pour s'assurer que les bonnes questions ont été traitées et les bons leviers activés pour réduire l'empreinte carbone, puis pour s'assurer de l'application effective de ces leviers au sein du projet. Ces phases correspondent également à la production d'études techniques nécessaires à la quantification des émissions et de documents réglementaires ou courants délivrés au fil de la vie d'une opération d'aménagement, et qui pourront servir d'éléments de preuve pour la labélisation.

Les phases de BBKA Quartiers sont : Objectif BBKA (qui correspond à *Initialisation* dans la méthode QEC), Conception (qui correspond à *Orientations* dans la méthode QEC), Spécifications, Réalisation



## Objectif BCCA

Cette étape correspond à la phase *Initialisation* de la méthode QEC. Lorsque l'initiative est prise d'un projet d'aménagement, il est utile d'en tester rapidement la pertinence en croisant les orientations programmatiques et la localisation choisie avec les données territoriale. C'est à ce moment qu'il est souhaitable de tester des scénarios alternatifs fondamentalement différents en termes de programmation et/ou de localisation. En effet, ce sont les paramètres qui fixeront des volumes d'émissions importants, notamment ceux de la mobilité quotidienne. Les éléments d'évaluation carbone doivent alors être discuté au cours de la concertation.

Cette phase visant principalement à inscrire le projet dans une méthode exemplaire, elle ne comporte que des obligations de moyens et le respect des plafonds d'émission n'y est pas exigé. Il s'agit de réaliser l'évaluation carbone d'au moins 3 scénarios alternatifs de programmation et/ou localisation sur l'indicateur Ic\_quartier et/ou l'Empreinte habitant.

Cette phase pouvant intervenir, dans la chaîne de l'aménagement public, avant l'entrée en jeu de l'aménageur, la labellisation est demandée à l'initiative de la collectivité. Le projet est alors estampillé *Objectif BCCA*.

**Calendrier** : Simultanément à la création de la ZAC et à la validation de l'étude d'impact.

### Pièces :

- Fiche candidat
- Evaluation carbone quantitative d'au moins 3 scénarios alternatifs de programmation et/ou localisation sur l'indicateur Ic\_quartier et/ou l'Empreinte habitant
- Plan programme provisoire
- Note justifiant le projet au regard des besoin territoriaux et la cohérence du projet avec les documents de planification (dont PCAET)

### Eléments de preuve :

- Comptes-rendus et photos des séances de concertation mobilisant les études carbone
- Etude d'impact

## Conception

Cette étape correspond à la phase *Orientations* de la méthode QEC. C'est à ce stade, qu'est produit le plan du quartier et arrêté un programme, et que sont réalisées les principales études techniques (dont étude EnR, stratégie énergétique). Le rôle de la stratégie carbone à cette phase est de pousser les concepteurs à se poser les bonnes questions et à explorer les leviers d'aménagement de manière aussi efficace et exhaustive que possible.

### Pièces :

- Fiche candidat
- Evaluation Carbone (pré-ACV des bâtiments et espaces publics, simulation sur l'ensemble des contributeurs) sur les 5 indicateurs BCCA Quartier
- Plan masse
- Etude EnR/stratégie énergétique
- Etude mobilité

**Calendrier** : les simulations et l'accompagnement à la stratégie carbone ont lieu en même temps que sont réalisées le plan programme et informé par les études techniques.

### Eléments de preuve :

- Plan masse
- Etudes techniques
- Etude d'impact



## Spécifications

Cette étape correspond à la phase du même nom de la méthode QEC. Cette phase permet de s'assurer du chaînage des objectifs entre l'aménageur et les opérateurs immobiliers en intégrant des prescriptions permettant de sécuriser les niveaux de performance prévus dans l'évaluation. Le caractère prescriptif des documents est ici souligné.

### Pièces :

- Fiche candidat
- Evaluation Carbone actualisée sur les 5 indicateurs BBCA Quartier
- Fiches de Lots/Cahier de prescriptions incluant la prescription de labélisation BBCA pour les bâtiments concernés

**Calendrier** : à la sortie du cahier de prescription, avant la consultation des opérateurs immobiliers.

### Eléments de preuve :

- Documents prescriptifs (Cahier de prescriptions, Fiches de lots, PSV/CCCT, DCE)

## Réalisation

Il s'agit là de s'assurer de la réalisation effective des dispositifs de projets envisagés et de la tenue des objectifs. Cette phase pouvant intervenir après un délai important, la réflexion quant à la gestion de ce temps est en cours, notamment pour proposer des modalités de suivi, de *reporting* de conservation et classification des documents, adaptées à la rotation des équipes.

### Pièces :

- Fiche candidat
- Evaluation Carbone actualisée sur les 5 indicateurs BBCA Quartier
- Label BBCA des projets immobiliers labélisés
- ACV des bâtiments (fichiers de résultats RE2020, E+C-, RT2012)
- ACV des espaces publics

**Calendrier** : Au fil de la livraison des bâtiments et une dernière fois lorsque tous les bâtiments ont été livrés (et labellisés)

### Eléments de preuve :

- Label BBCA
- ACV des bâtiments (fichiers de résultats RE2020, E+C-, RT2012)
- ACV définitive des espaces publics

Les modalités devront être adaptées au fil de la labélisation des premiers projets, notamment pour envisager les procédures de révisions des documents (plan masse, études techniques...) ou du programme qui peuvent avoir lieu dans le cadre de ces projets au long cours.

La phase de livraison pouvant s'étirer sur plusieurs années, voire décennies pour certains projets, des contrôles intermédiaires sur les constructions livrées seront nécessaires pour maintenir la labélisation. Deux contrôles intermédiaires ne pourront être séparés par plus de 3 ans, ni par tranche de plus de 50 000 m<sup>2</sup>SDP livrés/à chaque réception de bâtiment.

Le détail des éléments de preuve par phase en lien avec les outils et méthodes de calcul du bilan carbone à mobiliser par phase est donné au sein du Tableau 7 Méthodes de calcul et preuves.



Figure 15 Récapitulatif des étapes de labélisation. Le logo de la phase Réalisation est représenté pour un avancement de 25% au dernier contrôle intermédiaire. L'obtention définitive du label intervient lorsque la complétion atteint 100%.

## 2.2.2 Critères de labélisation

### Niveaux de labellisation

Les critères à respecter pour atteindre chacun des trois niveaux de labélisation sont détaillés dans le tableau suivant :

Niveau	Exigences
<b>BBCA Quartier Standard</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les plafonds d'émissions de <b>Niveau 1</b> sont respectés sur les <b>5 indicateurs</b></li> <li>• Au moins <b>un bâtiment labélisé BBCA par usage</b> présent dans le quartier parmi les usages suivants : Résidentiel collectif neuf, Résidentiel collectif rénové, Bureau neuf, Bureau rénové.</li> </ul>
<b>BBCA Quartier Performant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le niveau BBCA Quartier Standard est atteint</li> <li>• Les plafonds de <b>Niveau 2</b> sont respectés sur <b>3 des 5 indicateurs</b></li> </ul>
<b>BBCA Quartier Excellent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le niveau BBCA Quartier Performance est atteint</li> <li>• Les plafonds de <b>Niveau 2</b> sont respectés sur les <b>5 indicateurs</b></li> <li>• Au moins <b>30% des surfaces</b> sont labélisées BBCA</li> </ul>

Tableau 2 Niveaux de labellisation

Sont considérés comme « innovants » les leviers de décarbonation qui ne sont pas quantifiés aujourd'hui par les outils listés au 2.4.1 Calculs.

## Plafonds d'émission par niveau

Les plafonds d'émissions sont les suivants :

	IcQ Viabilisation	IcQ Construction	IcQ Energie	IcQ Aménagement	Empreinte Habitant
Unité	kgCO <sub>2</sub> e/Useq/an	kgCO <sub>2</sub> e/Useq/an	kgCO <sub>2</sub> e/Useq/an	kgCO <sub>2</sub> e/Useq/an	kgCO <sub>2</sub> e/hab/an
<b>Niveau 1</b>	150	500	150	IAU 1 : 1000 IAU 2 : 1300 IAU 3+ : 1800	8
<b>Niveau 2</b>	100	400	110	IAU 1 : 700 IAU 2 : 1000 IAU 3+ : 1700	6,5

Tableau 3 Plafonds d'émissions

Le seul facteur de modulation des plafonds d'émission introduit dans les critères du label est l'Indicateur d'Aire Urbaine (IAU) qui caractérise le niveau de centralité d'une commune. La méthode de zonage des communes, qui s'appuie sur les aires urbaines de l'INSEE, est détaillée au sein de la méthode QEC (§3.3.1). IAU1 correspond à Paris, IAU2 aux Grands Pôles et à la banlieue parisienne, IAU3 à IAU7 au reste. Le classement de l'ensemble des communes par IAU est disponible dans le [tableau de valeurs par défaut](#) de la méthode QEC.

## 2.3 Leviers de décarbonation et bonnes pratiques

### 2.3.1 Liste de leviers identifiés

Une liste de leviers de décarbonation activables à l'échelle d'un quartier a été établie dans le cadre des groupes de travail BCCA Quartier (voir [Figure 21](#) en Annexe). Forcément non exhaustive, elle utilise la classification des contributeurs de l'empreinte habitant, indicateur le plus agrégé, pour prendre également en compte les leviers incitatifs, collectifs, et/ou relevant des habitudes d'usage.

A ce stade des connaissances avec les outils de modélisation disponibles, une partie seulement de ces leviers voient leur bénéfice quantifiable à l'échelle du quartier (il s'agit des leviers en couleur sur la [Figure 21](#)). Une sélection de trois leviers d'impact carbone important a été quantifiée à titre indicatif. Les résultats sont disponibles en annexes.

Voir également le paragraphe [Calculs](#) et l'annexe [Scénarios de référence](#) pour comprendre la capacité actuelle des outils utilisés pour la construction de la méthode BCCA Quartier à quantifier les leviers de décarbonation.

### 2.3.2 Dépasser les limites des outils : valorisation de nouveaux leviers

Les demandeurs du label BCCA Quartier peuvent ouvrir la voie à la quantification de nouveaux leviers bas carbone. Ces démarches peuvent par exemple être issues :

- de développements de nouvelles briques de calculs documentées ou d'amélioration des existantes (dont certaines sont opensource<sup>13</sup>)
- de retours d'expériences issues d'enquêtes terrain ou campagnes de mesure
- de modélisation statistiques basées sur des modèles socio-économiques ou issus de données publiques
- de simulations énergie-carbone-mobilité générées par des outils métiers et/ou spécifiques à un contexte local

<sup>13</sup> Voir notamment les calculateur d'empreinte carbone et de mobilité sur : <https://gitlab.com/eliioth>

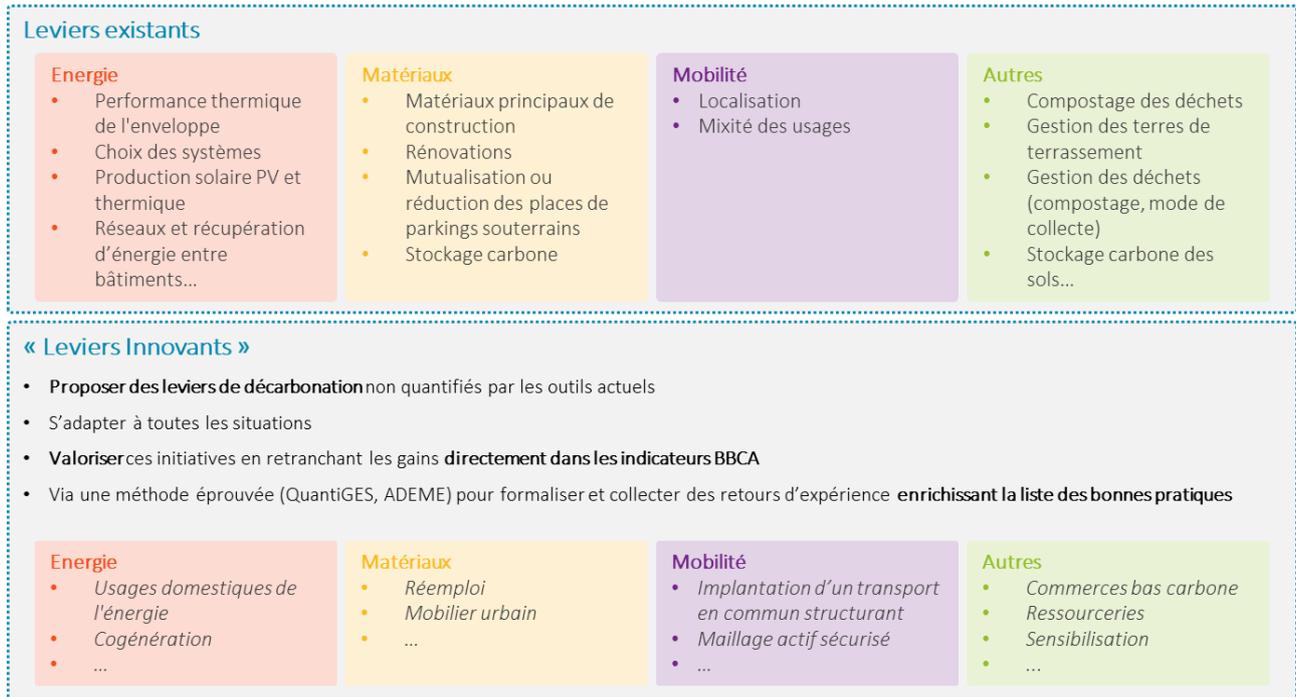


Figure 16 Quelques exemples de leviers de décarbonation quantifiés dans les outils actuels et de « leviers innovants », dont les méthodes de quantifications sont à proposer

Afin de favoriser ces initiatives et d'en proposer un cadre précis et transparent, BBCA Quartier a choisi de s'appuyer sur la méthode QuantiGES développée par l'ADEME pour le calcul des émissions évitées par la mise en œuvre d'une action, par rapport au scénario de référence pris en compte par les outils actuels (voir dans les annexes Scénarios de référence).

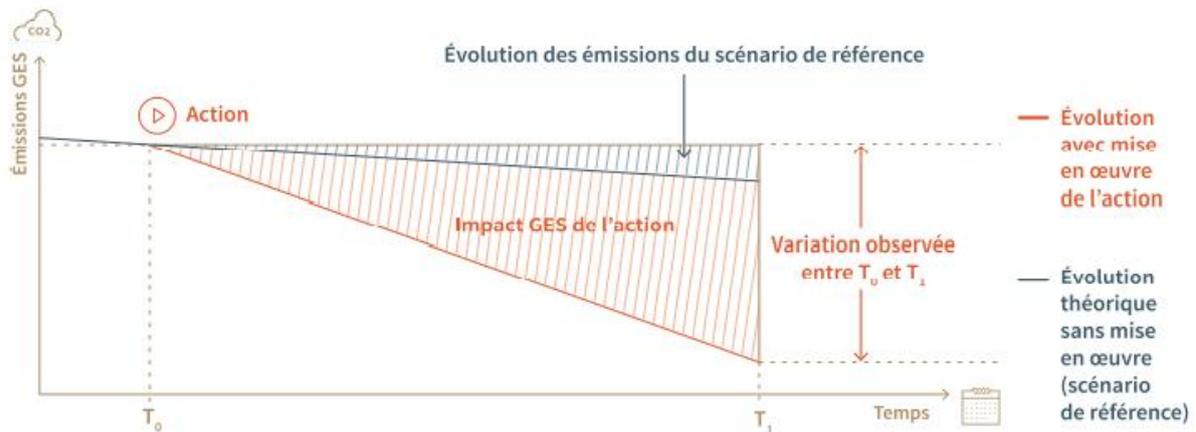


Figure 17 Principe de calcul des émissions évitées par une action. Source : Quanti GES

Cette méthode a déjà été utilisée à de nombreuses reprises par les acteurs de l'aménagement pour estimer l'impact de la mise en place d'agriculture urbaine dans un quartier, de valorisation des biodéchets, d'utilisation de béton de démolition en matériau de comblement, d'optimisation de l'éclairage public... Une liste plus complète est disponible sur le site de l'ADEME<sup>14</sup>.

<sup>14</sup>Voir des exemples de fiches QuantiGES réalisées sur : <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/ressource/fiche-action-list/index/siGras/1>.

QuantiGES permet de publier, dans une trame de document normalisée (les fiches QuantiGES, document Excel disponible sur le site de l'Ademe), l'analyse en 8 étapes ayant permis d'aboutir à un calcul d'émissions évitées par rapport un scénario de référence.



Figure 18 Les étapes de la méthode QuantiGES

Ces fiches participeront à la collecte des retours d'expérience pour faire progresser les méthodes de calcul à l'avenir et intégrer de nouveaux leviers aux logiciels d'évaluation et faciliter leur intégration à la stratégie bas carbone de quartiers à venir.

Les émissions évitées ainsi calculés sont alors retranchées des indicateurs carbone BBCA Quartier moyennant:

- la soustraction des émissions évitées de manière explicite au sein de la fiche candidat fournie dans le cadre de la démarche de labélisation
- une justification claire des indicateurs faisant l'objet d'une réduction des émissions basée sur le périmètre fonctionnel retenu pour le calcul QuantiGES et sa correspondance avec les contributeurs du bilan carbone aménagement
- une revue par une tierce-partie indépendante en complément de l'évaluation réalisée par le bureau d'étude/conseil présentant l'expertise sectorielle adéquate.
- la publication de la fiche QuantiGES correspondant au calcul sur le site de l'ADEME

## 2.4 Calculs et preuves

### 2.4.1 Calculs

L'évaluation de la performance carbone d'une opération d'aménagement telle que définie par le label BCCA Quartier nécessite de nombreuses simulations et de nombreux calculs ainsi que la manipulation de nombreuses données, rendant complexe la création de modèles fiables et complets.

Il est pertinent dans l'esprit des méthodes de bilan carbone de s'appuyer sur des données par défaut (cf. [2.4.1 Calculs](#)) pour obtenir rapidement un bilan avec des ordres de grandeurs corrects, puis de permettre d'affiner les chiffres, notamment lors du choix de solutions techniques spécifiques (ex : étude de dimensionnement d'un réseau de chaleur, études mobilité pour la mise en place de transports en communs ou de services...) si les études ad hoc peuvent être réalisées.

Dans le but de faciliter le travail de certification et d'en limiter le coût, il n'est pas souhaitable de multiplier les preuves demandées et les vérifications de la validité des modèles et hypothèses. Les quantifications s'appuieront donc sur une liste d'outils reconnus par l'association BCCA pour réaliser des évaluations de la performance carbone des opérations d'aménagement, sur base d'une calibration documentée face aux outils existants validés. Des valeurs par défaut sont ainsi mises à disposition par [la méthode QEC](#) pour une telle calibration.

#### Conditions de validité des outils

Les conditions que doivent remplir les outils permettant de quantifier les émissions d'un quartier candidats à la labélisation ont été définies et sont présentées dans le [Tableau 7](#).

UrbanPrint, développé par le CSTB et Efficacity, est le premier outil permettant les calculs pour l'obtention du label BCCA Quartier. C'est un outil en ligne d'aide à la décision permettant l'évaluation en analyse de cycle de vie (ACV) des impacts Énergie/Carbone et environnementaux d'un projet d'aménagement urbain en neuf, en rénovation ou mixte. Il permet d'accompagner la collectivité ou l'aménageur dans la définition d'objectifs ambitieux et chiffrés et de l'appuyer dans ses prescriptions aux promoteurs et constructeurs.

En savoir plus : <https://efficacity.com/quartiers-bas-carbone/nos-logiciels/urbanprint/>

Ces conditions doivent permettre à d'éventuels outils alternatifs de se développer et d'être mobilisés. Il est également imaginable, au prix de complexité supplémentaires dans le remplissage de la fiche candidat de combiner l'utilisation d'UrbanPrint comme base du calcul global avec des outils complémentaires répondant aux conditions de validité qui ils apporteraient une précision supplémentaire ou une meilleure pertinence dans le contexte particulier d'un projet.

Ainsi, le [Tableau 7 Méthodes de calcul et preuves](#), qui présente les conditions à respecter pour les calculs carbone sur les différents contributeurs, aux différentes phases, laisse entrevoir la possibilité d'effectuer le bilan de l'opération à l'aide de briques logicielles existant sur le marché et validées (STD, ACV...), dont les résultats seraient à assembler.

Ces résultats sont ensuite à renseigner dans une Fiche Candidat, qui permettra également la comptabilité en usager équivalent et la valorisation de nouveaux leviers (voir [2.3.2 Dépasser les limites des outils : valorisation de nouveaux leviers](#)) dans les indicateurs du projet.

## Valeurs par défaut

Des valeurs par défaut sont mises à disposition dans le cadre de la méthode [Quartier Energie Carbone](#) dans un tableur téléchargeable rassemblant l'ensemble des données par défaut pour chaque contributeur aux impacts d'une opération d'aménagement. L'objectif de ce travail est multiple :

- **Expliciter les modèles et bases de données sous-jacentes** à la méthode QEC et aux outils existants (UrbanPrint notamment)
- **Donner les ordres de grandeur de chaque sous-contributeur**
- **Paver la route à l'exploration de nouveaux leviers non quantifiables aujourd'hui**
- **Permettre la calibration de futurs nouveaux modèles** en fournissant une référence

Le tableur est organisé de manière à présenter l'ensemble des données par contributeur à l'impact d'une opération d'aménagement :

- Quartier
  - Bâtiment
    - Données Générales
    - Contributeur Produit de Construction et Equipement
    - Contributeur Energie
      - Contributeur Eaux
      - Contributeur Déchets
  - Espaces extérieurs
    - Données Générales
    - Contributeur Produit de Construction et Equipement
    - Contributeur Energie
    - Contributeur Eaux
    - Contributeur Déchets
    - Contributeur Chantier et Changement d'usage des sols
  - Mobilité
  - Empreinte habitant

A chaque contributeur ou thématique, plusieurs types de données et références sont rassemblées :

- Référence vers des modèles et outils externes,
- Référence vers des BDD externes (notamment Base Carbone, Base INIES)
- Données conventionnelles : Il s'agit de données qu'il est possible d'utiliser pour renseigner les paramètres des modèles de simulation. Il peut s'agir de données climatiques et celles relatives à l'occupation et l'usage des bâtiments ou encore de quantités de déchets ou d'eaux usées produites par usager.
- Données environnementales : Données présentant les résultats de l'ACV (ou du bilan carbone) d'un produit ou d'un service.

### 2.4.2 Preuves

Les preuves exigées à chaque phase sont listées dans les tableaux suivants et récapitulés dans la fiche candidat. Ces preuves sont à fournir en lien avec les calculs de bilan carbone fournis à chaque phase.

Le label BBCA Quartier mobilise majoritairement des documents usuels ou réglementaires, évitant ainsi de renchérir le coût du processus de labellisation.

CONTRIBUTEUR		Objectif BCCA
		Aménageur
<b>Eligibilité</b>	Preuves	Programme
<b>Transversal</b>	Calculs	Fiche candidat Calcul d'IcQ_Aménagement ou de l'Empreinte Habitant sur 3 scénarios
	Preuves	Plan programme provisoire Etude d'impact Comptes-rendus et photos de la concertation
<b>Energie</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	
<b>PCE / Bâtiment</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	
<b>PCE / Espaces ext.</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	
<b>Changement d'usage des sols</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
<b>0</b>	Preuves	
<b>Mobilité</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	
<b>Eaux</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	
<b>Déchets</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	
<b>Empreinte habitant</b>	Calculs	Ratios d'impact OU Méthode détaillée libre
	Preuves	

Tableau 4 Méthodes de calcul et preuves, phase Objectif BCCA

CONTRIBUTEUR		Conception
		Aménageur
<b>Eligibilité</b>	Preuves	Programme
<b>Transversal</b>	Calculs	Fiches candidat Accès au calcul UrbanPrint ou détail des calculs si méthode alternative
	Preuves	Plan guide ou document équivalent Etude d'impact et études techniques Si leviers innovants : Fiche QuantiGES
<b>Energie</b>	Calculs	Si performance visée pour l'ensemble des bâtiments est telle qu' $Ic_{\text{énergie}} < Ic_{\text{énergie,max,RE2020}}$ seuils 2025, méthode libre : Approche simplifiée : Ratio d'impacts (mis à disposition dans les valeurs par défaut QEC) OU Approche détaillée similaire aux exigences de la phase Spécifications  Si la performance visée est plus exigeante ( $Ic_{\text{énergie}} > Ic_{\text{énergie,max,RE2020}}$ seuils 2025 pour certains bâtiments), il faut fournir par une note succincte permettant de justifier le périmètre d'évaluation, la méthode, les hypothèses, les données utilisées, ainsi que la comparaison sur un cas test à UrbanPrint ou tout autre outil validé (moteurs RE2020 ou outil de SED validé par le test ASHRAE)
	Preuves	Si elle existe, étude de stratégie énergétique à l'échelle quartier et étude de potentiel ENR.
<b>PCE / Bâtiment</b>	Calculs	Approche simplifiée : Ratio d'impacts (mis à disposition dans les valeurs par défaut QEC) OU ACV détaillées des bâtiments faisant appel à des données INIES et avec par exemple ACV express du contributeur PCE faisant appel à des macro-composants.  Spécifications sur la présentation des résultats : séparation de l'impact des parkings, présentation des résultats par lots tels que définis par la RE2020 ( <a href="http://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/logiciels-a619.html">http://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/logiciels-a619.html</a> ) Spécifications sur les données d'entrées : quantité de produits par sous-lots et id des données INIES. Formats acceptés : excel, rsee, json.
	Preuves	
<b>PCE / Espaces ext.</b>	Calculs	Approche simplifiée : Ratio d'impacts (valeurs par défaut de la méthode QEC) OU ACV détaillées des espaces extérieurs avec par exemple ACV express du contributeur PCE faisant appel à des macro-composants.
	Preuves	
<b>Changement d'usage des sols</b>	Calculs	Approche détaillée : modèle ALDO ADEME ( <a href="https://www.territoires-climat.ademe.fr/aldo">https://www.territoires-climat.ademe.fr/aldo</a> ). Application selon Quartier Energie Carbone  Spécifications sur les données d'entrée et résultats : Surfaces par affectation avant et après projet
	Preuves	Plan masse
<b>Mobilité</b>	Calculs	Approche simplifiée via Urban Print ou Mobility ( <a href="https://gitlab.com/elieth/mobility">https://gitlab.com/elieth/mobility</a> ) OU Approche alternative : Etude mobilité et utilisation des facteurs d'émission issus de la Base carbone  Spécifications de périmètre pour l'approche alternative : mobilité quotidienne de tous les usagers (habitants + travailleurs), mobilité longue distance des habitants Résultats attendus : km parcourus/an par mode et par motif de déplacement des usagers du quartiers (habitants + travailleurs dans $Ic_{\text{Aménagement}}$ ; habitants dans l'empreinte ; visiteurs toujours exclus)
	Preuves	
<b>Eaux</b>	Calculs	Approche détaillée avec UrbanPrint OU Approche simplifiée construite à partir des valeurs par défaut de la méthode QEC OU La calculette eau de E+C- ou RBR (quand elle sera disponible)
	Preuves	
<b>Déchets</b>	Calculs	Approche simplifiée construite à partir des valeurs par défaut fournies par la méthode QEC OU Approche détaillée avec UrbanPrint
	Preuves	
<b>Empreinte habitant</b>	Calculs	Approche détaillée d'ACV Hybride couplant comptabilité carbone selon les méthodes exposées ci-dessus pour les postes Logement et Mobilité avec un modèle Tableau Entrée- Sortie ( <a href="https://gitlab.com/elieth/input_output">https://gitlab.com/elieth/input_output</a> ) pour les autres postes (Alimentation, Biens, Services)  Résultats attendus : Moyenne des empreintes habitant par poste (Logement, Mobilité, Alimentation, Biens, Services)
	Preuves	

Tableau 5 Méthodes de calcul et preuves, phase Conception

CONTRIBUTEUR		Spécifications	
		Aménageur	
<b>Eligibilité</b>	Preuves	Prescriptions de labélisation BBCA	
<b>Transversal</b>	Calculs	Fiches candidat Accès au calcul UrbanPrint ou détail des calculs si méthode alternative	
	Preuves	Plan masse Documents prescriptifs Si leviers innovants : Fiche QuantiGES	
<b>Energie</b>	Calculs	<p>Etude énergétique avec le calcul des besoins (de chaud, de froid, d'éclairage, etc.) de chaque bâtiment (ou de chaque état du bâtiment dans le cas d'un bâtiment existant rénové : état initial + état rénové)</p> <p>Spécifications : se fait dynamiquement (au pas de temps horaire) avec un outil (ou une collection d'outils et méthodes) de simulation thermique dynamique sachant répondre au cahier des charges suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prise en compte de la géométrie « 3D » (2D extrudée) pour la solarisation et les masques</li> <li>- Calcul des besoins horaires de chaud et de froid via une résolution thermique fine</li> <li>- Calcul des besoins horaires d'éclairage</li> <li>- Calcul des besoins énergétiques horaires en eau chaude sanitaire</li> </ul> <p>Outils disponibles sur le marché : Pleiades/COMFIE, Powerdis, CitySim, moteurs RE2020 (<a href="http://rt-rebatiment.developpement-durable.gouv.fr/logiciels-a619.html">http://rt-rebatiment.developpement-durable.gouv.fr/logiciels-a619.html</a>) ou outil de SED validé par le test ASHRAE</p>	
	Preuves	Documents prescriptifs (Fiches de lots, Cahier de prescription, Annexes aux PSV/CCCT) avec contrainte(s) sur les performances, émissions ou systèmes (par exemple obligation de raccordement à un réseau de chaleur)	
<b>PCE / Bâtiment</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves	<p>Documents prescriptifs (Fiches de lots, Cahier de prescription, Annexes aux PSV/CCCT) avec contrainte(s) sur les performances ou émissions.</p> <p>Spécifications :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suggestion : mettre en place un Cahier de Prescription Carbone ou intégrer un volet carbone au CPAUPET</li> <li>- la partie carbone des documents doit être prescriptive et intégré ou annexé aux PSV/CCCT</li> <li>- la partie carbone des documents doit contenir des valeurs ou référence à des labels ou normes performanciels (ex : BBCA, RE2020), qui permettent de justifier que l'objectif quartier sera bien atteint, en cohérence avec les calculs présentés</li> </ul>	
<b>PCE / Espaces ext.</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves	Cahier de prescription ou DCE avec contrainte(s) sur les performances ou émissions.	
<b>PCE / Espaces ext.</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves	Plan masse et plan des espaces publics	
<b>Mobilité</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves		
<b>Eaux</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves	Documents prescriptifs (Fiches de lots, Cahier de prescription, Annexes aux PSV/CCCT) avec contrainte sur la récupération des eaux de pluie	
<b>Déchets</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves	Documents prescriptifs (Fiches de lots, Cahier de prescription, Annexes aux PSV/CCCT) avec composteurs si prévus	
<b>Empreinte habitant</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente	
	Preuves		

Tableau 6 Méthodes de calcul et preuves, phase Spécifications

CONTRIBUTEUR		Réalisation
		Aménageur + Promoteur
<b>Eligibilité</b>	Preuves	Label BBKA des bâtiments labélisés
<b>Transversal</b>	Calculs	Fiches candidat Accès au calcul UrbanPrint ou détail des calculs si méthode alternative
	Preuves	Plan masse ACV définitives Si leviers innovants : Lien de publication des fiches QuantiGES
<b>Energie</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	Etudes énergétiques de chaque bâtiment si elles existent (RSET)
<b>PCE / Bâtiment</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	ACV définitive bâtiments neufs (RSEE RE2020, E+C-) et rénovés (si labellisés BBKA rénovation)
<b>PCE / Espaces ext.</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	ACV définitives. Facture sur les 10 produits les plus impactants
<b>PCE / Espaces ext.</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	
<b>Mobilité</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	
<b>Eaux</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	
<b>Déchets</b>	Calculs	
	Preuves	
<b>Empreinte habitant</b>	Calculs	Calcul actualisé, précision et justification du différentiel avec la phase précédente
	Preuves	

Tableau 7 Méthodes de calcul et preuves, phase Réalisation

### 3 APPLICATION DU REFERENTIEL

L'association BCCA pourra être sollicitée dans le cas de demandes de précisions, de dérogations et d'adaptation de la méthode, notamment pour les motifs suivants :

- Infrastructures publiques, telles que des parkings, desservant plus que les bâtiments du quartier, en identifiant cette part dans le poste, conformément à la méthode Quartier Energie Carbone
- Densification, augmentation de l'intensité d'usage, du nombre d'utilisateurs : si ces leviers sont activés en modifiant les occupations par défaut en post-process, la documentation de l'estimation précise du nombre d'utilisateurs par programme devra être fournie, et ce sur tous les usages (ne pas documenter les seules sur-densification mais également les sous-densification si elles existent).
- Raccordement à un réseau de chaleur existant carboné en voie de décarbonation
- Opération majoritairement ou exclusivement axée sur la rénovation qui pourrait avoir plus de facilité à atteindre de bonnes performances sur les produits de construction, mais plus de difficultés sur l'énergie d'exploitation ; un projet comportant une infrastructure importante pourrait être pénalisé par l'impact de celle-ci...
- Dérogation au critère de mixité, par exemple s'il est avéré qu'un quartier lui-même monofonctionnel apporte de la mixité dans un périmètre plus large.



# ANNEXES

## Usager équivalent

### Hypothèses de calcul

- Pour la surface par usager, des données de l'INSEE sur le logement et une moyenne des données de par IAU sur le reste

#### Surface par usager (employé ou habitant) [m<sup>2</sup>/usager]

	usager	MOYENNE	source
Maison individuelle	habitant	47.00	INSEE
Logement collectif	habitant	33.75	INSEE
Bureaux	employé	24.70	EMD complétée
Hôtel	employé	90.00	EMD complétée
Commerce	employé	105.78	EMD complétée
Supermarché	employé	89.90	EMD complétée
Etablissement public	employé	53.20	EMD complétée
Enseignement primaire	employé	116.55	EMD complétée
Enseignement secondaire	employé	62.85	EMD complétée
Université	employé	64.67	EMD complétée
Etablissement sportif	employé	55.78	EMD complétée
Hôpital	employé	38.00	EMD complétée
Parking	employé	-	EMD complétée
Autres	employé	51.71	EMD complétée

- Pour les ratios Ic\_énergie 2025, les seuils Ic\_énergie\_max\_moyen de la RE2020 2025 sont appliqués pour les logements collectifs et individuels, les bureaux, les établissements publics et l'enseignement primaire et secondaire, auxquels sont ajoutés des forfaits pour les usages non réglementaires. Les ratios carbone pour les autres usages non couverts par la RE2020 à ce jour (hôtel, commerces et autres lignes en jaune dans le tableau ci-dessus) sont estimés relativement au ratio du bureau sur la base de modélisations du CSTB.

Pour les ratios Ic\_construction 2025, les seuils Ic\_construction\_max\_moyen de la RE2020 2025 sont utilisés pour les usages couverts par la réglementation. Pour les autres, le ratio Ic\_construction du bureau est utilisé

### Coefficients d'usager équivalent par destination

	Surface par usager [m <sup>2</sup> /usager]	IC_énergie_max_moyen (RE2025) [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ]	IC_énergie + usages spécifiques (RE2025) [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ]	IC_construction_max_moyen (RE2025) [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ]	IC_RE2025 par usager sans modulation [kgCO <sub>2</sub> e/usager/an]	Coefficient d'usager équivalent Useq/Usager	Densité d'usagers équivalent [Useq/m <sup>2</sup> ]
Maison individuelle	47,0	160	232	530	716	1,00	0,021
Logement collectif	33,8	260	376	650	693	1,00	0,030
Bureaux	24,7	200	350	810	573	0,83	0,033
Hôtel	90,0		440	810	2249	3,25	0,036
Commerce	105,8		1098	810	4037	5,83	0,055
Supermarché	89,9		1108	810	3449	4,98	0,055
Etablissement public	53,2	200	364	810	1249	1,80	0,034
Enseignement primaire	116,6	140	169	770	2190	3,16	0,027
Enseignement secondaire	62,8	140	215	770	1238	1,79	0,028
Université	64,7		244	810	1363	1,97	0,030
Etablissement sportif	55,8		496	810	1456	2,10	0,038
Hôpital	38,0		435	810	946	1,37	0,036
Parking	-					0,00	
Autres	51,7		327	810	1176	1,70	0,033

Valeur extrapolées car non réglementées à date

Figure 19 : Définition du coefficient d'usager équivalent (les cases en jaune sont celles pour lesquelles la RE2020 n'a pas encore fixé de seuils)

## Méthode de définition des plafonds d'émission

12 quartiers réels ont été renseignés dans l'outil UrbanPrint et analysés. Afin de représenter un panel de situations suffisamment exhaustif, ces retours d'expérience sont complétés par des analyses de sensibilité autour de certains paramètres (mixité programmatique, desserte en transports en commun, densité urbaine...) et/ou de l'analyse paramétrique de quartiers génériques fictifs.

Pour chaque quartier, 3 scénarios sont simulés et comparés :

- Le scénario de projet, tel que renseigné à date et sensé décrire la conception actuelle des quartiers
- Le scénario "ref2025", contenant la même programmation et morphologie de quartier, à laquelle sont appliqués les performances théoriques RE2025 pour l'énergie, et RE2022 pour la construction.
- Le scénario "best", mobilisant sur la programmation et morphologie initiale, la meilleure combinaison possible de leviers de décarbonation tels qu'actuellement modélisables dans UrbanPrint (approche Shapley)

Les hypothèses de construction de ces scénarios sont détaillées en annexe.

Des tests de sensibilité ont été réalisés pour la fixation de seuils et d'éventuelles modulation sur chacun des 5 indicateurs proposés. La conformité des quartiers réels et fictifs aux seuils proposés a ensuite été analysée au regard des efforts fournis ou du contexte sur un grand nombre de déterminants, allant de la part de biosourcés au type d'aire urbaine, en passant par la part d'énergie fossile dans le mix énergétique ou encore la quantité de stationnement programmée.



Passage du label BBQA quartier – modélisation « projet »

Figure 20 Illustration de la démarche de recherche des plafonds d'émissions en fonction de l'évaluation des quartiers tests

Les plafonds d'émissions des indicateurs dominés par le contributeur bâtiment (IcQ\_Construction et IcQ\_Energie) s'appuient sur les orientations prises par le label BBQA Neuf.

## Scénarios de référence

### Référence

Le quartier de référence vise à refléter la pratique d'un quartier qui se conformerait aux standards du marché et de la réglementation à la date de simulation. Le quartier de référence conserve la même localisation (et le même usage initial des sols donc), le même programme et la même forme urbaine que le projet, mais avec des niveaux de performance « business as usual » ou respectant le minimum réglementaire.

Les principales caractéristiques des quartiers de référence dans la méthode Quartier Energie Carbone sont :

- Matériaux de construction :
  - o Mixte (bois-béton par exemple) pour les maisons individuelles dont la construction a lieu après 2025
  - o classique (béton, acier) sinon
- Performance énergétique visée selon la réglementation en vigueur fonction de la date du permis de construire du bâtiment (cf valeurs par défaut des enveloppes (U, ratio de surface vitrée...) de la méthode Quartier Energie Carbone) :
  - o Neuf RT2012 – niveau standard
  - o Neuf RE2020 – niveau d'isolation élevé (équivalent isolation label E1-E2 label E+C-)
  - o Rénovation : RT existant 2017
- Systèmes de production énergétique bâtiment selon la réglementation en vigueur fonction de la date du permis de construire du bâtiment:
  - o Neuf RT2012 (avant 2022) ou rénovation:
    - Chauffage : chaudière gaz condensation individuelle (maison) ou collective
    - Refroidissement : aucun dans le résidentiel, PAC dans le tertiaire
    - Eau Chaude Sanitaire : chaudière gaz individuelle (maison) ou collective
  - o Neuf RE2020 (seuils 2022) :
    - Chauffage : PAC électrique pour maison et chaudière gaz condensation pour logements collectifs
    - Refroidissements : aucun dans le résidentiel, PAC dans le tertiaire
    - Eau Chaude Sanitaire : Ballons thermodynamiques ou PAC collective ou double service
  - o Neuf RE2020 (seuils 2025) :
    - Chauffage : PAC électrique pour tous les usages résidentiels
    - Refroidissements : aucun dans le résidentiel, PAC dans le tertiaire
    - Eau Chaude Sanitaire : Ballons thermodynamiques ou PAC collective ou double service
  - o Ventilation : simple flux dans le résidentiel, double flux dans le tertiaire
  - o Eclairage : standard (sans détection de présence)
  - o Production solaire : aucune
  - o Pas de système de récupération d'eau de pluie
- Traitement des eaux usées : station d'épuration centralisée
- Collecte et traitement des déchets : porte à porte, tri des emballages et papiers, pas de collecte spécifique des déchets organique
- Gestion des terres de terrassement : export vers un site de stockage par voie routière (distances identiques au projet)
- Stratégie d'éclairage des espaces extérieurs : avec arrêt partiel la nuit, performance et densité standard des points lumineux.
- Usages des sols des espaces extérieurs (hors emprise au sol bâtiment donc) après travaux : parc mixte (50% des surfaces végétalisées, 50% des surfaces imperméabilisées).

Contexte : le contexte imposé par le programme/plan-masse est repris tel quel par le quartier de référence. Ainsi, outre la localisation géographique, les distances aux centres de traitement des déchets ou des gravats sont les mêmes que celle du quartier projet ainsi que la quantité de déblais et remblais renseignée dans le projet qui dépend du programme et non de la stratégie de mise en œuvre.

## Best

Le mode Best (ou Maximaliste) vise à refléter la pratique d'un quartier qui appliquerait l'ensemble des meilleures pratiques de décarbonation connues à la date de simulation et simulable à l'aide des outils existants. En effet, les outils actuels doivent encore intégrer de nouveaux leviers de décarbonation (voir 2.5 Leviers). Les quartiers simulés selon le mode « Best » devraient donc être légèrement moins performant que les meilleures pratiques qu'il est aujourd'hui possible d'atteindre mais représente une bonne évaluation du potentiel atteignable dans un contexte donné. Le quartier « Best » est obtenue par un calcul sur plusieurs centaines de combinaisons de leviers sur le projet.

Principaux leviers testés lors de la recherche du best :

- Performance thermique de l'enveloppe
- Système de ventilation des bâtiments
- Matériaux principaux de construction
- Mutualisation d'énergie entre bâtiment à échelle quartier (boucle tempérée)
- Mode de production principal pour le chauffage
- Système principal de chauffage
- Energie principale de chauffage
- Mode de production principal pour le froid
- Energie principale de refroidissement
- Système principal de refroidissement
- Mode de production principal pour l'eau chaude sanitaire
- Energie principale de production d'eau chaude sanitaire
- Système principal de production ECS
- Production solaire PV
- Fonction principale des espaces extérieurs
- Choix de rénovations des bâtiments existants
- Stratégie d'éclairage des espaces extérieurs
- Mode de traitement des déchets organiques
- Mutualisation ou réduction des places de parkings souterrains
- Gestion des terres de terrassement
- Mode principal de transport des terres de terrassement

## Exploration du bénéfice carbone associés à 3 leviers

Dans le cadre des travaux méthodologiques de définition de la méthode BBCA Quartier, des travaux exploratoires ont été menés sur 3 « nouveaux » leviers de décarbonation des quartiers, jugés « prioritaires » :

- **nouveaux = non facilement activables en tant que clique-bouton** dans les logiciels et moteurs de calcul actuels
- **prioritaires = leviers clés des stratégies carbone à l'échelle quartier**, et s'attaquant à des flux d'émissions significatifs, différents de ceux de l'ACV matériaux/énergie, et notamment à la mobilité, en mettant en lumière l'enjeu de l'étalement urbain, de la revitalisation des zones isolées etc...

Ils permettent par ailleurs de soutenir les orientations proposées pour le label BBCA Quartier : la création d'indicateurs multiples au périmètre croissant, séparant les ambitions sur la construction, l'exploitation et les usages du quartier, et permettant de personifier les efforts réalisés en les ramenant à l'utilisateur du quartier.

Ces 3 leviers, dont le bénéfice carbone vise ici à être exprimé par habitant du quartier, sont les suivants :

- mutualisation des parkings :
  - o au-delà de l'économie de matière, d'espace et d'émissions chantier et énergie associée à la diminution des surfaces de parking par rapport aux références nationales/PLU,
  - o quelles modifications statistiques des parts-modales et encouragement aux modes doux/commons entraînant la baisse de l'empreinte liées à la mobilité ?
- proximité aux transports en commun :
  - o lors du choix d'implantation d'un quartier, quelle amélioration de l'empreinte mobilité peut être statistiquement attendue d'un quartier rapprochant ses usagers d'une desserte en transports en commun ?
- mixité programmatique :
  - o quels bénéfices carbone sur la mobilité quotidienne associés la diminution des distances de transports offerts par une programmation mixte donnant accès à des emplois, services, équipements à proximité des logements ?
  - o à terme, quelle diminution de l'empreinte liée aux biens & services consommés par les habitants grâce à l'hébergement sur le quartier de bâtiments tertiaires bas-carbone ?

Pour ces 3 leviers, de premiers ordres de grandeur de la diminution de l'empreinte carbone par habitant ont été estimés. Ces travaux préliminaires auront pour suite :

- leur documentation à l'aide de QuantiGES : hypothèses, données, représentativité, couverture géographique, modèles, scénarios de références, incertitudes...
- leur implémentation dans la calculette BBCA Quartier, en post-process des sorties normalisées d'UrbanPrint
- leur intégration dans les moteurs de calcul, afin d'offrir le choix de l'activation de ces leviers à l'utilisateur lors de la modélisation

Si ces explorations se basent sur des données statistiques nationales et ne sont pas forcément représentatives d'une localisation spécifique, elles ont vocation à paver la route à l'intégration d'études mobilité plus avancées dans la conception de la stratégie carbone des opérations d'aménagement.

### Mutualisation des parkings

L'exploitation des données INSEE grâce au module [population](#), sous-jacent du calcul de l'empreinte habitant de la méthode Quartier Energie-Carbone, permet d'identifier la corrélation statistique entre la mise à disposition d'un emplacement de stationnement réservé aux ménages (« owned parking spot »), et leur taux de motorisation (number of cars per household), présenté ci-dessous pour une ville de banlieue :

## Motorisation des ménages selon la possession d'un emplacement réservé

(Source : Recensement INSEE 2018)

Résultat présenté pour une typologie de ville « Banlieue »

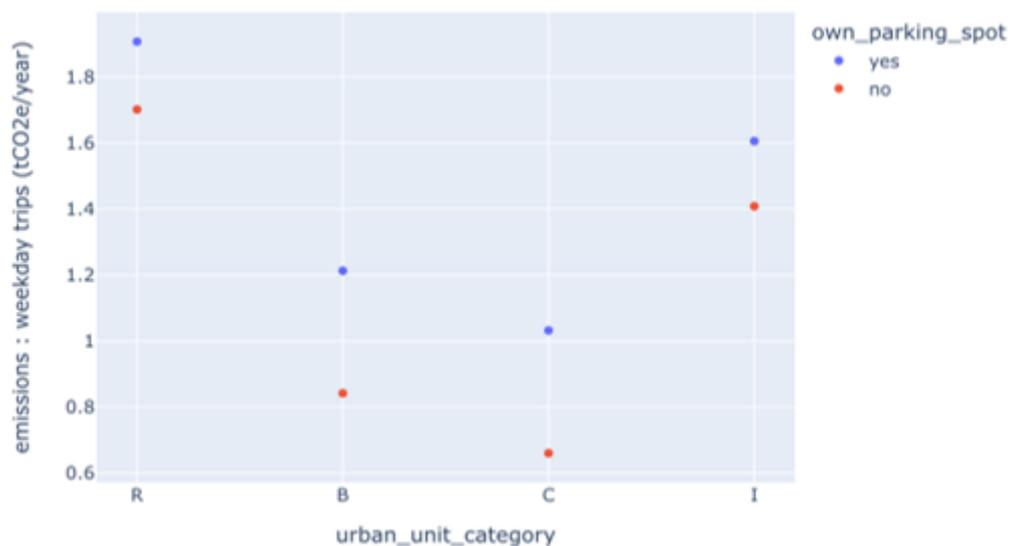


Démonstration du lien entre emplacement de parking réservé et possession d'une voiture selon la base de données du recensement de l'INSEE

Grâce au moteur de calcul *mobility*, utilisé pour le calcul de la mobilité dans l'empreinte habitant, il est alors possible de comparer les émissions de CO2 liés aux déplacements quotidiens d'échantillons de personnes possédant ou non une voiture (donc ayant ou non un emplacement de parking réservé) :

### Emissions annuelles liées à la mobilité quotidienne

par typologie de ville et possession d'un emplacement réservé  
(1000 individus tirés pour chaque point)



Utilisation du modèle *mobility*, pour étudier les effets sur la mobilité des personnes en fonction de leur possession d'un emplacement de parking réservé (donc de la variable « nombre de voitures »)

Légende : Catégories urbaines R (rural), B (banlieue), C (centre), I (isolé) d'après données INSEE

Pour chaque place de parking « supprimée » par la mutualisation, on observe donc un encouragement statistique à une moindre utilisation de la voiture générant une diminution des émissions de 200 à 400 kgCO<sub>2</sub>e/hab/an selon la catégorie urbaine.

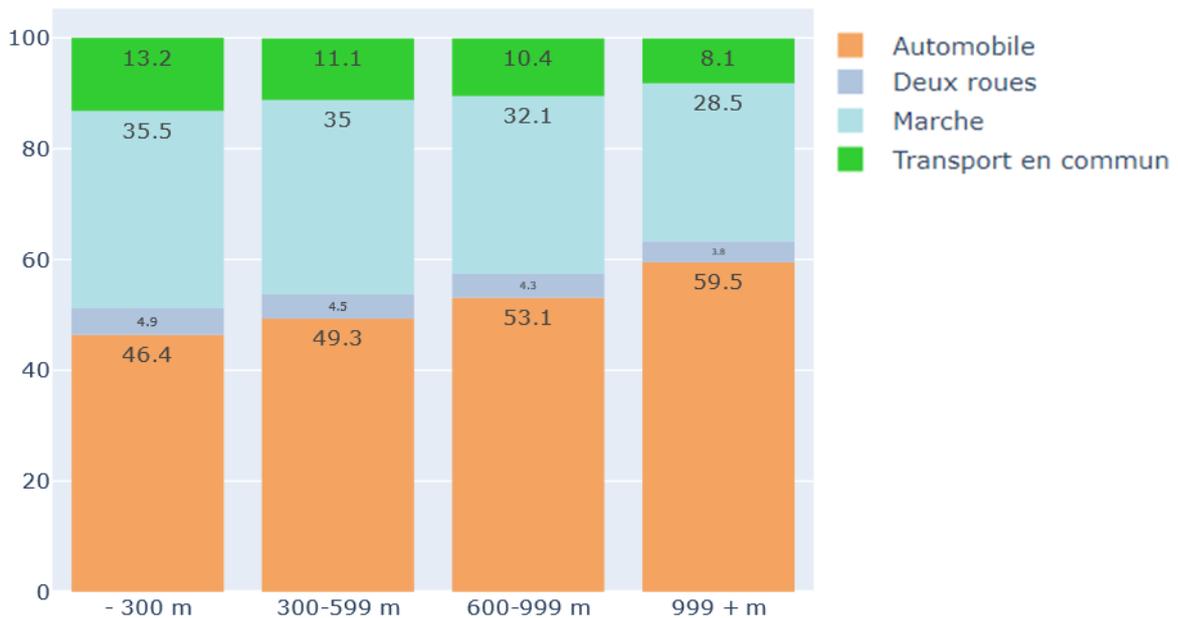
La diminution des places de parking attirées grâce à la mutualisation à l'échelle du quartier, donc la mise sous contrainte du parc automobile au profit de distances moindres et modes alternatifs, semble donc être un levier significatif à la main des aménageurs. Il doit cependant et évidemment rester conditionné à la mise à disposition d'une offre de mobilité alternative, services et équipements de proximité permettant une qualité de vie acceptable.

### Proximité aux transports en commun

L'exploration des résultats de l'Enquête Mobilité des Personnes (EMP 2018) grâce au moteur de calcul [mobility](#) permet d'établir un lien statistique, en zone dense a minima, entre la distance des ménages à un arrêt de transport en commun, leurs parts modales et les distances parcourues pour les déplacements quotidiens.

### Parts modales selon proximité aux TC, en mobilité locale semaine

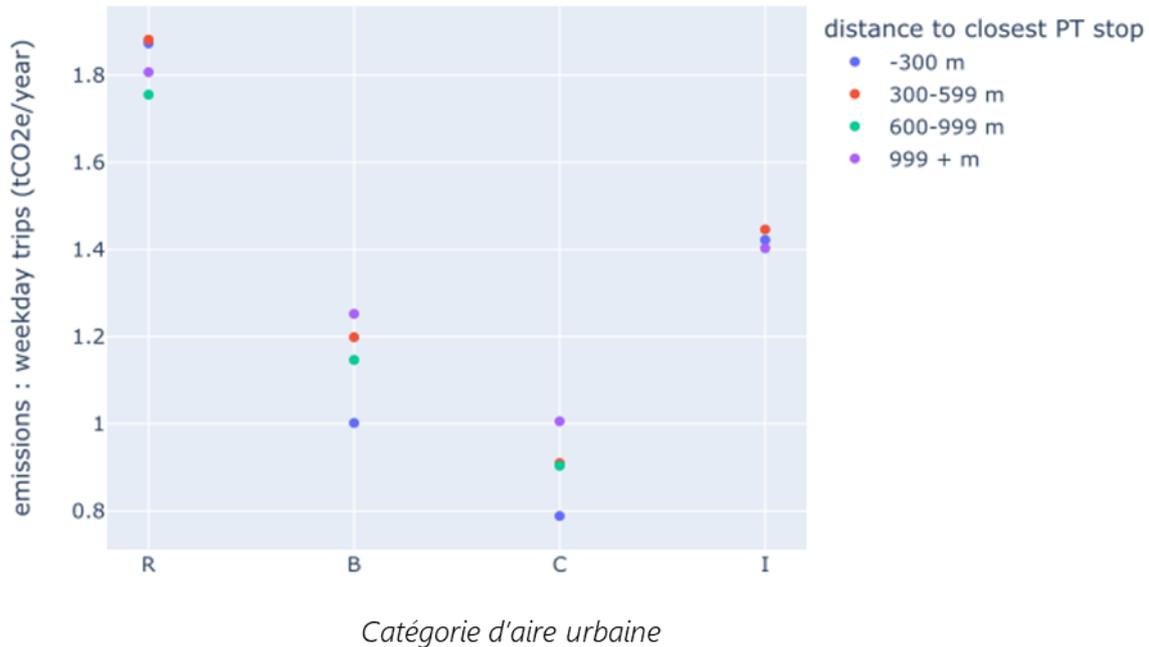
(Source : EMP 2018) Résultat présenté pour une typologie de ville « Centre »



*Distance à l'arrêt de TC le plus proche du domicile*

## Emissions annuelles liées à la mobilité quotidienne selon la proximité aux TC

(Source : EMP 2018)



Selon les catégories d'aire urbaine, on observe ainsi une diminution allant jusqu'à 200kgCO<sub>2</sub>e/hab/an lorsque l'on rapproche une population à moins de 300m d'un arrêt de TC. A l'inverse, l'implantation d'un nouveau quartier dans une ZAC mal desservie en TC peut générer dans certaines aires urbaines une augmentation de plus de 15 points de la part modale de la voiture par rapport à une zone mieux connectée, et donc la dépendance de sa population à des déplacements motorisés dont la décarbonation sera longue, coûteuse pour les ménages, incertaine et ouvragée.

Remarque : Indépendamment des leviers étudiés, on constate que les déplacements dus à la mobilité quotidienne engendrent significativement plus d'émissions en zone peu dense (villes de type rurales (R) et isolées(I)) qu'en zone dense, et que cela constitue en soi une information clé au moment du choix d'implantation des quartiers.

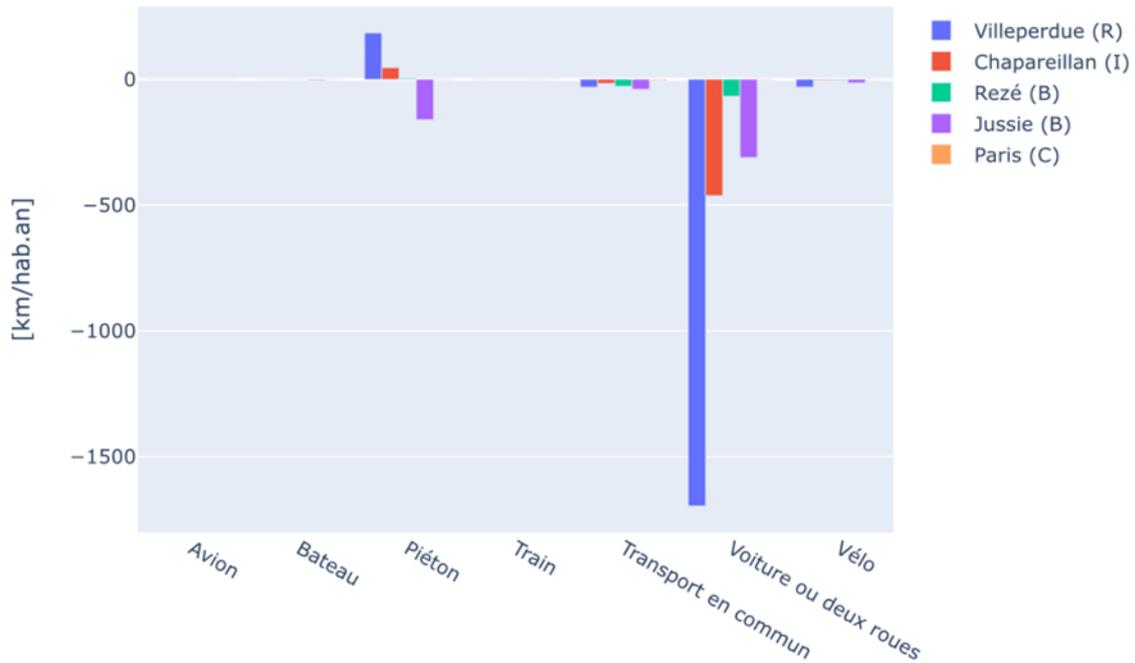
### Mixité programmatique

Grâce au moteur de calcul [mobility](#) et son modèle d'opportunité permettant de simuler la modification des habitudes de déplacements des personnes grâce à une meilleure proximité offre-demande en services / équipements / emplois, il est possible de comparer 2 quartiers théoriques aux extrêmes de la mixité programmatique : 1 quartier 100% résidentiel face à 1 quartier très mixte (logements, bureaux, commerces, écoles...).

L'étude porte sur les distances parcourues, les modes utilisés et l'impact carbone associé à la mobilité des personnes.

## Changements induits par la mixité [km/hab.an]

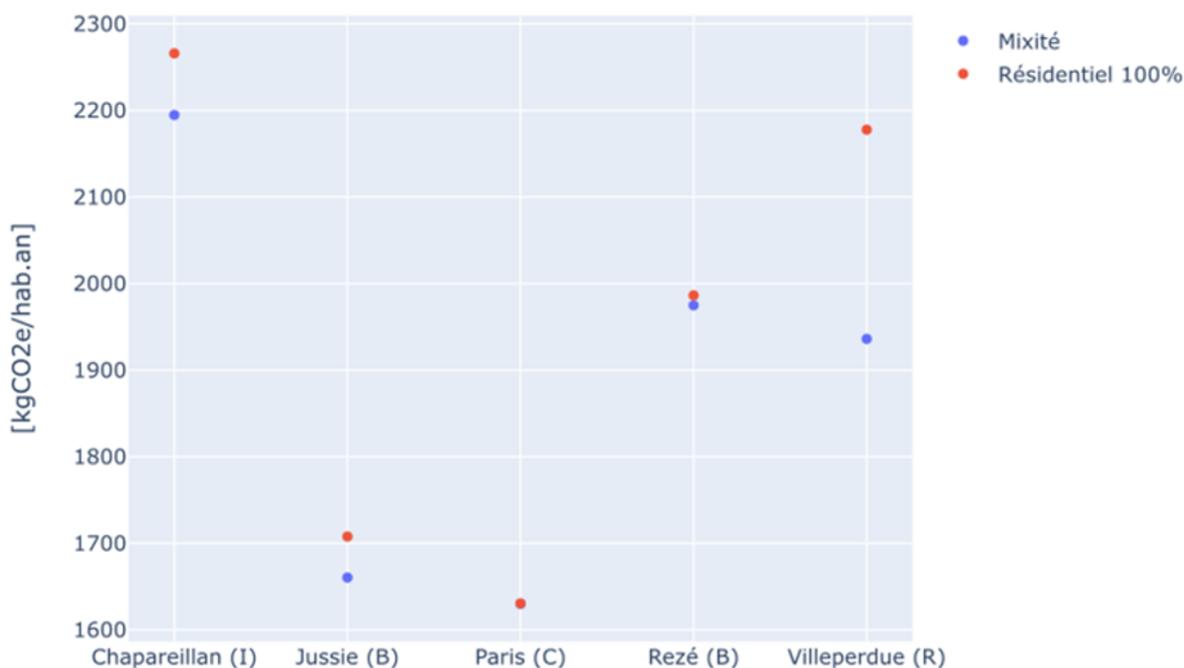
*Diminution des km parcourus par mode sur la mobilité locale grâce à l'offre locale de services selon le type d'aire urbaine*



Selon la catégorie d'aire urbaine considérée et la ville considérée (le modèle prenant en compte une part de contexte local grâce aux bases de données emplois et équipements de l'INSEE), on observe une diminution générale des distances parcourues par les habitants d'un quartier mixte par rapport à ces mêmes habitants dans un quartier 100% résidentiel. Notons qu'à Paris, ville mixte et peu motorisée par excellence, aucune amélioration notable n'est détectable par le modèle.

## Emissions annuelles par habitant [kgCO<sub>2</sub>e/hab/an]

*Diminution des émissions de GES liées à la mobilité selon la mixité*



En termes d'émissions de CO<sub>2</sub>, le choix de la mixité programmatique à l'échelle du quartier aura donc une influence très variable en fonction du contexte local. Dans une logique d'exemplarité carbone et de mise à disposition de lieux de vie propices à la transition des usages, cette étude préliminaire met donc en lumière l'intérêt potentiel des études de mobilité locale dès les phases amont de la conception d'un quartier résolument bas-carbone, au moment où se joue la programmation du quartier. Le choix du bon degré de mixité semble pouvoir influencer sur l'empreinte des futurs habitants à hauteur de quelques dizaines (voir centaines en zone rural) de kgCO<sub>2</sub>e/hab/an, ce qui est du même ordre de grandeur que le gain espéré par l'optimisation des mix énergétiques ou constructifs.

Remarque : Le gain carbone est le plus significatif en territoire peu dense (villes isolées (I) ou rurales (R)). Cela montre la pertinence de démarches favorisant la mixité programmatique au sein de ces territoires, telles que la revitalisation des centres-bourgs, et la limitation de l'étalement urbain lié aux lotissements pavillonnaires.

0.4 < X < 0.8 tCO <sub>2</sub> e/hab/an	1.3 < X < 2.5 tCO <sub>2</sub> e/hab/an	1.5 < X < 2.5 tCO <sub>2</sub> e/hab/an	0.6 < X < 1.1 tCO <sub>2</sub> e/hab/an	2.1 < X < 2.6 tCO <sub>2</sub> e/hab/an	Plage « typique » de l’empreinte moyenne simulée sur les quartiers
<p><b>CONSTRUCTION / ENERGIE</b></p> <p><b>Leviers aménageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production d'EnR</li> <li>• Rénovation</li> <li>• Minimisation des parkings</li> <li>• Choix constructifs</li> <li>• Matériaux extérieurs</li> <li>• Performance énergétique</li> <li>• Mutualisation énergétique &amp; réseaux de chaleur</li> <li>• Productions de chaleur bas-carbone</li> <li>• Appareils hydro-économes</li> <li>• Chantier (hors-site, déblais-remblais, transport fluvial...)</li> <li>• Raccordement des bâtiments existants</li> <li>• Mobilier urbain bas-carbone</li> <li>• Optimisation des réseaux urbains</li> <li>• Electroménager efficace, économe</li> <li>• Espaces partagés (buanderie, dortoirs, convivialité, télétravail, chambres d'amis...)</li> <li>• Cuisson domestique 100% électrique</li> <li>• Réemploi de matériaux, plateforme mutualisée</li> <li>• Base vie centralisée</li> <li>• Logistique de chantier mutualisée</li> <li>• Dépollution douce / insitu / phytoremédiation</li> <li>• Détection de fuites (eau, fluides frigorigènes...)</li> </ul> <p><b>Leviers incitatifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutualisation des parkings</li> <li>• Réversibilité / densité d'occupation</li> <li>• Coaching énergétique</li> <li>• Sensibilisation aux usages de l'énergie domestique (numérique, électroménager)</li> </ul>	<p><b>MOBILITÉ</b></p> <p><b>Leviers aménageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrification des parkings</li> <li>• Mixité des usages (offre emploi locaux)</li> <li>• Accès aux services de la vie courante</li> <li>• Localisation proche TC</li> <li>• Mutualisation des parkings</li> <li>• Mobilité hydrogène</li> <li>• Zone piétonne, parcours piéton</li> <li>• Zones à vitesse limité</li> <li>• Zones à faible émissions</li> <li>• Pistes cyclables</li> <li>• Pôles multimodaux</li> <li>• Vélos cargos</li> <li>• Modes ferrés/fluviaux</li> </ul> <p><b>Collectivité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécurisation des modes actifs</li> <li>• BHNS et bus électriques/hydrogène/biogaz</li> </ul> <p><b>Leviers incitatifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Locaux vélo généreux</li> <li>• Coaching mobilité</li> <li>• Offre/financement de mobilité partagée / électrique / douce</li> <li>• Espaces de télétravail</li> <li>• Espaces de coworking</li> <li>• Atelier de vente / réparation / échanges de vélo</li> </ul>	<p><b>ALIMENTATION</b></p> <p><b>Leviers aménageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostage</li> <li>• Programmation commerciale &amp; alimentaire</li> <li>• Potagers partagés</li> <li>• Cahiers des charges, baux verts</li> <li>• Suivi des fuites de fluides frigorigènes dans les commerces réfrigérés</li> <li>• Cuisson tertiaire 100% électrique</li> </ul> <p><b>Collectivité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversification de l'offre protéique en cantine</li> </ul> <p><b>Leviers incitatifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilisation / taux d'adhésion</li> <li>• Lutte contre le gaspillage (ex: frigos partagés)</li> <li>• Kit vrac à l'emménagement</li> </ul>	<p><b>BIENS DE CONSOMMATION</b></p> <p><b>Leviers aménageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Locaux repairshop</li> <li>• Programmation commerciale : fleamarket / friperie / ressourcerie</li> <li>• Fourniture de mobilier biosourcé/réemployé aux habitants/bureaux</li> <li>• Etude &amp; saisie chalandise alentour</li> <li>• Achat groupé/prêt d'équipements</li> </ul> <p><b>Leviers incitatifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boutiques écoresponsables</li> <li>• Monnaie locale</li> <li>• Equipements bas-carbone/réemployé à l'emménagement : ameublement, HIFI, électroménager...</li> <li>• Actions de sensibilisation (déchets, économie circulaire, ressource en eau, etc..)</li> </ul>	<p><b>SERVICES</b></p> <p><b>Leviers aménageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eclairage public</li> <li>• Démolition préalable</li> <li>• Artificialisation / CAS</li> <li>• Bâtiments tertiaires bas-carbone : mix énergétique et choix constructifs</li> <li>• Typologie de collecte / traitement des déchets + sensibilisation</li> <li>• Gestion &amp; traitements des EU</li> <li>• Gestion des terres / dépollution</li> <li>• Etude &amp; saisie services alentour</li> <li>• Compensations écologiques</li> <li>• Intensification 'temporelle' de l'usage des locaux tertiaires aux heures creuses</li> <li>• Optimisation des linéaires de réseaux</li> <li>• Traitement par bamboueraie/bioremediation des EU</li> </ul> <p><b>Leviers incitatifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eclairage incitatif / éducatif « couleur carbone »</li> <li>• Aménités locales : divertissement, balade, récréation, tourisme...</li> </ul>	<p><b>AUTRES</b></p> <p><b>Leviers aménageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préservation du bâti / infra existant</li> <li>• Désartificialisation, augmentation du CBS</li> <li>• Développement des filières locales (matériaux, alimentation...)</li> <li>• Programmation ciblée par profils de ménages (étudiants, séniors, ...)</li> <li>• Morphologie, compacité</li> <li>• Dispositifs d'effacement énergétique (ex: voltalis)</li> </ul> <p><b>Leviers incitatifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Building-as-material-bank / DOE du carbone</li> <li>• Plateforme de réemploi local</li> <li>• Chantier participatif</li> <li>• Ateliers de sensibilisation sur l'empreinte (INVBC, MyCO2) ou fresques</li> </ul>

Figure 21 Liste de leviers de décarbonation des développements urbains par poste de l'empreinte habitant. Les items en couleurs représentent les leviers de premier ordre aujourd'hui quantifiables dans les outils de calculs. Les leviers en gris sont des suggestions issues des groupes de travail, qui restent à quantifier.



