RÉFÉRENTIEL ÉNERGIE ET BAS CARBONE POUR LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

RENNES MÉTROPOLE

Référentiel et outils de suivi

Version du 19/09/22

ALTO STEP | AUXILIA | VPEAS

Rennes Ville et Métropole

SOMMAIRE

Glossaire..... 4

1. Pourquoi un référentiel énergie bas carbone ?..... 6

1.1. Un référentiel en lien avec les enjeux nationaux et internationaux..... 7

1.2. Les enjeux de l'aménagement et de la construction bas carbone..... 8

1.3. Le carbone dans le bâtiment..... 9

1.4. Les objectifs du PCAET de Rennes Métropole..... 11

2. Application du référentiel..... 14

2.1. Organisation du référentiel..... 15

2.2. Application et mise en œuvre du référentiel..... 16

3. Ambitions et objectifs Energie – Carbone..... 19

3.1. Echelle aménagement..... 21

3.1.1. Opération d'aménagement neuf mixte..... 22
Démarche globale..... 24
Matériaux..... 27
Energie..... 29
Mobilité..... 33
Nature des sols..... 35

3.1.2. Opération d'aménagement économique..... 36
Démarche globale..... 37
Matériaux..... 40
Energie..... 42
Mobilité..... 46
Nature des sols..... 48

SOMMAIRE

3.2. Echelle bâtiment..... 50

3.1.1. Bâtiments de logements..... 51
Démarche globale..... 52
Matériaux..... 54
Energie..... 55
Mobilité..... 58
Nature des sols..... 59

3.1.2. Bâtiments de bureaux..... 60
Démarche globale..... 61
Matériaux..... 63
Energie..... 64
Mobilité..... 67
Nature des sols..... 68

3.1.3. Bâtiments d'activités 69
Démarche globale..... 70
Matériaux..... 71
Energie..... 72
Mobilité..... 75
Nature des sols..... 76

4. Critères et indicateurs de suivi 77

Bibliographie..... 79

Guide méthodologique à destination des aménageurs et des concepteurs 86

GLOSSAIRE

ACV	Analyse de Cycle de Vie
AMO	Assistance à la Maitrise d'Ouvrage
AVP	Avant Projet
BBCA	Bâtiment Bas Carbone
Bbio	Besoin Bioclimatique
BET	Bureau d'Étude Technique
CBS	Coefficient de Biotope par Surface
CCCT	Cahier des Charges de Cession de Terrain
Cep	Coefficient d'énergie primaire
CLT	Cross Laminated Timber ou Bois Lamellé Croisé
CO2	Dioxyde de Carbone
ECS	Eau Chaude Sanitaire
Eges	Indicateur des Emissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie
EnR	Énergie Renouvelable
EnR&R	Énergie Renouvelable et de Récupération
eqCO2	Équivalent en dioxyde de carbone
GAEP	Guide Aménagement des Espaces Publics
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat
HQE	Haute Qualité Environnementale
HT	Hors Taxe
IC	Indice carbone
ITE	Isolation thermique par l'extérieur
ITI	Isolation thermique par l'intérieur
kWh	Kilowatt-heure
MOA	Maîtrise d'Ouvrage
MOE	Maîtrise d'Oeuvre
MWh	Mégawatt-heure
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PAEDC	Plan d'Action en faveur de l'Energie Durable et du Climat
PLH	Programme Local de l'Habitat
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
RCU	Réseau de Chaleur Urbain
RE 2020	Règlementation Environnementale 2020
RT 2012	Règlementation Thermique 2012

GLOSSAIRE

SDP	Surface De Plancher
SHON	Surface Hors Oeuvre Nette
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
STD	Simulation Thermique Dynamique
SU	Surface Utile
VRD	Voirie et Réseaux Divers
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
ZAE	Zone d'Activités Économiques

1 Pourquoi un référentiel énergie bas carbone ?

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

Un référentiel en lien avec les enjeux nationaux et internationaux

Dans le contexte climatique actuel, la conclusion du dernier rapport AR6 du GIEC publié en août 2021 est préoccupante :

"Le climat que les générations actuelles et futures vont connaître dépendra des émissions à venir. Leur réduction rapide limitera les changements. A l'inverse, continuer sur notre lancée conduira à des bouleversements plus importants, plus rapides, qui affecteront progressivement toutes les régions du monde, et auxquels nos sociétés ne sont pas préparées. Certains changements dureront des siècles ou des millénaires : nos choix d'aujourd'hui auront des conséquences pendant très longtemps."

Il existe donc un réel enjeu, dès aujourd'hui, de réductions de nos émissions. A titre indicatif, en France le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) pèse pour 45 % dans la consommation d'énergie finale en 2016 (source: ADEME). Il est donc urgemment nécessaire de **changer le mode constructif et énergétique** des nouveaux bâtis. Selon le GIEC, il nous faut émettre moins de 800 milliards de tonnes de CO2 pour une augmentation de 2 °C à l'horizon 2100. Le secteur de la construction est susceptible d'émettre plus de la moitié (470 milliards de tonnes de CO2) sur cette même période. La part du bâtiment dans la participation à la lutte contre le réchauffement climatique est donc de première importance, comme le souligne également Jean Jouzel, climatologue et glaciologue, ancien vice-président du GIEC :

"Il est essentiel que le secteur de la construction, au sens large, participe de façon très active à la lutte contre le réchauffement climatique. Cela ne se fera pas sans lui, tant au point national qu'international."

Dans la perspective de bâtiments plus respectueux de l'environnement, la nouvelle SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone) prévoit une **décarbonisation quasi-complète du secteur du bâtiment d'ici 2050**. Dans cette perspective, la future mise en application de la RE2020 qui n'est plus une règlementation thermique mais une règlementation environnementale participera à l'obtention de cet objectif, mais n'amènera une réelle évolution des pratiques qu'à partir de 2025, voire 2028. **Le présent référentiel se donne pour mission d'expérimenter dès aujourd'hui les leviers de réduction des émissions de carbone et d'économie d'énergie les plus impactants et de développement des énergies renouvelables.**

Un référentiel en accord avec les enjeux climatiques globaux

Face à ces problématiques globales, la rédaction de ce référentiel participe à l'effort nécessaire à la réduction des GES dans le secteur du bâtiment. La création de ce référentiel par la Métropole de Rennes s'inscrit dans une dynamique à une échelle plus locale dans laquelle d'autres métropoles, comme Lille (avec le Référentiel Lille Bas Carbone), Orléans (avec le référentiel Ville Durable) ou encore Nice (avec le référentiel Nice Écovallée Qualité) **à échelle de l'aménagement** sont déjà inscrites. Bordeaux (Bâtiment Frugal Bordelais) et le Grand Lyon (Habitat Durable 2022) ont également des référentiels **à échelle du bâtiment.** Les objectifs et les méthodes d'application de ces documents diffèrent selon les villes, mais chacun d'entre eux aborde le sujet du carbone et de l'énergie.

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

Les enjeux de l'aménagement et la construction bas carbone

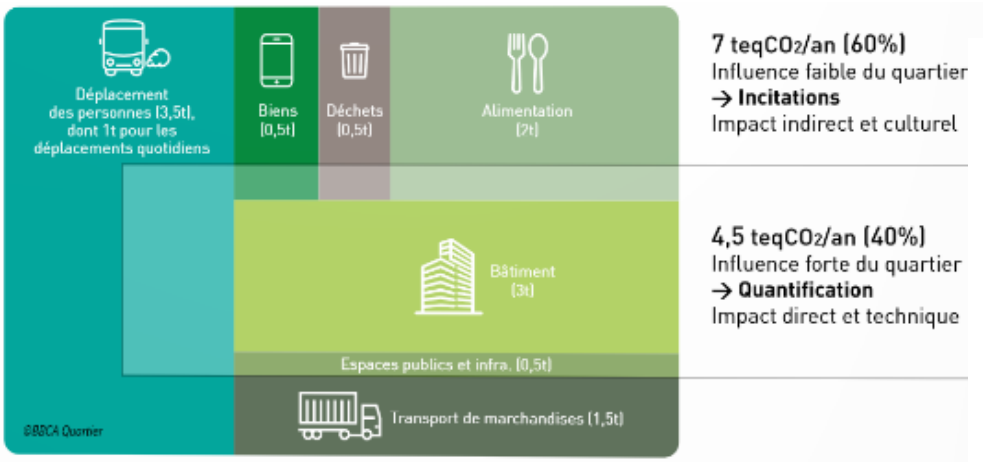
Le secteur du bâtiment est le principal responsable des émissions de gaz à effet de serre en France. Le résidentiel totalise, à lui seul, 27% de ces émissions. Réduire ces impacts est donc primordial.

A l'échelle du quartier, le cadre bâti (bâtiment et infrastructures) et les transports, en particulier les déplacements quotidiens du domicile au travail (1tCO2eq/hab/an pour ces déplacements uniquement), pèsent lourdement. Il est estimé que 4,5t CO2e/an, soit **40% des émissions** carbone moyennes d'un français dépendent des choix d'aménagement (construction, exploitation durant la « vie » du bâtiment, mix énergétique, implantation, urbanisme, infrastructure, offre de services, mixité des usages…) selon l'association BBCA.
Réduire l'empreinte carbone des quartiers, liées à la construction des bâtiments et à l'aménagement des espaces publics est donc un levier très important pour diminuer l'empreinte carbone des français.

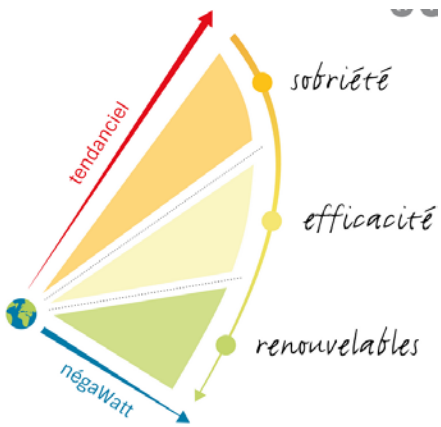
Par conséquent, le bâtiment se trouve aujourd'hui au cœur des ambitions de la **Stratégie Nationale Bas Carbone** (SNBC).
La **Réglementation Environnementale RE2020**, applicable dès le 1er janvier 2022 pour les logements, évolue vers la prise en compte de l'impact carbone du bâtiment sur tout son cycle de vie, l'impact du mix énergétique (réduction des consommations et augmentation de la part des énergies renouvelables) depuis les différentes réglementations thermiques. Ces deux thématiques, énergie et matériaux, sont au cœur de ce référentiel.

Toute la filière de l'aménagement devra prendre un tournant bas carbone en travaillant aussi bien la sobriété énergétique selon la démarche Négawatt illustrée ci-dessous, que l'utilisation de matériaux biosourcés. **Rennes Métropole souhaite contribuer activement à cet enjeu en élaborant ce référentiel, à vocation de prescriptions pour les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre.**

A l'échelle du territoire, le projet est également soumis à des documents cadre, tels que le PCAET, PAEDC, le PLUi, le PLH, le PDU, le GAEP, le guide de la récupération des eaux pluviales, ou encore la certification NF HQE des logements. Il revient à chaque projet de respecter la hiérarchie des documents d'urbanisme ou cadres locaux, dont ce référentiel n'a pas vocation à se substituer. Ainsi, le référentiel EBC peut se montrer plus ambitieux sur certaines thématiques, mais en l'absence de précision, il convient de se référer aux documents réglementaires supérieurs. ou cadres, notamment sur la gestion de l'eau et la biodiversité.



Source: Manuel Construire Bas Carbone à l'usage des décideurs, association BBCA



Source: association Négawatt

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

Le carbone dans le bâtiment

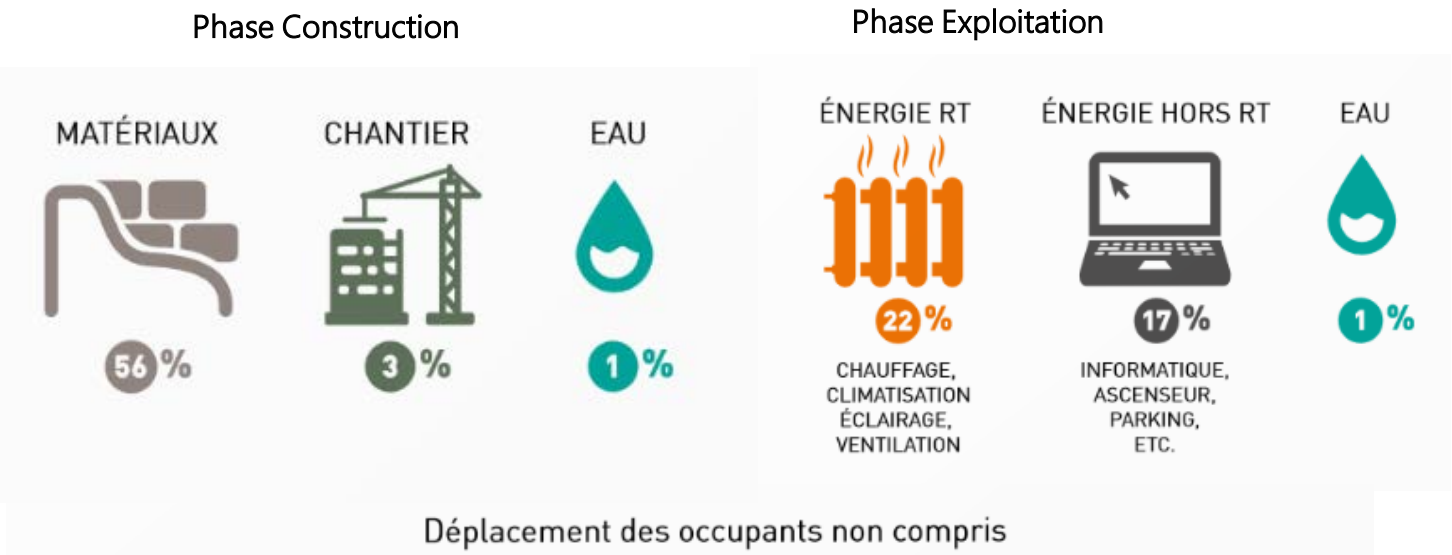
Le bâtiment est émetteur de carbone à chaque phase de son cycle de vie :

- En phase de **construction**, avec la fabrication des produits et équipements, leur acheminement et leur mise en œuvre ;
- En phase **d'exploitation/gestion** durant toute sa durée de vie avec les émissions liées à la consommation énergétique (chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire , éclairage, ventilation, etc.) ;
- En **fin de vie** avec le réemploi, le recyclage ou encore l'élimination des différents matériaux qui le composent.

Les différentes réglementations thermiques ont permis des progrès significatifs dans les émissions carbone induites par la phase exploitation. Un immeuble conforme à la réglementation thermique 2012 (RT2012) consomme en **moyenne neuf fois moins d'énergie qu'un bâtiment construit en 1974**.

Si ce travail sur la performance énergétique a permis de réduire les consommations énergétiques et les émissions carbone à la phase exploitation, il est aussi nécessaire **d'améliorer le bilan carbone du bâtiment sur tout son cycle de vie** (construction et exploitation sur 50 ans).
Une fois le bâtiment construit, ces émissions « grises » ont majoritairement eu lieu et il n'est plus possible des les éviter ou de les réduire, contrairement aux émissions liées à l'énergie.

Empreinte carbone d'un bâtiment neuf par poste:



*Résultat du test HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 bureaux et logements collectifs pour une construction neuve dont la performance thermique est supérieure ou égale à la RT.

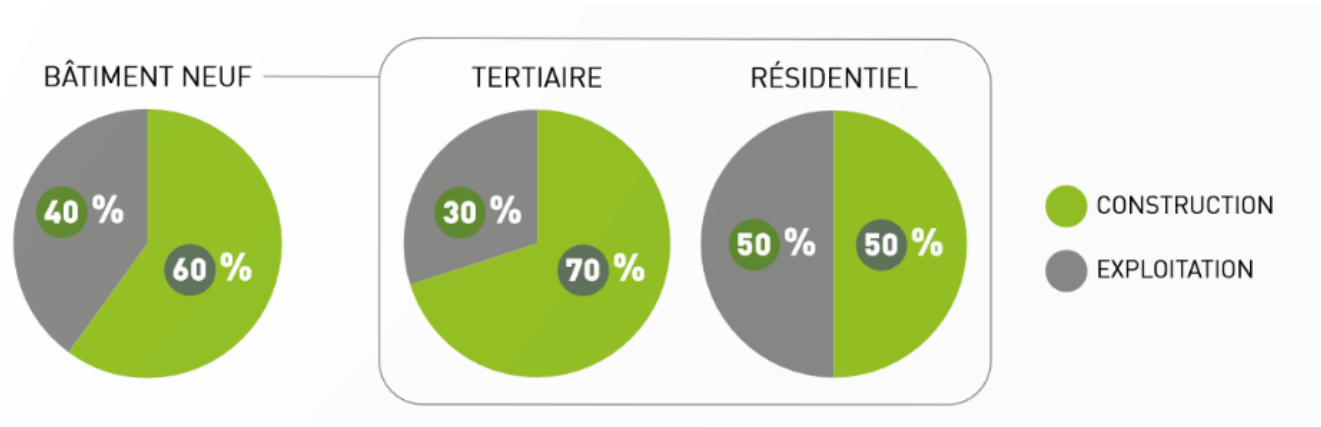
Source: Manuel Construire Bas Carbone à l'usage des décideurs, association BBCA

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

Le carbone dans le bâtiment

Pour une construction neuve : Part des EGES sur un cycle de vie de 50 ans

1m² de bâtiment neuf construit = ENVIRON 1,5t de CO2 émis sur 50 ans (source: BBCA)



Source: Manuel Construire Bas Carbone à l'usage des décideurs, association BBCA

Nota : La différence de répartition du poids carbone entre résidentiel et tertiaire s'explique par des bâtiments tertiaire plus complexes (climatisation, VMC complexe, GTB/GTC, dispositifs anti-incendie, faux plafonds acoustiques et techniques, faux planchers techniques, façades très vitrées…) qui pèsent sur le poids carbone des matériaux de construction et qu'on retrouve moins dans les bâtiments résidentiels.
Par ailleurs, en tertiaire l'énergie consommée est beaucoup plus d'origine électrique (majoritairement décarbonée en France) qu'en logement.

Pour une rénovation : Part des EGES sur un cycle de vie de 50 ans

1bâtiment existant = ENVIRON

3t de CO2 émis sur 50 ans
sur sa seule exploitation énergétique
(source : BBCA)

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

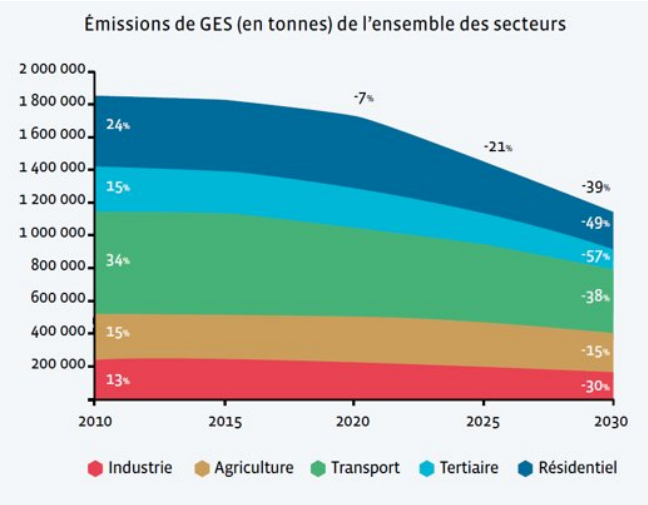
Les objectifs du PCAET de Rennes Métropole

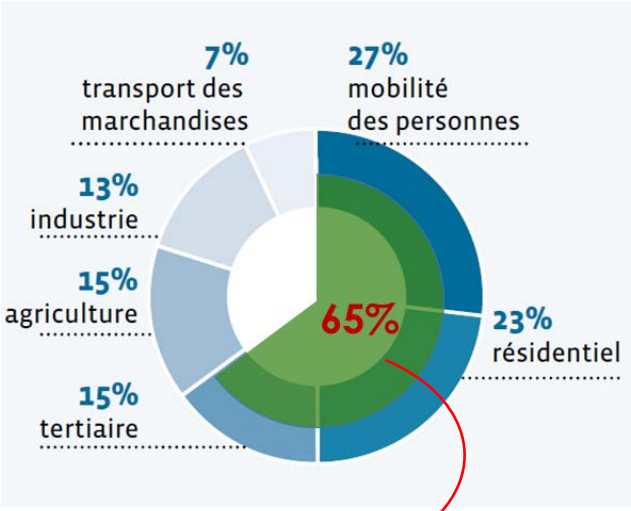
Le Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) est un document réglementaire et un outil de planification qui a pour but d'aider les territoires à fixer des objectifs en faveur d'une atténuation du changement climatique, d'un développement des énergies renouvelables et d'un maîtrise des consommations énergétiques.

Le PCAET 2019-2024 de Rennes Métropole a été établi dans l'objectif de diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre (GES) par habitant. L'aménagement de la métropole concerne 65% des émissions à réduire. Ce référentiel vient accompagner les efforts à mettre en œuvre à l'échelle de l'aménagement pour rendre effective cette réduction.

Le PCAET: Une feuille de route pour diviser par deux les émissions de GES par habitant

En 2010, sur le territoire de Rennes Métropole, les émissions de gaz à effet de serre étaient évaluées à **1,9 Million de tonnes** équivalent CO_2 répartis comme suit.





Leviers concernés par le référentiel

Son plan d'actions vise des **objectifs** ambitieux pour 2030 sur les compétences qui concernent le champ d'application de ce référentiel.

Aménager, construire et rénover en intégrant les objectifs de neutralité carbone et ZAN:

- Encourager les constructions sobres, performantes, résilientes et bas carbone en anticipant les réglementations (bâtiments passifs et positifs, matériaux bas carbone (biosourcés, réemploi…), smartgrids)
- Tripler l'usage des énergies renouvelables et de récupération
- Rénover 25% des surfaces de bâtiments tertiaires – 2030
- Rénover 6000 logements privés par an

Transport

- Réduire le trafic routier de 10% - 2030
- Un parc 100% bus propre – 2030
- 85% de voyage supplémentaire sur le réseau STAR - 2030

Déchet

- Atteindre 100% des déchets valorisés

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

L'enjeu : Concilier la création de logements dans la métropole rennaise pour accueillir de nouveaux arrivants, avec la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le territoire rennais est particulièrement attractif et accueil chaque année 5 000 nouveaux arrivants. La vacance des logements est plutôt faible sur le territoire et le marché immobilier est tendu. La construction de nouveaux logements neufs est donc un impératif sur le territoire. L'enjeu de ce référentiel est de réduire l'impact carbone de cette production de logements, tout en l'adaptant au changement climatique local et en l'approvisionnant en énergies renouvelables.

Ce référentiel répond à
3 objectifs opérationnels :

- Établir un nouveau standard de construction Bas-Carbone, adapté à la transition énergétique et au changement climatique local
  Le référentiel doit présenter des objectifs les plus opérationnels possibles pour faciliter son utilisation et une évaluation permettant de mesurer les standards de qualité carbone et environnemental des opérations à Rennes Métropole.

- Disposer d'un outil simple et opérationnel
  La simplicité de l'outil et son adaptabilité à un maximum d'opérations seront parmi les principaux facteurs de réussite du référentiel. Aussi, il a été choisi de distinguer seulement 10 indicateurs facilement évaluables.

- Rassembler les acteurs en suivant les principes de l'urbanisme négocié
  L'élaboration du référentiel a impliqué les partenaires publics et privés durant 6 ateliers. L'objectif est de renforcer la coopération entre les acteurs la construction pour tendre plus efficacement vers des objectifs communs de réduction des impacts carbone et environnementaux de la construction sur le territoire de la métropole de Rennes.

5 Orientations de transition énergétique et écologique pour l'aménagement urbain et la construction neuve des bâtiments :

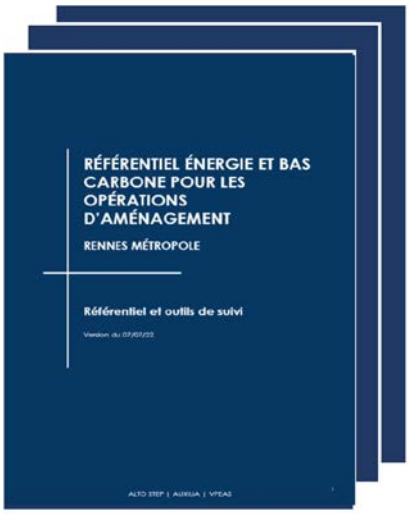
- Sobriété énergétique et foncière
- Modes constructifs employant des matériaux bio-sourcés et bas carbone
- Approvisionnement en énergies renouvelables en circuit court
- Adaptation au nouveau climat local
- Résilience aux évolutions d'usages, d'occupation et de mobilité

Pourquoi un référentiel énergie - bas carbone ?

L'élaboration du référentiel

Les propositions, recommandations et prescriptions du référentiel, détaillée dans la section 3 sont issues d'un diagnostic mené sur les pratiques Energie-Carbone mises en œuvre sur 11 ZAC métropolitaines ou communales, complété par un cycle d'ateliers et de Groupes de Travail menés en 2021 avec des acteurs rennais de l'aménagement. Ce référentiel a vocation à fixer des ambitions pour la réalisation des opérations d'aménagements et des projets de construction afin de rendre opérationnelle la trajectoire et les objectifs du PCAET de Rennes Métropole à horizon 2030 en matière de constructions neuves.

- Objectifs du PCAET
- Diagnostic de 11 ZAC du territoire
- 6 ateliers avec des acteurs locaux
- REx d'opérations locales
- Pilotage transversal par des GT techniques et des Coordinations élus



Les objectifs présentés et déclinés dans la section 3 ont été retenus pour permettre la mise en œuvre des enjeux et ambitions. Ils doivent permettre :

- - **A l'échelle des opérations d'aménagements** et tout au long de leur processus, de renforcer la conception bioclimatique, la préservation des qualités écologiques des sols, la réduction de l'impact carbone des espaces publics, ainsi que le développement des énergies renouvelables locales mutualisées et des mobilités décarbonées.
-
- **À l'échelle des bâtiments,** de concevoir et construire des bâtiments sobres, bas carbone, résilients, performants énergétiquement et adaptés aux évolutions du climat local, en anticipant les seuils de la RE2020 et en garantissant leur performance dans le temps.

2

Application du référentiel

Organisation du référentiel

Le référentiel est composé de **5 sections thématiques, sélectionnées pour leur impact dans la réduction des émissions carbone** :

- Démarche globale
- Matériaux
- Energie
- Mobilité
- Nature des sols

Il s'applique aux **acteurs suivants** :

- Aux aménageurs à l'échelle de l'opération d'aménagement
- Aux maîtres d'œuvre et d'ouvrage à l'échelle du programme de construction

Le référentiel concerne 2 échelles d'intervention: aménagement et bâtiment. Les ambitions mises en œuvre par l'aménageur sont retranscrites à l'échelle aménagement et les ambitions relevant de la MOA/MOE bâtiment sont retranscrites à l'échelle bâtiment.

Il est décliné par **typologie d'opération** :

- Opérations d'aménagement mixtes (logements et bureaux)
- Opérations d'aménagement économique
- Bâti résidentiel
- Bâtiments de bureaux
- Bâtiments d'activité économique

Il adopte une **approche spécifique pour chaque typologie de bâti**

Les exigences du référentiel sont également adaptées selon que les projets concernent une opération d'aménagement ou un programme de construction portant sur du logement, des bureaux, de l'activité économique, ou encore une typologie mixte.

Il comporte chaque fois **deux niveaux d'ambition** :

NIVEAU RÈGLEMENTAIRE
à partir de 2022

1 SOCLE COMMUN
Ambitions généralisables s'appliquant à l'ensemble des opérations de la métropole rennaise.

2 PERFORMANCE
Niveau d'ambition supérieur, pour aller plus loin, en fonction des enjeux spécifiques de chaque opération.

Le référentiel se décline en **7 objectifs stratégiques**, détaillés dans la section 3.

Application du référentiel

Des exigences opérationnelles à 2 niveaux de performance :

Les 5 thématiques du référentiel se déclinent en exigences opérationnelles réparties selon deux niveaux : un niveau « Socle » rassemblant les actions qui s'appliquent systématiquement à tous les projets, et un niveau « Performance » comprenant des actions plus ambitieuses qui s'appliquent au choix de chaque projet.

- L'atteinte du Socle Commun est obligatoire pour les aménageurs et les constructeurs engagés sur les opérations portées par la Ville de Rennes et Rennes Métropole.

→ Les exigences du socle commun correspondent à un ensemble d'engagements qui sont déjà partiellement pratiqués et respectés par les acteurs ciblés, et dont la généralisation puis la standardisation apparaissent comme des urgences au regard des enjeux immédiats de réduction des émissions de GES, d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

→ Dans cette première version du référentiel, il n'est pas pour l'instant prévu d'aide financière en cas de respect du Socle Commun.

- En complément et sur chaque opération d'aménagement ou de construction, l'aménageur, via son AMO et/ou sa MOEU, pourra ensuite choisir les niveaux Performances à aller chercher, pour aller plus loin dans la performance Energie – Bas Carbone, en fonction des enjeux propres à chaque opération.

→ Dans le cadre de la version initiale du référentiel (2022), il n'est pas défini de minimum à atteindre en matière de critères «Performance » à respecter.

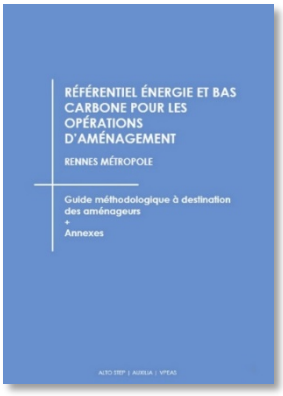
→ À ce titre, ce second niveau d'engagement dans la performance environnementale des opérations constitue un guide des priorités de la collectivité pour répondre aux objectifs du PCAET, sur lequel pourra s'appuyer tout porteur de projet volontariste. S'il reste incitatif, son respect est fortement encouragé et sera valorisé à l'étude des projets.

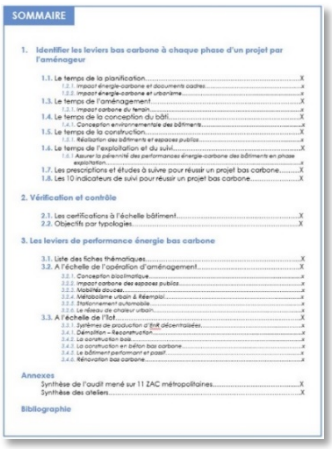
NIVEAU RÈGLEMENTAIRE à partir de 2022	1 SOCLE COMMUN Ambitions généralisables s'appliquant à l'ensemble des projets de la métropole rennaise.	2 PERFORMANCE Niveau d'ambition supérieur, pour aller plus loin, en fonction des enjeux spécifiques de chaque opération. *Evolution possible du socle commun dans le cadre d'une mise à jour du référentiel.*

Application du référentiel

Le Guide Méthodologique : un outil d'aide à la mise en œuvre pour les porteurs de projets

Rennes Métropole accompagne les porteurs de projet dans la mise en œuvre de son référentiel. Elle lui associe **un Guide Méthodologique**, à destination des aménageurs et des concepteurs pour les aider à traduire, dans les opérations, les ambitions du référentiel.
Construit de manière pédagogique, il détaille des bonnes pratiques à chaque étape du projet d'aménagement, présente clairement les modalités de vérification et de contrôle et décrit des leviers de performance énergie bas carbone à l'échelle de l'opération d'aménagement et de l'îlot.





Partie Aménageurs

Partie Concepteurs

Une méthode de conception collaborative permanente

Afin de faciliter l'appropriation du référentiel, une représentation graphique a été réalisée.

Sur la base d'un processus classique de ZAC, elle représente chronologiquement les actions EBC (études et arbitrages) à mener et les étapes clés de gouvernance des ambitions énergétiques et bas carbone, depuis leur définition (dans les décisions de création, de réalisation, et les processus d'attributions des délégataires, urbanistes et maîtres d'ouvrages des bâtiments), puis leur maintien ou nécessaire actualisation dans le temps long de l'urbanisme (suivi des engagements contractuels, nouveaux arbitrages en phase de réalisation), jusqu'à leur capitalisation et évaluation en phase d'exploitation.

Les outils de capitalisation et d'évaluation sont en cours de réflexion.

Cette frise opérationnelle articule ainsi les jalons d'opération impactés par le respect des ambitions du référentiel. Elle a vocation à être utilisée par les chargés d'opération et à être ajustée aux spécificités de chaque opération, et à prendre en compte les futures évolutions du référentiel.

➔ Elle est consultable via ce lien et détaillée dans le Guide

Application du référentiel

Exemplarité et ilots-tests bas carbone

Les retours d'expérience concernant l'îlot passif demandé dans chaque ZAC par le PLH 2015 – 2020 (orientation 3, action 14) sont **positifs.**

Le référentiel Energie Bas Carbone de la Métropole de Rennes maintient donc le principe d'un îlot-test sur chaque opération d'aménagement afin **d'encourager les expérimentations et de créer du retour d'expérience**.

Cet îlot test concerne **tout type d'opération de bâtiment** : logements, bureaux et activités.

Cette prescription vient **complémenter le respect des objectifs du Socle Commun et le niveau Performance présentés dans le chapitre 3 du présent référentiel.**

3 thématiques au choix peuvent être explorées dans le cadre de l'îlot-test, avec les niveaux de performance suivants :

- ✓ Sobriété énergétique → niveau Passif. Dans la continuité de l'îlot-test en vigueur dans le cadre du PLH, il s'agira de poursuivre l'expérimentation afin **de gagner en expérience et en structuration de filières** pour **démocratiser ce niveau de performance énergétique** et **mieux en maîtriser le coût.**

- ✓ Performance carbone des matériaux de construction → niveau IC construction 2031. Pour cela, la mise en œuvre de matériaux à faible impact carbone : matériaux biosourcés, terre crue, matériaux de réemploi… devra être massifiée. Cet objectif a vocation à **préfigurer les principes constructifs bas carbone de demain** et **encourager le développement des filières locales de matériaux bas carbone**.

- ✓ Optimisation de l'approvisionnement en énergie renouvelable (chaleur et électricité) → Mettre en œuvre une boucle d'auto-consommation collective de l'électricité renouvelable produite sur la ZAC.

Le périmètre et le niveau de performance de la thématique faisant l'objet d'un îlot test dans une ZAC est à réaliser en **concertation entre la collectivité dans le cadre de ses politiques publiques, son aménageur et la maîtrise d'œuvre urbaine**, au regard du contexte du projet et des atouts et contraintes de chaque îlot.

3

Objectifs Energie Bas Carbone

Les objectifs pour répondre aux enjeux

7 Objectifs	Principales exigences associées
DEMARCHE GLOBALE **Évaluer l'impact carbone** des opérations d'aménagement pour aider à la décision	Analyses d'impact en Cycle de Vie des opérations d'aménagement pour optimiser les choix d'aménagement, les performances des bâtiments, et anticiper la réversibilité des ouvrages et l'évolution des usages.
Garantir les performances Énergie Bas Carbone et leur suivi dans le temps	Compétences et mission de suivi de la performance Énergie et Carbone des opérations d'aménagement Missions de commissionnement bâtiments
MATÉRIAUX **Réduire l'impact carbone des matériaux**	Viser le seuil 2025 de la RE2020 Inciter à la mise en œuvre de matériaux bas carbone (label bio-sourcés) et de réemploi
ÉNERGIE ET ADAPTATION AU CLIMAT LOCAL **Réduire les consommations énergétiques** en exploitant les apports solaires et **Anticiper les évolutions du climat local**	Besoin bioclimatique renforcé par rapport à la RE2020 (Bbio - 10 %) Simulations pour garantir 2h d'ensoleillement Certification passive des bureaux Confort d'été : Multi-orientation des logements; Protections solaires extérieures; Contrôle par STD et études d'Îlots de Chaleur Urbains
Articuler les consommations énergétiques avec la **production locale d'ENergies Renouvelables**	Renforcer les études d'approvisionnement en ENR&R et mettre en œuvre les taux d'ENR définis en envisageant des mutualisations énergétiques
MOBILITÉ **Augmenter la part modale des mobilités douces** et favoriser l'accès au transports en commun	Desserte et adaptation des locaux Densification des constructions autour des TC Mutualisation du stationnement véhicule
NATURE DU SOL **Limiter l'imperméabilisation**	Étude d'imperméabilisation des sols avec plusieurs scenarios ambitieux Mise en œuvre des préconisations retenues.

3.1 A l'échelle des opérations d'aménagement

3.1.1 Opérations d'aménagement mixte (comprenant plusieurs typologies de bâtiments) : logements et bureaux

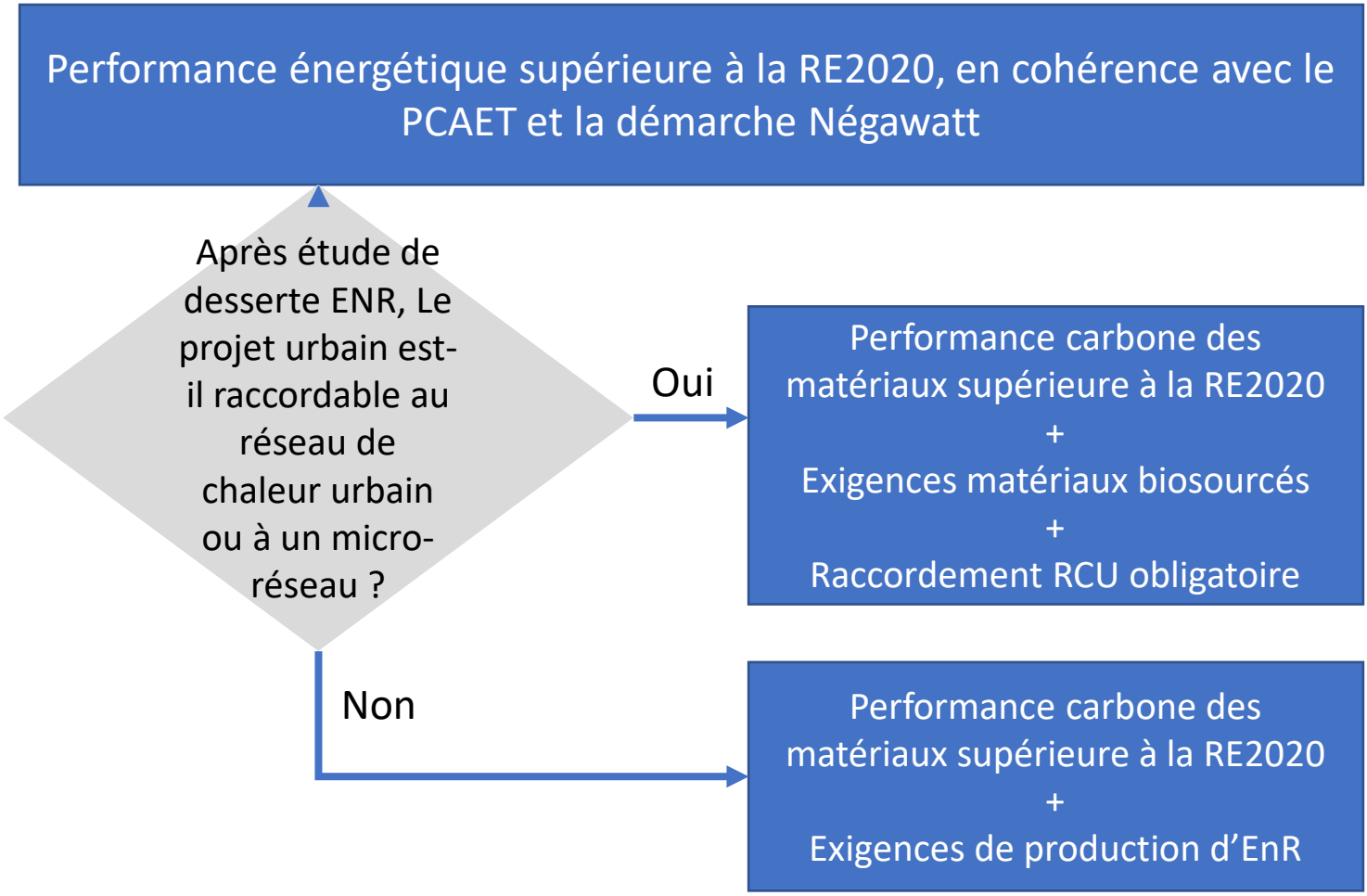
Aménagement mixte

Méthodologie de définition des objectifs

A l'échelle métropolitaine, la priorité a politiquement été placée sur la réduction des consommations énergétiques. Pour cela, **l'accent est mis sur la sobriété et l'efficacité énergétique**, puis les énergies renouvelables, en accord avec la démarche Négawatt (cf. p8) et le PCAET afin de maîtriser la facture des usagers et limiter l'impact carbone des consommations énergétiques.

Les **réseaux de chaleur** métropolitains sont particulièrement vertueux en matière de contenu carbone et de taux d'EnR. **Leur développement est donc un enjeu métropolitain pour maximiser la couverture EnR du territoire**. Par ailleurs, l'atelier réalisé sur ce sujet a mis en évidence que ce mode d'approvisionnement en chaleur est le moins onéreux, tant à l'investissement qu'en coût supporté par les usagers.

Aussi, pour tenir compte des surcoûts liés à la mise en œuvre d'autres sources d'approvisionnement EnR et **maîtriser l'équilibre économique** des coûts de construction, les exigences sur la mise en œuvre de matériaux biosourcés ont été distinguées suivant le raccordement ou non à un réseau de chaleur urbain, tout en maintenant une **performance carbone supérieure à la réglementation**.



Aménagement mixte

Démarche globale : Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie – bas carbone.

Réaliser un bilan carbone sur le périmètre de l'opération d'aménagement, comparant plusieurs scénarii et visant à optimiser l'impact carbone du quartier.

SOCLE COMMUN :

- **Levier I Réaliser une évaluation carbone via une ACV aménagement avec scénarios comparatifs sur le bâti.**

Il est demandé à l'aménageur, via sa MOE U ou un AMO, de réaliser une ACV à l'échelle du projet d'aménagement, prenant en compte a minima l'impact des matériaux de construction et de l'énergie d'exploitation des lots bâtis.
Cette ACV sera à réaliser suivant la méthodologie Quartier Energie Carbone, développée par le CSTB et Efficacity via le logiciel Urban Print et portée par l'ADEME.
L'ACV sera réalisée sur la base de ratios en phase de conception urbaine. Elle sera mise à jour grâce au suivi des ACV et indice carbone de chaque programme immobilier au fur et à mesure de leur conception et réalisation.

A l'échelle de l'opération d'aménagement, il est demandé d'étudier :

- d'une part, 3 scénarios optimisant le niveau de sobriété énergétique des bâtiments afin de s'inscrire dans la priorisation de la démarche Négawatt. Pour ce calcul, un scénario d'approvisionnement énergétique anticipé sera à intégrer. Il sera ainsi établit une solution énergétique sur les usages chaleur et électricité, pressentie au regard des attendus du présent référentiel en la matière, qui sera précisée et arbitrée simultanément à l'appui de la réalisation de l'Etude EnR. Cette évaluation carbone n'a pas vocation à étudier des variations du scénario d'approvisionnement énergétique, celui-ci étant défini par l'étude EnR.
- et d'autre part, 3 scénarios optimisant l'impact carbone des matériaux mis en œuvre dans les bâtiments. A cette échelle, les scénarios se concentreront sur la variation des postes les plus impactants (ex : infrastructure, structure bois, structure mixte…).

Le scénario de base ne devra pas être inférieur aux objectifs du Socle Commun « bâtiments » du présent référentiel. Les scénarios alternatifs pourront intégrer les éléments des niveaux Performance et aller plus loin.

L'étude intégrera des analyses technico-économiques de ces scénarios pour permettre un choix éclairé des décisionnaires des collectivités à l'initiative de l'aménageur, sur les ambitions Energie – Bas Carbone de l'opération d'aménagement.

Aménagement mixte

Démarche globale : Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie – bas carbone.

Réaliser un bilan carbone sur le périmètre de l'opération d'aménagement, comparant plusieurs scénarii et visant à optimiser l'impact carbone du quartier.

NIVEAU PERFORMANCE:

- **Levier I Réaliser une évaluation carbone via une ACV aménagement avec scénarios comparatifs sur les espaces publics.**

En complément de l'étude du Socle Commun, il est demandé à l'aménageur, pour l'atteinte du niveau Performance de réaliser une ACV à l'échelle du projet d'aménagement, prenant en compte a minima l'impact des matériaux de construction et de l'énergie d'exploitation des espaces publics, selon la même méthodologie que pour les lots bâtis. Il s'agira d'appréhender leur impact sur le projet global et d'identifier les axes d'optimisations.
L'ACV sera réalisée sur la base de ratios en phase de conception urbaine. Elle sera mise à jour grâce au suivi de la conception (AVP, PRO) et de la réalisation des espaces publics.

A l'échelle de l'opération d'aménagement, il est recommandé d'étudier 3 scénarios optimisant l'impact carbone des matériaux mis en œuvre sur l'espace public (ex : revêtements de surfaces, limitation des mouvements de terres, dispositifs de gestion des eaux pluviales…) et l'impact carbone de l'énergie consommée sur l'espace public (ex : optimisation de l'éclairage public, production EnR…)

Le scénario de base ne devra pas être inférieur aux objectifs du Socle Commun « aménagement » du présent référentiel. Les scénarios alternatifs pourront intégrer les éléments des niveaux Performance et aller plus loin. Les concepteurs devront s'inscrire dans le **Guide d'Aménagement des Espaces Publics de la Métropole** .

L'étude intégrera des analyses technico-économiques en coût global des scénarios pour permettre un choix éclairé des décisionnaires des collectivités à l'initiative de l'aménageur sur les ambitions Energie – Bas Carbone de l'opération d'aménagement.

Aménagement mixte

Démarche globale : Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps.

Intégrer les compétences Energie – Carbone dans l'équipe de l'opération d'aménagement.

SOCLE COMMUN

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Urbaine et/ou en AMO de l'aménageur durant toute la conception urbaine et a minima jusqu'au visa PC des opérations de bâtiments.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Urbaine et/ou en AMO de l'aménageur, pour apporter un regard économique sur les sujets Energie - Carbone lors de l'élaboration du CPAUPE (ou équivalent), de la conception des espaces publics, l'analyse des offres et choix des opérateurs immobiliers et jusqu'au visa PC des opérations de bâtiment.

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiment et des espaces publics + Collecte des bilans financiers à la livraison des opérations de bâtiment pour constituer une base de données économiques.

Aménagement mixte

Matériaux : réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mobiliser les ressources locales bas carbone.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser un diagnostic Gisements – Ressources à l'échelle de l'opération d'aménagement.

Ce diagnostic est le pré-requis pour identifier les gisements de matières disponibles et les besoins en ressources à l'échelle de l'opération d'aménagement à la fois sur les chantiers de bâtiments et ~~que~~ sur les espaces extérieurs privés ou publics. Cette étude qualitative et quantitative devra permettre d'encourager les pratiques d'économie circulaire (mise en œuvre de matériaux de réemploi…) : quantification des volumes et nature des déblais (dont étude géotechnique), proposition méthodologique de valorisation (exutoires, organisation spatiale pour faciliter la valorisation, notamment mutualisation inter-promoteur).

> Levier I Développer un programme de réemploi des déblais et terres

Ce levier concerne les déblais et terres excavées. Ce programme de réemploi a pour objet de limiter les volumes de déblais et terres excavées de l'opération d'aménagement et de fixer des objectifs de réemploi afin de limiter les coûts de gestion et les nuisances associées.
Plusieurs scénarios devront être étudiés et des objectifs cibles devront être définis, en lien avec l'ACV (cf. démarche globale). L'un des scénarios devra optimiser le réemploi dans le périmètre du territoire métropolitain. Un autre scénario devra optimiser le réemploi au sein même de l'opération d'aménagement (notamment sur les espaces publics).
Pour l'atteinte du Socle Commun, il est demandé de mettre en œuvre le scénario de réemploi à l'échelle du territoire métropolitain et d'atteindre les objectifs associés.
Pour faciliter le réemploi, les études de pollution des sols devront intégrer des scénarios alternatifs à l'évacuation en centre de traitement lorsque cela est possible.

> Levier I Mobiliser les acteurs locaux de la construction biosourcée, géosourcée et du réemploi.

Il s'agira de réaliser un diagnostic et un inventaire des acteurs / fournisseurs locaux pour la disponibilité des matériaux biosourcés, géosourcés et issus des filières locales du réemploi, pour sécuriser les approvisionnements pour le projet urbain.
Afin d'accompagner les projets de bâtiments pour les inciter et les aider à mettre en œuvre ces matériaux bas carbone, le diagnostic étudie également les contraintes de mises en œuvre pour anticiper les verrous techniques, juridiques et opérationnels.

Aménagement mixte

Matériaux : réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mobiliser les ressources locales bas carbone.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Réemployer sur l'espace public une partie des déblais et terres excavées générés par l'opération d'aménagement.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre le scénario de réemploi à l'échelle de l'opération d'aménagement, notamment sur les espaces publics, et d'atteindre les objectifs associés.

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux bas carbone sur l'espace public.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des matériaux bas carbone (biosourcés, recyclés, réemployés) sur les espaces publics, en respectant les données pris en compte dans l'ACV à l'échelle aménagement.

Aménagement mixte

Energie : Réduire les consommations énergétique en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Réaliser des études bioclimatiques à l'échelle de l'opération d'aménagement.

L'élaboration du Plan Masse d'une opération d'aménagement est un moment clé dans l'anticipation de la sobriété et du confort des bâtiments et des espaces publics. La réalisation d'études bioclimatiques est un pré-requis qui doit permettre de favoriser les apports solaires passifs, de limiter les déperditions thermiques, de favoriser la ventilation naturelle (notamment pour optimiser le confort d'été), de favoriser les productions solaires en toitures, d'améliorer le confort des espaces publics…

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une étude ensoleillement sur les façades des lots et sur les espaces publics.

Il est demandé de réaliser une étude d'ensoleillement des façades et toitures des lots et des espaces publics et de proposer des scénarios d'optimisation des formes urbaines au regard des apports solaires, de la compacité des formes urbaines, de la facilité à concevoir des logements traversants… afin de trouver le meilleur compromis.

Les indicateurs bioclimatiques et de performance énergétique des projets de bâtiments devront être suivi tout au long de leur conception afin d'assurer la pérennité des performances et le confort : Bbio, temps d'ensoleillement des façades, compacité, % de logements traversants…

> Levier I Limiter les consommations énergétique de l'espace public.

Il est demandé pour les opérations d'aménagement, de limiter les consommations énergétiques sur l'espace public (ex : luminaires LED, gestion régulée…) et de développer des trames noires.
Les concepteurs devront s'inscrire dans le **Guide d'Aménagement des Espaces Publics** et dans le **Schéma Directeur d'Aménagement Lumière** de la Métropole .

Aménagement mixte

Energie : Réduire les consommations énergétique en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Réaliser des études bioclimatiques à l'échelle de l'opération d'aménagement.

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Réaliser une étude Ilot de Chaleur Urbain.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de compléter les études bioclimatiques par une étude d'Îlot de Chaleur Urbain sur les espaces extérieurs identifiés comme les plus sensibles dans l'étude d'ensoleillement. Il s'agira d'étudier plusieurs scénarios d'aménagement de ces secteurs sensibles en donnant une large place aux espaces de nature et de mettre en œuvre un aménagement permettant d'assurer le confort des espaces extérieurs en été.

> Levier I Réaliser une étude aéraulique.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de compléter les études bioclimatiques par une étude aéraulique à l'échelle urbaine. Il s'agira de concevoir des formes urbaines favorisant la ventilation naturelle des bâtiments, le confort des espaces publics et la dispersion des polluants atmosphériques lorsqu'une source majeure est identifiée (ex : axe routier important).

Aménagement mixte

Energie : Articuler les consommations énergétique avec la production d'énergies renouvelables locales.

Réaliser une étude d'approvisionnement EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une étude EnR&R à l'échelle de l'opération d'aménagement.

Réaliser une étude de desserte énergétique (en puissance et en consommation) et approvisionnement EnR&R à l'échelle de l'opération d'aménagement, pour aider à la décision : Etudier 3 scénarios ambitieux d'approvisionnement en chaleur, froid et électricité renouvelables produits localement.

Lorsqu'un réseau de chaleur est présent à proximité de l'opération d'aménagement, les scénarios intégrant le raccordement devront être privilégiés. En cas d'absence de RCU, la densité énergétique devra être calculée et l'opportunité de créer un approvisionnement mutualisé, type réseau de chaleur, micro-réseau, boucle tempérée… devra être étudiée.

L'étude devra fournir un comparatif technico-économique en coût global de ces scénarios sur au moins 20 ans, ainsi qu'un comparatif environnemental (%EnR, autonomie énergétique ou autoconsommation, émissions carbone et autres polluants…).

L'étude devra prendre en compte les disponibilités foncières pour une éventuelle chaufferie collective et l'accessibilité livraison si nécessaire, ainsi que les impacts urbains et architecturaux. Une analyse calendaire au regard du planning de réalisation du projet d'aménagement (aménagement des voiries, livraison des lots…) est également attendue.

A l'échelle du quartier, l'étude devra également inclure un volet concernant la production d'électricité renouvelable du site. Il devra notamment permettre d'identifier les toitures favorables à l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, d'estimer les besoins électriques et le productible envisageable selon plusieurs scénarios de couverture des besoins et des toitures, et fournir un bilan économique en coût global et le bilan environnemental (avec l'outil INCER-ACV si panneaux fabriqués en Chine).

Cette étude précisera les pré-requis à intégrer au plan guide et au CPAUPE pour garantir la compatibilité des toitures et des installations à la mise en œuvre ultérieure de panneaux photovoltaïques.

Aménagement mixte

Energie : Articuler les consommations énergétique avec la production d'énergies renouvelables locales.

Réaliser une étude d'approvisionnement EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN (Suite)

> Objectif I Assurer le taux de couverture en EnR&R des besoins de chaleur.

- ✓ Si l'étude conclut au raccordement à un RCU, le taux de couverture EnR&R objectif est celui du réseau existant pour les besoins de chaleur.
- ✓ Si l'étude conclut à la création d'un approvisionnement mutualisé, le taux de couverture EnR&R objectif est de 70% pour les besoins de chaleur (cf. Fonds Chaleur de l'ADEME).
- ✓ Si l'étude conclut à la gestion de l'énergie à l'échelle des lots, le taux de couverture EnR&R minimal est de 20% pour les besoins de chaleur à l'échelle de l'opération d'aménagement. Ce taux pourra être décliné dans les fiches de lot au regard de sa typologie, de ses contraintes et opportunités, et dans le respect de l'objectif global minimal du quartier.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Assurer le taux de couverture en EnR&R des besoins de chaleur.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance :

- ✓ Si l'étude EnR&R conclut à la gestion de l'énergie à l'échelle des lots, le taux de couverture EnR&R minimal est de 50% pour les besoins de chaleur à l'échelle de l'opération d'aménagement. Ce taux pourra être décliné dans chaque fiche de lot au regard de ses contraintes et opportunités, et dans le respect de l'objectif global minimal du quartier.

> Objectif I Assurer le taux de couverture en EnR&R des besoins électriques.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'assurer une production électrique renouvelable.
L'étude EnR&R devra estimer les besoins totaux, ainsi que le talon moyen annuel des consommations électriques des lots de l'opération d'aménagement (ventilation, circulateurs, équipements de réfrigération / congélation, veilles des équipements audiovisuels, informatiques et électroménagers, éclairage et ventilation des communs, ascenseurs, pompes de relevage…) sur la base de ratios. L'étude devra alors identifier les conditions de faisabilité technico-économiques pour couvrir ces consommations, en envisageant notamment l'auto-consommation collective de l'électricité photovoltaïque.

L'analyse de l'opportunité d'une **démarche Smart Grid** devra être incluse dans l'étude EnR pour optimiser les appels de puissance et favoriser la maîtrise et la flexibilité électrique des bâtiments, notamment par un pilotage énergétique mutualisé qui permet un suivi des consommations par usage.

Aménagement mixte

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Améliorer la place faite aux mobilités alternatives à la voiture individuelle sur l'espace public.

SOCLE COMMUN

➢ Objectif I Aménager 100% des voiries en itinéraires piétons et cyclables.

Pour encourager le recours à la marche et au vélo en milieu urbanisé, il est demander d'aménager 100% des voiries en itinéraires piétons (larges trottoirs confortables, voies piétonnes, bancs…) et cyclables (voies dédiées, contre-sens cyclable, zone 30… + stationnements cyclables sécurisés sur l'espace public…), en lien avec les aménagements voisins, le territoire et les documents cadre.
Sur les voies présentant un trafic important, il est demandé de séparer physiquement les voies cyclables des autres voies de circulation pour assurer la sécurité des cyclistes.

> Levier I Réaliser une étude d'optimisation des stationnements automobiles.

Réaliser une étude comparée de plusieurs scénarios de stationnements automobiles (stationnement enterré, semi-enterré, silo, nappes…), sur des critères carbone, économiques, urbains, techniques, juridiques, d'exploitation…, et intégrant des parts modales ambitieuses pour les mobilités alternatives à la voiture individuelle, mais réalistes au regard du contexte et des objectifs métropolitains.
Ces surfaces de stationnement devront être limitées en optimisant la mutualisation et le foisonnement des parkings pour des utilisations complémentaires, afin de maîtriser le poids carbone de l'opération.
L'objectif est ainsi d'anticiper la place à donner, sur l'espace public et au sein des lots, aux différents modes de déplacement (piéton, vélo, voitures électrique, voiture thermique…) et de favoriser les modes doux. Les mesures préconisées par cette étude devront se traduire en prescriptions fermes dans les fiches de lot et être suivies tout au long du processus de conception et de réalisation des bâtiments.

> Levier I Anticiper l'évolutivité des espaces publics.

Penser le dimensionnement des espaces publics et anticiper leur évolutivité / mutabilité à termes, en lien avec l'évolution des pratiques de mobilité. Il s'agira de pérenniser cet investissement carbone en limitant l'ampleur des travaux et les émissions de CO2 associés sur toute la durée de vie de l'infrastructure. Une réflexion sera particulièrement mené sur la réversibilité des stationnements automobiles vers d'autres usages ou constructions.

Aménagement mixte

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Améliorer la place faite aux mobilités alternatives à la voiture individuelle sur l'espace public.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Encourager l'usage des transports en commun.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de privilégier la densité d'habitat et d'emplois à moins de 500m d'un arrêt de transport en commun performant (métro, TCSP…). Cette mesure a pour objectif d'encourager l'usage des transports en commun grâce à leur proximité et leur efficacité au détriment de la voiture individuelle.

> Objectif I Développer l'auto-partage.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de développer une stratégie d'auto-partage à l'échelle de l'aménagement, par exemple en réservant des places de stationnement dédiées sur l'espace public.

Aménagement mixte

Nature du sol : Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations.

Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle du projet d'aménagement.

L'étude devra proposer des scénarios d'optimisation des espaces publics et des lots, à l'échelle du plan masse du quartier, ainsi que leurs impacts technico-économiques pour aboutir à une stratégie de réduction de l'imperméabilisation du quartier.
Cette étude devra se traduire par des prescriptions (ex : coefficient de pleine terre…) pour les lots immobiliers (via les fiches de lot) et l'aménagement des espaces publics afin de réduire les surfaces imperméabilisées.
Ces prescriptions devront s'inscrire dans le respect du **Guide d'Aménagement des Espaces Publics** et du coefficient de végétalisation et zonages d'infiltration du **PLUi** de Rennes Métropole et auront pour ambition d'aller plus loin.
Il est demandé à l'aménageur d'assurer le suivi de ces prescriptions inscrites aux fiches de lots pendant toute la phase de conception et de réalisation de chaque projet de bâtiment pour s'assurer de leur mise en œuvre et de leur respect.

> Objectif I Fournir les taux d'imperméabilisation de l'opération d'aménagement

A l'échelle du quartier, il est demandé de calculer et fournir les taux d'imperméabilisation et d'artificialisation du projet et comparaison avec l'état initial du site.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Réduire le coefficient d'imperméabilisation du projet.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du site grâce au projet d'aménagement.

3.1.2 Opérations d'aménagement économique

Aménagement économique

Démarche globale : Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie – bas carbone.

Réaliser un bilan carbone sur le périmètre de l'opération d'aménagement, comparant plusieurs scénarii et visant à optimiser l'impact carbone du quartier.

SOCLE COMMUN :

- **Levier I Réaliser une évaluation carbone via une ACV aménagement avec scénarios comparatifs sur le bâti.**

Il est demandé à l'aménageur, via sa MOE U ou un AMO, de réaliser une ACV à l'échelle du projet d'aménagement, prenant en compte a minima l'impact des matériaux de construction et de l'énergie d'exploitation des lots bâtis. Cette étude devra être mise à jour au cours de la stabilisation de la programmation de l'opération d'aménagement.

Cette ACV sera à réaliser suivant la méthodologie Quartier Energie Carbone, développée par le CSTB et Efficacity via le logiciel Urban Print et portée par l'ADEME.
L'ACV sera réalisée sur la base de ratios en phase de conception urbaine. Elle sera mise à jour grâce au suivi des ACV et indice carbone de chaque programme immobilier au fur et à mesure de leur conception et réalisation.

A l'échelle de l'opération d'aménagement, il est demandé d'étudier :

- d'une part, 3 scénarios optimisant le niveau de sobriété énergétique des bâtiments afin de s'inscrire dans la priorisation de la démarche Négawatt. Pour ce calcul, un scénario d'approvisionnement énergétique anticipé sera à intégrer Il sera ainsi établit une solution énergétique sur les usages chaleur et électricité, pressentie au regard des attendus du présent référentiel en la matière, qui sera précisée et arbitrée simultanément et à l'appui de la réalisation de l'étude ENR&R. Cette évaluation carbone n'a pas vocation à étudier des variations du scénario d'approvisionnement énergétique, celui-ci étant défini par l'étude EnR.
- et d'autre part, 3 scénarios optimisant l'impact carbone des matériaux mis en œuvre dans les bâtiments. A cette échelle, les scénarios se concentreront sur la variation des postes les plus impactants (ex : infrastructure, structure bois, structure mixte…).

Le scénario de base ne devra pas être inférieur aux objectifs du Socle Commun « bâtiments » du présent référentiel. Les scénarios alternatifs pourront intégrer les éléments des niveaux Performance et aller plus loin.

L'étude intégrera des analyses technico-économiques de ces scénarios pour permettre un choix éclairé des décisionnaires des collectivités à l'initiative de l'aménageur, sur les ambitions Energie – Bas Carbone de l'opération d'aménagement.

Aménagement économique

Démarche globale : Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie – bas carbone.

Réaliser un bilan carbone sur le périmètre de l'opération d'aménagement, comparant plusieurs scénarii et visant à optimiser l'impact carbone du quartier.

NIVEAU PERFORMANCE:

- **Levier I Réaliser une évaluation carbone via une ACV aménagement avec scénarios comparatifs sur les espaces publics.**

En complément de l'étude du Socle Commun, il est demandé à l'aménageur, pour l'atteinte du niveau Performance de réaliser une ACV à l'échelle du projet d'aménagement, prenant en compte a minima l'impact des matériaux de construction et de l'énergie d'exploitation des espaces publics, selon la même méthodologie que pour les lots bâtis. Il s'agira d'appréhender leur impact sur le projet global et d'identifier les axes d'optimisations.
L'ACV sera réalisée sur la base de ratios en phase de conception urbaine. Elle sera mise à jour grâce au suivi de la conception (AVP, PRO) et de la réalisation des espaces publics.

A l'échelle de l'opération d'aménagement, il est demandé d'étudier 3 scénarios optimisant l'impact carbone des matériaux mis en œuvre sur l'espace public (ex : revêtements de surfaces, limitation des mouvements de terres, dispositifs de gestion des eaux pluviales…) et l'impact carbone de l'énergie consommée sur l'espace public (ex : optimisation de l'éclairage public, production EnR…)

Le scénario de base ne devra pas être inférieur aux objectifs du Socle Commun « aménagement » du présent référentiel. Les scénarios alternatifs pourront intégrer les éléments des niveaux Performance et aller plus loin. Les concepteurs devront s'inscrire dans le Guide d'Aménagement des Espaces Publics de la Métropole .

L'étude intégrera des analyses technico-économiques en coût global des scénarios pour permettre un choix éclairé des décisionnaires des collectivités à l'initiative de l'aménageur sur les ambitions Energie – Bas Carbone de l'opération d'aménagement.

Aménagement économique

Démarche globale : Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps.

Intégrer les compétences Energie – Carbone dans l'équipe de l'opération d'aménagement.

SOCLE COMMUN

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Urbaine et/ou en AMO de l'aménageur durant toute la conception urbaine et a minima jusqu'au visa PC des opérations de bâtiments.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Urbaine et/ou en AMO de l'aménageur, pour apporter un regard économique sur les sujets Energie - Carbone pour l'élaboration du CPAUPE (ou équivalent), la conception des espaces publics l'analyse des offres et choix des opérateurs immobiliers, l'attribution des terrains afin de tenir compte des typologie des entreprises et des projets et jusqu'au visa PC des opérations de bâtiment.
Pour une meilleure maîtrise des coûts d'aménagement, cette compétence pourra également être intégrée en AMO de la Métropole (service Aménagement ou service Economique).

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics + Collecte des bilans financiers à la livraison des opérations de bâtiment pour constituer une base de données économiques.

Aménagement économique

Matériaux : réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mobiliser les ressources locales bas carbone.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser un diagnostic Gisements – Ressources à l'échelle de l'opération d'aménagement.

Ce diagnostic est le pré-requis pour identifier les gisements de matières disponibles et les besoins en ressources à l'échelle de l'opération d'aménagement à la fois sur les chantiers de bâtiments que sur les espaces extérieurs privés ou publics. Cette étude qualitative et quantitative devra permettre d'encourager les pratiques d'économie circulaire (mise en œuvre de matériaux de réemploi…) : quantification des volumes et nature des déblais (dont étude géotechnique), proposition méthodologique de valorisation (exutoires, organisation spatiale pour faciliter la valorisation, notamment mutualisation inter-promoteur).

> Levier I Développer un programme de réemploi des déblais et terres

Ce levier concerne les déblais et terres excavées. Ce programme de réemploi a pour objet de limiter les volumes de déblais et terres excavées de l'opération d'aménagement et de fixer des objectifs de réemploi afin de limiter les coûts de gestion et les nuisances associées.
Plusieurs scénarios devront être étudiés et des objectifs cibles devront être définis, en lien avec l'ACV (cf. démarche globale). L'un des scénarios devra optimiser le réemploi dans le périmètre du territoire métropolitain. Un autre scénario devra optimiser le réemploi au sein même de l'opération d'aménagement (notamment sur les espaces publics).
Pour l'atteinte du Socle Commun, il est demandé de mettre en œuvre le scénario de réemploi à l'échelle du territoire métropolitain et d'atteindre les objectifs associés.
Pour faciliter le réemploi, les études de pollution des sols devront intégrer des scénarios alternatifs à l'évacuation en centre de traitement lorsque cela est possible.

> Levier I Mobiliser les acteurs locaux de la construction biosourcée, géosourcée et du réemploi.

Il s'agira de réaliser un diagnostic et un inventaire des acteurs / fournisseurs locaux pour la disponibilité des matériaux biosourcés, géosourcés et issus des filières locales du réemploi, pour sécuriser les approvisionnements pour le projet urbain. Afin d'accompagner les projets de bâtiments pour les inciter et les aider à mettre en œuvre ces matériaux bas carbone, le diagnostic étudie également les contraintes de mises en œuvre pour anticiper les verrous techniques, juridiques et opérationnels..

Aménagement économique

Matériaux : Réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mobiliser les ressources locales bas carbone.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Réemployer sur l'espace public une partie des déblais et terres excavées générés par l'opération d'aménagement.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre le scénario de réemploi à l'échelle de l'opération d'aménagement, notamment sur les espaces publics, et d'atteindre les objectifs associés.

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux bas carbone sur l'espace public.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des matériaux bas carbone (biosourcés, recyclés, réemployés) sur les espaces publics, en respectant les données pris en compte dans l'ACV à l'échelle aménagement.

Aménagement économique

Energie : Réduire les consommations énergétique en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Réaliser des études bioclimatiques à l'échelle de l'opération d'aménagement.

L'élaboration du Plan Masse d'une opération d'aménagement est un moment clé dans l'anticipation de la sobriété et du confort des bâtiments et des espaces publics. La réalisation d'études bioclimatiques est un pré-requis qui doit permettre de favoriser les apports solaires passifs, de limiter les déperditions thermiques, de favoriser la ventilation naturelle (notamment pour optimiser le confort d'été), de favoriser les productions solaires en toitures, d'améliorer le confort des espaces publics…

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une étude ensoleillement sur les façades des lots et sur les espaces publics.

Il est demandé de réaliser une étude d'ensoleillement des façades et toitures des lots et des espaces publics et de proposer des scénarios d'optimisation des formes urbaines au regard des apports solaires, de la compacité des formes urbaines, de la facilité à concevoir des espaces traversants… afin de trouver le meilleur compromis.
Ce travail sur le plan guide, en lien avec l'étude d'imperméabilisation (cf. Thématique nature du sol), doit également permettre dans la phase de conception urbaine **d'augmenter la densité bâtie par un travail sur les formes urbaines** des opérations d'aménagements économiques et de limiter l'emprise au sol des constructions et des surfaces perméabilisées.

En parallèle de cette étude d'ensoleillement, il est demandé à l'aménageur, pour les bâtiments d'activités, hors bureaux, d'intégrer dans chaque fiche de lot, un fois le preneur et son activité connus, les mesures à prendre pour limiter les déperditions thermiques (isolation des espaces contrôlés thermiquement, récupération de chaleur sur process…), favoriser l'éclairage naturel (% de surfaces vitrées en façades, toitures shed, puits de lumière…) et le confort d'été (inertie, ventilation naturelle, brasseur d'air, …). Ces mesures devront être ambitieuses, mais adaptées à l'activité programmée.

Les indicateurs bioclimatiques et de performance énergétique des projets de bâtiments devront être suivi tout au long de leur conception afin d'assurer la pérennité des performances et le confort.

Aménagement économique

Energie : Réduire les consommations énergétique en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Réaliser des études bioclimatiques à l'échelle de l'opération d'aménagement.

SOCLE COMMUN (suite) :

> Levier I Limiter les consommations énergétique de l'espace public.

Il est demandé pour les opérations d'aménagement, de limiter les consommations énergétiques sur l'espace public (ex : luminaires LED, gestion régulée…) et de développer des trames noires.
Les concepteurs devront s'inscrire dans le **Guide d'Aménagement des Espaces Publics** et dans le **Schéma Directeur d'Aménagement Lumière** de la Métropole .

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Réaliser une étude Ilot de Chaleur Urbain.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de compléter les études bioclimatiques par une étude d'Îlot de Chaleur Urbain sur les espaces extérieurs identifiés comme les plus sensibles dans l'étude d'ensoleillement. Il s'agira d'étudier plusieurs scénarios d'aménagement de ces secteurs sensibles en donnant une large place aux espaces de nature et de mettre en œuvre un aménagement permettant d'assurer le confort des espaces extérieurs en été.
L'effet d'îlot de chaleur urbaine une thématique courante dans les aménagements d'activités économiques en raison de la forte proportion de surfaces de stationnements et de la place parfois limitée du végétale, c'est donc un enjeu majeur à étudier et à optimiser sur les nouveaux projets.

> Levier I Réaliser une étude aéraulique.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de compléter les études bioclimatiques par une étude aéraulique à l'échelle urbaine. Il s'agira de concevoir des formes urbaines favorisant la ventilation naturelle des bâtiments, le confort des espaces publics et la dispersion des polluants atmosphériques lorsqu'une source majeure est identifiée (ex : axe routier important).

Aménagement économique

Energie : Articuler les consommations énergétique avec la production d'énergies renouvelables locales.

Réaliser une étude d'approvisionnement EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une étude EnR&R à l'échelle de l'opération d'aménagement.

Réaliser une étude de desserte énergétique (en puissance et en consommation) et approvisionnement EnR&R à l'échelle de l'opération d'aménagement, pour aide à la décision : Etudier 3 scénarios ambitieux d'approvisionnement en chaleur, froid et électricité renouvelables produits localement.

La mutualisation énergétique entre les entreprises devra être systématiquement étudiée (ex : récupération de chaleur sur process). Elle pourra s'intégrer sous formes de systèmes énergétiques communs (ex : boucle tempérée…) ou de fourniture de chaleur à un RCU. Son périmètre sera élargi pour prendre en compte les potentiels de récupération d'énergie fatale et de densité énergétique des avoisinants. Une phase de diagnostic de l'existant peut être nécessaire.

Lorsqu'un réseau de chaleur est présent à proximité de l'opération d'aménagement, les scénarios intégrant le raccordement devront être privilégiés. En cas d'absence de RCU, la densité énergétique sera calculée et l'opportunité de créer un approvisionnement mutualisé, type RCU, micro-réseau, boucle tempérée… devra être étudié.
L'étude devra fournir un comparatif technico-économique en coût global de ces scénarios sur au moins 20 ans, ainsi qu'un comparatif environnemental (%EnR, autonomie ou autoconsommation énergétique, émissions carbone et autres polluants…).
L'étude devra prendre en compte les disponibilités foncières pour une éventuelle chaufferie collective et l'accessibilité livraison si nécessaire, ainsi que les impacts urbains et architecturaux. Une analyse calendaire au regard du planning de réalisation du projet d'aménagement (aménagement des voiries, livraison des lots…) est également attendue.

A l'échelle du quartier, l'étude devra également inclure un volet concernant la production d'électricité renouvelables. Il devra notamment permettre d'identifier les toitures favorables à l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, d'estimer les besoins et le productible attendu selon plusieurs scénarios de couverture, le bilan économique en coût global, le bilan environnemental (avec l'outil INCER-ACV si panneaux fabriqués en Chine)…
L'étude devra étudier en scénario de base la couverture de panneaux solaires photovoltaïques sur au moins 30% des surfaces de toitures, afin d'assurer la couverture d'une partie des besoins électriques estimés de l'opération d'aménagement. Plusieurs scénarios de valorisation devront être étudier, notamment l'auto-consommation collective.
L'analyse de l'opportunité d'une démarche Smart Grid devra être incluse dans l'étude EnR pour optimiser les appels de puissance et favoriser la maîtrise et la flexibilité électrique des bâtiments , notamment par un pilotage énergétique mutualisé, qui permettra le suivi des consommations par usage.

Cette étude EnR&R devra être mise à jour au cours de la stabilisation de la programmation de l'opération d'aménagement et les taux de couverture EnR des bâtiments suivi pour valider l'atteinte des objectifs aménagement.
Les conclusions de l'étude EnR&R devront être traduites sous forme de prescriptions dans les fiches de lot pour assurer l'atteinte des objectifs (notamment les 30% de toitures PV).

Aménagement économique

Energie : Articuler les consommations énergétique avec la production d'énergies renouvelables locales.

Réaliser une étude d'approvisionnement EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

NIVEAU PERFORMANCE

➢ Objectif I Assurer un taux d'ENR d'approvisionnement dans le mix énergétique

La mise en œuvre d'un approvisionnement mutualisé de chaleur ou de froid sourcé à 70 % (hors PAC) par une ENR&R permet l'atteinte du niveau de performance.

➢ Objectif I Assurer une production électrique renouvelable massive.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance que le volet électrique de l'étude EnR&R intègre un scénario prévoyant la couverture de panneaux solaires photovoltaïques sur au moins 50% des surfaces de toitures, et de la couverture d'une partie des besoins électriques de l'opération d'aménagement. Plusieurs scénarios de valorisation devront être étudiés, notamment l'auto-consommation collective.

Les conclusions liées à la mise en œuvre du scénario retenu devront être traduites sous forme de prescriptions dans les fiches de lot pour assurer l'atteinte de cet objectif.

> Objectif I Valoriser les stationnements motorisés extérieurs.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des ombrières photovoltaïques sur les surfaces de parkings publics et/ou extérieurs.

Aménagement économique

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Améliorer la place faite aux mobilités alternatives à la voiture individuelle sur l'espace public.

SOCLE COMMUN

➢ Objectif I Aménager 100% des voiries en itinéraires piétons et cyclables.

Pour encourager le recours à la marche et au vélo en milieu urbanisé, il est demander d'aménager 100% des voiries en itinéraires piétons (larges trottoirs confortables, voies piétonnes, bancs…) et cyclables (voies dédiées, contre-sens cyclable, zone 30… + stationnements cyclables sécurisés sur l'espace public…), en lien avec les aménagements voisins, le territoire et les documents cadre.
Sur les voies présentant un trafic important, il est demandé de séparer physiquement les voies cyclables des autres voies de circulation pour assurer la sécurité des cyclistes.

> Levier I Réaliser une étude d'optimisation des stationnements automobiles.

En zone d'activités économiques, il est crucial pour la gestion de l'artificialisation des sols de limiter les nappes de stationnement au profit d'infrastructures mutualisées, comme les parkings silo. La conception de ces derniers devra intégrer une mutabilité à terme, si l'évolution des parts modales engendre une réduction forte de la voiture individuelle.
Il est ainsi demandé à l'aménageur de réaliser une étude comparée de plusieurs scénarios de stationnements automobiles (stationnement enterré, semi-enterré, silo, nappes…), sur des critères carbone, économiques, urbains, techniques, juridiques, d'exploitation…, et intégrant des parts modales ambitieuses pour les mobilités alternatives à la voiture individuelle, mais réalistes au regard du contexte et des objectifs métropolitains.
Ces surfaces de stationnement devront être limitées en optimisant la mutualisation et le foisonnement des parkings pour des utilisations complémentaires, afin de maîtriser le poids carbone de l'opération.
L'objectif est ainsi d'anticiper la place à donner, sur l'espace public et au sein des lots, aux différents modes de déplacement (piéton, vélo, voitures électrique, voiture thermique…) et de favoriser les modes doux. Les mesures préconisées par cette étude devront se traduire en prescriptions fermes dans les fiches de lot et être suivies tout au long du processus de conception et de realisation des bâtiments.

> Levier I Anticiper l'évolutivité des espaces publics.

Penser le dimensionnement des espaces publics et anticiper leur évolutivité / mutabilité à termes, en lien avec l'évolution des pratiques de mobilité. Il s'agira de pérenniser cet investissement carbone en limitant l'ampleur des travaux et les émissions de CO_2 associés sur toute la durée de vie de l'infrastructure. Une réflexion sera particulièrement menée sur la réversibilité des stationnements automobiles vers d'autres usages ou constructions.

Aménagement économique

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Améliorer la place faite aux mobilités alternatives à la voiture individuelle sur l'espace public.

SOCLE COMMUN (SUITE)

> Levier I Réaliser un plan de déplacement prospectif à l'échelle de l'opération d'aménagement économique.

Il sera réalisé en phase d'élaboration du projet urbain, pour définir les services alternatifs à la voiture individuelle et définir les stratégies les mieux adaptées au regard du contexte. Il permettra d'étudier des services tels que : service mutualisé de rabattement vers les transports en commun, flotte de vélos électrique par entreprise, flotte de véhicules partagés accessibles aux usagers de la ZAE pour leurs déplacements professionnels… Ce plan devra s'intégrer au plan de déplacement de la commune et au PDU de Rennes Métropole.
Cette étude devra être mise à jour au cours de la stabilisation de la programmation de l'opération d'aménagement économique.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Encourager l'usage des transports en commun.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de privilégier la densité d'habitat et d'emplois à moins de 500m d'un arrêt de transport en commun performant (métro, TCSP…). Cette mesure a pour objectif d'encourager l'usage des transports en commun grâce à leur proximité et leur efficacité au détriment de la voiture individuelle.

> Objectif I Développer des moyens de transports collectifs ou partagés.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de développer des moyens de transports collectifs ou partagés au sein de l'opération d'aménagement. Par exemple des navettes permettant de rejoindre les transports en commun, des taxis collectifs, des transports à la demande, des stations dédiées ou des places réservées sur l'espace public pour l'auto-partage et le vélo-partage…

Aménagement économique

Nature du sol : Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations.

Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle du projet d'aménagement.

L'étude devra proposer des scénarios d'optimisation des espaces publics et des lots, à l'échelle du plan masse du quartier, ainsi que leurs impacts technico-économiques pour aboutir à une stratégie de réduction de l'imperméabilisation du quartier.
Cette étude devra se traduire par des prescriptions (ex : coefficient de pleine terre…) pour les lots immobiliers (via les fiches de lot) et l'aménagement des espaces publics afin de réduire les surfaces imperméabilisées.
Il s'agira notamment dans la phase de conception urbaine et en lien avec les études de bioclimatisme, **d'augmenter la densité bâtie par un travail sur les formes urbaines** des opérations d'aménagements économiques et de limiter l'emprise au sol des constructions et des surfaces imperméabilisées.

Ces prescriptions devront s'inscrire dans le respect du **Guide d'Aménagement des Espaces Publics** et du coefficient de végétalisation et zonages d'infiltration du **PLUi** de Rennes Métropole et auront pour ambition d'aller plus loin.
Il est demandé à l'aménageur d'assurer le suivi de ces prescriptions inscrites aux fiches de lots pendant toute la phase de conception et de réalisation de chaque projet de bâtiment pour s'assurer de leur mise en œuvre et de leur respect.

> Objectif I Fournir les taux d'imperméabilisation de l'opération d'aménagement

A l'échelle du quartier, il est demander de calculer et fournir les taux d'imperméabilisation et d'artificialisation du projet et comparaison avec l'état initial du site.

Aménagement économique

Nature du sol : Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations.

Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement.

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Organiser l'aménagement du projet autour d'une infrastructure mutualisée.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance, d'organiser l'aménagement du projet urbain autour d'une infrastructure mutualisée. Il pourra s'agir par exemple d'un arrêt de transport en commun performant, d'un parking silo…
Cette organisation permettra de limiter l'étalement physique du quartier. Les programmations les plus denses en emplois (bureaux par exemple) seront localisées au plus prêt de l'infrastructure mutualisée.

> Objectif I Réduire le coefficient d'imperméabilisation du projet.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du site grâce au projet d'aménagement.

3.2 A l'échelle des bâtiments

3.2.1 Logements

Bâtiments de logements

Démarche globale : Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie – bas carbone.

Optimiser l'impact carbone du bâtiment.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une évaluation carbone via une ACV à l'échelle du programme immobilier.

Réaliser une ACV à l'échelle du programme immobilier et l'incrémenter dans l'ACV à l'échelle de l'opération d'aménagement.

> Objectif I Optimiser l'impact carbone de la construction.

Atteindre le seuil 2025 de l'indice IC Construction logements de la RE2020, soit 650 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020) pour les logements collectifs.
Atteindre le seuil 2022 de l'indice IC Energie logements de la RE2020, soit 560 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020) pour les logements collectifs.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Optimiser l'impact carbone de la construction.

En complément du socle commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'atteindre :

- Le seuil 2028 de l'indice IC Construction logements de la RE2020, soit 580 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020) pour les logements collectifs.
- Le seuil 2025 de l'indice IC Energie logement de la RE2020, soit 260 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020) pour les logements collectifs. Pour les logements collectifs raccordés à un réseau de chaleur urbain, la RE2020 introduit un seuil intermédiaire à 320 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020) entre 2025 et 2027.

Bâtiments de logements

Démarche globale : Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps.

Intégrer les compétences Energie – Carbone à la maîtrise d'ouvrage et dans l'équipe de maîtrise d'œuvre bâtiment.

SOCLE COMMUN

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, tout au long du projet (et non ponctuellement pour un calcul réglementaire), a minima jusqu'en phase DCE.
La Maîtrise d'Ouvrage Bâtiment devra justifier de références ambitieuses sur les enjeux Energie – Carbone.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment à minima jusqu'à la phase DCE, afin de réaliser les meilleurs compromis technico-environnementalo-économiques dans les choix de conception (analyses en coût global).

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage.

Par ailleurs, il est également demandé d'intégrer en AMO du maître d'ouvrage, une mission de commissionnement sur les lots systèmes techniques et l'enveloppe thermique du bâtiment, afin de garantir les performances énergétiques dès la programmation jusqu'à + 2 ans après livraison (choix d'équipements techniques adaptés, précisions du DCE sur des points techniques de l'enveloppe, conformité de la mise en œuvre, organisation des tests à réception, essais, mises en services et optimisation des réglages et de l'équilibrage, visite régulière en chantier et en exploitation, et le cas échéant suivi des consommations).

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage.

Bâtiments de logements

Matériaux : Réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mettre en œuvre les ressources locales bas carbone.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux biosourcés.

Pour les bâtiments raccordés au RCU, il est demandé d'atteindre le niveau 2 du label Biosourcé (labellisation non exigée), soit 24 kg/m² SDP de matériaux biosourcés.

> Levier I Assurer la réversibilité et la mutabilité des surfaces.

Proposer au moins 1 scénario de réaménagement des surfaces en superstructure avec changement d'usage. Il s'agit d'anticiper les réaménagements futurs des ouvrages pour maximiser la durée de vie des matériaux (notamment des structures), limiter les volumes des travaux ultérieurs et « rentabiliser » l'investissement carbone lié à la construction de l'ouvrage.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux biosourcés.

En complément du Socle Commun, il est demandé, aux bâtiments raccordés au RCU, pour l'atteinte du niveau Performance d'atteindre le niveau 3 du label Biosourcé (labellisation non exigée), soit 36 kg/m² SDP de matériaux biosourcés.

> Levier I Assurer la réversibilité et la mutabilité des surfaces.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de proposer au moins 1 scénario de réaménagement des surfaces en infrastructure (stationnements automobiles) avec changement d'usage.
En effet, l'évolution des parts modales de mobilité entraînera une diminution du nombre de places de stationnements automobiles nécessaires qu'il conviendra de réaffecter à un nouvel usage pour « rentabiliser » l'investissement carbone lié à la construction de ces surfaces.

Bâtiments de logements

Energie : Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Concevoir des bâtiments sobres et bioclimatiques.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Optimiser le bioclimatisme de l'enveloppe bâtie.

Atteindre un niveau de performance Bbiomax – 10% selon le calcul de la RE2020, soit 65 points, (multiplié par les coefficients de modulation).

> Objectif I Optimiser l'ensoleillement des façades.

Réaliser une étude d'ensoleillement des façades du programme immobilier et justifier d'un ensoleillement direct d'au moins 2h par logement au 21 Décembre.

> Objectif I Concevoir des logements traversants.

A partir du T3 (inclus), 100% des logements devront être traversants ou bi-orientés afin de favoriser la ventilation naturelle, le confort d'été et la qualité de l'air intérieur.

> Levier I Assurer le confort d'été des logements.

Réduire les besoins de froid par des solutions passives : inertie du bâti, orientations, masques solaires. Mettre en œuvre des protections solaires extérieures efficaces tout en permettant la ventilation naturelle sur les façades Sud, Est et Ouest.
Généraliser les menuiseries extérieures oscillo-battantes pour faciliter la ventilation naturelle. Si besoin, étudier la surventilation nocturne ou les brasseurs d'air.

> Levier I Limiter les éclairages extérieurs privés.

Limiter les éclairages extérieurs privés (mise en valeur du bâtiment, cheminements…).

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Optimiser le bioclimatisme de l'enveloppe bâtie.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance, d'atteindre le niveau de performance énergétique Passif certifié.

> Levier I Assurer le confort d'été des logements.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de réaliser une étude STD sur les 10% des logements les plus défavorables, avec un fichier climatique dégradé (2050) et respecter un temps d'inconfort < 3% du temps d'occupation.

Bâtiments de logements

Energie : Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales

Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Mettre en œuvre les préconisations de l'étude EnR&R réalisée à l'échelle aménagement.

- En cas de réseau de chaleur urbain (déjà existant ou nouvellement créé) à proximité du programme immobilier : obligation de raccordement.
- En l'absence de RCU : Mettre en application le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot, afin d'assurer un minimum de 20% de couverture des besoins de chaleur par des EnR&R à l'échelle du lot immobilier. En logements collectifs, les systèmes de production de chaleur seront collectifs (avec comptages individuels), afin de faciliter l'entretien-maintenance, les optimisations et les futurs conversions technologiques.
- Raccordement RCU non obligatoire pour les bâtiments certifiés Passif.

> Objectif I Anticiper la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture du lot.

Anticiper la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture en concevant des toitures PV-ready, a minima en anticipant :

- L'orientation des toitures, leur inclinaison, le désencombrement des surfaces exploitables (ex : acrotère, réseaux et équipements en toiture), et si possible l'absence de masques (bâtiments voisins, végétation…)
- Les surcharges en toitures liées à la mise en œuvre des panneaux,
- Des matériaux d'isolation adaptés et compatibles avec la mise en œuvre de panneaux solaires photovoltaïques : résistance à la compression et au feu (ex : classe C et BROOFT3).
- Des matériaux d'étanchéité et de couverture adaptés et compatibles avec les systèmes d'intégration / fixation de panneaux solaires photovoltaïques (la MOE devra proposer un système de fixation des panneaux compatible avec ces matériaux et assurables).
- L'accès en toiture sécurisé et intégré à la qualité architecturale du bâtiment pour les interventions d'installations, d'entretien / maintenance, la proximité d'un point d'eau pour les opérations de nettoyage…
- La dimension, la position et l'accessibilité du local onduleur,
- Les passages de réseaux et la pérennité de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe : chemins de câbles en toiture, fourreaux en tranchées du local onduleur au coffret Enedis, arrêts d'urgence…

Bâtiments de logements

Energie : Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales

Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Mettre en œuvre les préconisations de l'étude EnR réalisée à l'échelle aménagement.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance en l'absence de réseau de chaleur, de respecter le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la Fiche de lot, afin d'assurer un minimum de 50% de couverture des besoins de chaleur par des EnR&R à l'échelle du lot immobilier.
Raccordement RCU non obligatoire pour les bâtiments certifiés Passif.

> Objectif I Assurer le taux de couverture en EnR&R des besoins électriques.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques en toiture.
Le dimensionnement devra se faire, a minima, pour assurer le talon des consommations électriques du bâtiment en envisageant l'auto-consommation (chauffage, ventilation, circulateurs, équipements de réfrigération / congélation, veilles des équipements audiovisuels, informatiques et électroménagers, éclairage et ventilation des parties communes), et également l'autoconommation collective avec d'autres immeubles voisins.

L'intégration des ENR et des véhicules électriques pourra être accompagnée d'une **démarche Smart Grid** pour optimiser les appels de puissance et favoriser la maîtrise et la flexibilité de l'électricité, notamment par un pilotage énergétique à l'échelle de l'ïlot immobilier.. En cas de réseau de chaleur avec stockage thermique, il sera intégré au pilotage énergétique.

Bâtiments de logements

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Concevoir des îlots encourageant l'usages des mobilités douces.

SOCLE COMMUN

> Levier I Optimiser les circulations internes.

Aménager les circulations internes du lot ou de l'îlot en circulation piétonnes et cyclables, notamment avec des accès directs, simples et confortables vers les halls et locaux vélos.

> Levier I Optimiser la conception des locaux vélos.

Concevoir des locaux vélo suffisamment dimensionnés (au regard de la part modale visée), sécurisés, facilement accessibles et confortables (éclairage naturel et si possible ventilation naturelle). Mettre en œuvre des range-vélos ergonomiques et sécurisés.

> Levier I Optimiser le stationnement automobile.

Mettre en application, à l'échelle des programmes immobiliers, les prescriptions des fiches de lot concernant la mutualisation et le foisonnement des stationnements.

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Prévoir des services associés adaptés aux usages et à la localisation.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de prévoir des services à la mobilité adaptés aux usages et à la localisation.
Ex : forfait pour les services de transports collectifs ou partagés mis en œuvre à l'échelle de l'opération d'aménagement (ou autre échelle), services dédiés pour encourager la mobilité cyclable (station de gonflage, casiers, outillage, forfait entretien, alimentation électrique, emplacement pour vélo "atypiques" type vélo-cargo,...).

Bâtiments de logements

Nature des sols : Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations

Aménager des îlots perméables.

SOCLE COMMUN

> Levier I Mettre en œuvre les mesures de maîtrise de l'imperméabilisation des sols à l'échelle du programme immobilier.

Justifier de l'intégration des prescriptions issues de l'étude à l'échelle quartier et proposer des scénarios d'optimisation à l'échelle du programme immobilier.

> Objectif I Fournir le taux d'imperméabilisation du programme immobilier.

Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation du programme immobilier.
Comparer avec l'état initial du site.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Réduire le coefficient d'imperméabilisation du programme immobilier.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance, de justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du lot.

3.2.2 Bureaux

Bâtiments de bureaux

Démarche globale : Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie – bas carbone.

Optimiser l'impact carbone du bâtiment.

SOCLE COMMUN

> Levier I Réaliser une évaluation carbone via ACV à l'échelle du programme immobilier.

Réaliser une ACV à l'échelle du programme immobilier et l'incrémenter dans l'ACV à l'échelle de l'opération d'aménagement.

> Objectif I Optimiser l'impact carbone de la construction.

- Atteindre le seuil 2022 de l'indice IC Construction bureaux de la RE2020, soit 980 kg eq.CO2 / m² (multipli(é par les différents coefficients de modulations de la RE2020).
- Atteindre le seuil 2025 de l'indice IC Energie bureaux de la RE2020, soit 200 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020) pour les bâtiments tertiaires, y compris pour les bâtiments raccordés au réseau de chaleur urbain.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Optimiser l'impact carbone de la construction.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance, d'atteindre

- Le seuil 2028 de l'indice IC Construction bureaux de la RE2020, soit 710 kg eq.CO2 / m² (multiplié par les différents coefficients de modulations de la RE2020).

Bâtiments de bureaux

Démarche globale : Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps.

Intégrer les compétences Energie – Carbone à la maîtrise d'ouvrage et dans l'équipe de maîtrise d'œuvre bâtiment.

SOCLE COMMUN

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, tout au long du projet (et non ponctuellement pour un calcul réglementaire), a minima jusqu'en phase DCE.
La Maîtrise d'Ouvrage Bâtiment devra justifier de références ambitieuses sur les enjeux Energie – Carbone.
Par ailleurs, il est également demandé d'intégrer en AMO du maître d'ouvrage, une mission de commissionnement sur les lots systèmes techniques et l'enveloppe thermique du bâtiment, afin de garantir les performances énergétiques dès la programmation jusqu'à + 2 ans après livraison (choix d'équipements techniques adaptés, précisions du DCE sur des points techniques de l'enveloppe, conformité de la mise en œuvre, organisation des tests à réception, essais, mises en services et optimisation des réglages et de l'équilibrage, visite régulière en chantier et en exploitation, et le cas échéant suivi des consommations).

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment à minima jusqu'à la phase DCE, afin de réaliser les meilleurs compromis technico-environnementalo-économiques dans les choix de conception (analyses en coût global).

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage.

Bâtiments de bureaux

Matériaux : Réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mettre en œuvre les ressources locales bas carbone.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux biosourcés.

Il est demandé d'atteindre le niveau 1 du label Biosourcé (labellisation non exigée), soit 18 kg/m² SDP de matériaux biosourcés.

> Levier I Assurer la réversibilité et la mutabilité des surfaces

Anticiper l'évolutivité et la mutabilité des bâtiments pour éviter les démolitions et demander pour chaque programme immobilier :

- de définir un scénario d'évolutivité du bâti en superstructure pour l'adapter à de nouveaux usages (notamment logements),
- de justifier de la démontabilité possible de l'ensemble des matériaux de second œuvre en vue de leur réemploi ou recyclage, notamment en privilégiant les assemblages réversibles (non collés).

Il s'agit d'anticiper les réaménagements futurs des ouvrages pour maximiser la durée de vie des matériaux (notamment des structures), limiter les volumes des travaux ultérieurs et « rentabiliser » l'investissement carbone lié à la construction de l'ouvrage.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux biosourcés.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'atteindre le niveau 3 du label Biosourcé (labellisation non exigée), soit 36 kg/m² SDP de matériaux biosourcés.

> Levier I Assurer la réversibilité et la mutabilité des surfaces

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de proposer au moins 1 scénario de réaménagement des surfaces en infrastructure (stationnements automobiles) avec changement d'usage.

En effet, l'évolution des parts modales de mobilité entraînera une diminution du nombre de places de stationnements automobiles nécessaires qu'il conviendra de réaffecter à un nouvel usage pour « rentabiliser » l'investissement carbone lié à la construction de ces surfaces.

Bâtiments de bureaux

Energie : Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Concevoir des bâtiments sobres et bioclimatiques.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Optimiser le bioclimatisme de l'enveloppe bâtie.

Atteindre le niveau de performance PASSIF, certifié.

Dérogation exceptionnelle : Les opérations n'atteignant pas le niveau Passif certifié (impossibilité à justifier auprès des décisionnaires des collectivités) devront respecter a minima :

- *Bbio-10%,*
- *Indice ICconstruction niveau 2025,*
- *Niveau 3 du label biosourcé,*
- *Justifier d'un temps d'inconfort < 3% du temps d'occupation via la STD,*
- *Raccordement obligatoire au réseau de chaleur urbain si présent à proximité,*
- *Mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques sur au moins 30% des surfaces de toiture, en envisageant une valorisation en circuit court (ex : auto-consommation collective).*

> Objectif I Assurer le confort d'été.

Mettre en œuvre des protections solaires extérieures sur les façades Sud, Est et Ouest. Réduire les besoins de froid par des solutions passives de rafraîchissement (inertie du bâti, orientations, performance thermique de l'isolation, facteurs solaires des vitrages, masques solaires, ventilation naturelle, free cooling, brasseurs d'air,…). Des solutions actives, mais décarbonées et renouvelables peuvent être envisagées.
La réalisation d'une STD n'est pas imposée pour justifier du confort d'été. Elle est cependant recommandée comme outil d'aide à la conception afin de trouver les leviers les plus efficaces.

> Levier I Limiter les éclairages extérieurs privés.

Limiter les éclairages extérieurs privés (mise en valeur du bâtiment, cheminements, enseignes, stationnements…).

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Optimiser le bioclimatisme de l'enveloppe bâtie.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performa d'atteindre le niveau PASSIF PLUS, certifié.

Bâtiments de bureaux

Energie : Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales

Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Mettre en œuvre les préconisations de l'étude EnR réalisée à l'échelle aménagement.

- En cas de réseau de chaleur urbain (déjà existant ou nouvellement créé) à proximité du programme immobilier : Mettre en application les prescriptions de la fiche de lot. Etudier le raccordement au réseau de chaleur. Raccordement non obligatoire pour les bâtiments certifiés Passif et Passif PLUS. Raccordement obligatoire pour les bâtiments bénéficiant d'une dérogation exceptionnelle au niveau Passif.
- En l'absence de RCU : Mettre en application le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot.

Il est demandé de rechercher et de mettre en œuvre des mutualisation énergétiques avec les programmes voisins.

> Objectif I Anticiper la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture du programme.

Anticiper la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques en toiture en concevant des toitures PV-ready, a minima en anticipant :

- L'orientation des toitures, leur inclinaison, le désencombrement des surfaces exploitables (ex : acrotère, réseaux et équipements en toiture), et si possible l'absence de masques (bâtiments voisins, végétation…)
- Les surcharges en toitures liées à la mise en œuvre des panneaux,
- Des matériaux d'isolation adaptés et compatibles avec la mise en œuvre de panneaux solaires photovoltaïques : résistance à la compression et au feu (ex : classe C et BROOFT3).
- Des matériaux d'étanchéité et de couverture adaptés et compatibles avec les systèmes d'intégration / fixation de panneaux solaires photovoltaïques (la MOE devra proposer un système de fixation des panneaux compatible avec ces matériaux et assurables)
- L'accès en toiture sécurisé et intégré à la qualité architecturale du bâtiment pour les interventions d'installations, d'entretien / maintenance, la proximité d'un point d'eau pour les opérations de nettoyage…
- La dimension, la position et l'accessibilité du local onduleur,
- Les passages de réseaux et la pérennité de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe : chemins de câbles en toiture, fourreaux en tranchées du local onduleur au coffret Enedis, arrêts d'urgence…

Bâtiments de bureaux

Energie : Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales

Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN (SUITE)

> Objectif I Limiter l'impact des production de froid.

Après optimisation de la conception par STD et systèmes de rafraîchissement passifs, et afin de compenser les éventuels besoins résiduels de froid, Il est demandé d'assurer un approvisionnement des besoins par une énergie renouvelable (ex : boucle tempérée sur géothermie).
En cas de production de froid électrique (ex : VRV / DRV), il est demandé de compenser, a minima, 100% de la consommation énergétique liée à la production de froid par des EnR (ex : panneaux solaires photovoltaïques supplémentaire).
L'impact des fluides frigorigènes mis en œuvre devra également être maîtrisé en justifiant:

- GWP < 10, pour les grands bâtiments équipés d'unités avec compresseurs à vis.
- GWP < 700 pour les bâtiments plus petits, équipés d'unités avec compresseurs scroll.
- GWP < 150 pour le froid commercial.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques en toitures.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'atteindre le niveau Passif PLUS, certifié. Celui-ci prévoit notamment la production de 60kWh/m^2/an d'emprise au sol du bâtiment. A titre indicatif, cela représente environ 35% des surfaces de toiture recouvertes de panneaux solaires photovoltaïques.

> Objectif I Valoriser les stationnements extérieurs.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des ombrières photovoltaïques sur les parkings extérieurs privés (le cas échéant).

> Objectif I Favoriser la flexibilité électrique des bureaux.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de justifier du potentiel de flexibilité électrique du bâtiment (smart-grid Ready, label R2S, indice GoFlex…)

L'intégration des ENR et des véhicules électriques pourra être accompagnée d'une **démarche Smart Grid** pour optimiser les appels de puissance et favoriser la maîtrise et la flexibilité électrique, notamment par un pilotage énergétique à l'échelle de l'îlot immobilier.. En cas de micro-réseau de chaleur avec stockage thermique, il sera aussi intégré au pilotage énergétique.

Bâtiments de bureaux

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Concevoir des îlots encourageant l'usages des mobilités douces.

SOCLE COMMUN

> Levier I Optimiser les circulations internes.

Aménager les circulations internes du lot ou de l'îlot en circulation piétonnes et cyclables, notamment avec des accès directs, simples et confortables vers les halls et locaux vélos.

> Levier I Optimiser la conception des locaux vélos.

Concevoir des locaux vélo suffisamment dimensionnés (au regard de la part modale visée), sécurisés, facilement accessibles et confortables (éclairage naturel et si possible ventilation naturelle. Mettre en œuvre des range-vélos ergonomiques et sécurisés.

> Levier I Optimiser le stationnement automobile.

Mettre en application, à l'échelle des programmes immobiliers, les prescriptions des fiches de lot concernant la mutualisation et le foisonnement des stationnements.

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Prévoir des services associés adaptés aux usages et à la localisation.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de prévoir des services à la mobilité adaptés aux usages et à la localisation.
Ex : forfait pour les services de transports collectifs ou partagés mis en œuvre à l'échelle de l'opération d'aménagement (ou autre échelle), services dédiés pour encourager la mobilité cyclables (station de gonflage, casiers, outillage, forfait entretien, alimentation électrique, emplacement pour vélo "atypiques" type vélo-cargo,...).

Bâtiments de bureaux

Nature des sols : Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations.

Aménager des îlots perméables.

SOCLE COMMUN

> Levier I Mettre en œuvre les mesures de maîtrise de l'imperméabilisation des sols à l'échelle du programme immobilier.

Justifier de l'intégration des prescriptions issues de l'étude à l'échelle quartier et proposer des scénarios d'optimisation à l'échelle du programme immobilier.

> Objectif I Fournir le taux d'imperméabilisation du programme immobilier.

Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation du programme immobilier.
Comparer avec l'état initial du site.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Réduire le coefficient d'imperméabilisation du programme immobilier.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance, de justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du lot.

3.2.3 Activités

Bâtiments d'activités

Démarche globale : Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps.

Intégrer les compétences Energie – Carbone à la maîtrise d'ouvrage et dans l'équipe de maîtrise d'œuvre bâtiment.

SOCLE COMMUN

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, tout au long du projet (et non ponctuellement pour un calcul réglementaire), a minima jusqu'en phase DCE.
La Maîtrise d'Ouvrage Bâtiment devra justifier de références ambitieuses sur les enjeux Energie – Carbone.
Par ailleurs, il est également demandé d'intégrer en AMO du maître d'ouvrage, une mission de commissionnement sur les lots systèmes techniques et l'enveloppe thermique du bâtiment, afin de garantir les performances énergétiques dès la programmation jusqu'à + 2 ans après livraison (choix d'équipements techniques adaptés, précisions du DCE sur des points techniques de l'enveloppe, conformité de la mise en œuvre, organisation des tests à réception, essais, mises en services et optimisation des réglages et de l'équilibrage, visite régulière en chantier et en exploitation, et le cas échéant suivi des consommations).

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

Cette compétence devra être intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment à minima jusqu'à la phase DCE, afin de réaliser les meilleurs compromis technico-environnementalo-économiques dans les choix de conception (analyses en coût global)

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Intégrer la compétence technique Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage.

> Levier I Intégrer la compétence économique et ingénierie financière immobilière sur les sujets Energie – Carbone.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance d'intégrer cette compétence à l'équipe de Maîtrise d'Œuvre Bâtiment, a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage.

Bâtiments d'activités

Matériaux : Réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Mettre en œuvre les ressources locales bas carbone.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux biosourcés.

Il est demandé d'atteindre le niveau 3 du label Biosourcé (labellisation non exigée), soit 18 à 36 kg/m² SDP de matériaux biosourcés, suivant la typologie d'activité (cf taux minimaux d'incorporation de matières biosourcées prévues label Biosourcé).

> Levier I Assurer la réversibilité et la mutabilité des surfaces

Anticiper l'évolutivité et la mutabilité des bâtiments pour éviter les démolitions et demander pour chaque programme immobilier :

- de définir un scénario d'évolutivité du bâti en superstructure pour l'adapter à de nouveaux usages,
- de justifier de la démontabilité possible de l'ensemble des matériaux de second œuvre en vue de leur réemploi ou recyclage, notamment en privilégiant les assemblages réversibles (non collés).

Il s'agit d'anticiper les réaménagements futurs des ouvrages pour maximiser la durée de vie des matériaux (notamment des structures), limiter les volumes des travaux ultérieurs et « rentabiliser » l'investissement carbone lié à la construction de l'ouvrage.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Mettre en œuvre des matériaux biosourcés.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de construire le bâtiment en structure biosourcée.

Bâtiments d'activités

Energie : Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local.

Concevoir des bâtiments sobres et bioclimatiques.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Optimiser le bioclimatisme de l'enveloppe bâtie.

Appliquer les préconisation énergétiques de la fiche de lot et optimiser les consommations énergétiques des process.

> Objectif I Assurer le confort d'été.

Mettre en œuvre des protections solaires extérieures sur les façades Sud, Est et Ouest. Réduire les besoins de froid par des solutions passives de rafraîchissement (inertie du bâti, orientations, performance thermique de l'isolation, facteurs solaires des vitrages, masques solaires, ventilation naturelle, free cooling, brasseurs d'air…).

> Levier I Limiter les éclairages extérieurs privés.

Limiter les éclairages extérieurs privés (mise en valeur du bâtiment, cheminements, enseignes, stationnements…).

Bâtiments d'activités

Energie : Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales

Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

SOCLE COMMUN

> Objectif I Mettre en œuvre les préconisations de l'étude EnR réalisée à l'échelle aménagement.

- En cas de réseau de chaleur urbain (déjà existant ou nouvellement créé) à proximité du programme immobilier : obligation de raccordement.
- En l'absence de RCU : Mettre en application le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot.

Il est demandé de rechercher et de mettre en œuvre des mutualisation énergétiques avec les programmes voisins.

> Objectif I Mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques en toitures.

Il est demandé, pour toutes les opérations de bureaux et d'activités, de mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques sur au moins 30% des surfaces de toiture, en envisageant une valorisation en circuit court (ex : auto-consommation collective).

> Objectif I Limiter l'impact des production de froid.

Il est demandé d'assurer un approvisionnement des besoins de froid par une énergie renouvelable (ex : boucle tempérée sur géothermie).
En cas de production de froid électrique (ex : VRV / DRV), il est demandé de compenser, a minima, 100% de la consommation énergétique liée à la production de froid par des EnR (ex : panneaux solaires photovoltaïques supplémentaire).
L'impact des fluides frigorigène mis en œuvre devra également être maîtrisé en justifiant:

- GWP < 10, pour les grands bâtiments équipés d'unités avec compresseurs à vis.
- GWP < 700 pour les bâtiments plus petits, équipés d'unités avec compresseurs scroll.
- GWP < 150 pour le froid commercial.

Bâtiments d'activités

Energie : Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales

Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques.

NIVEAU PERFORMANCE

➢ Objectif I Taux d'ENR dans le mix énergétique

La couverture des besoins de chaleur et de froid par une ENR&R peut permettre l'atteinte du niveau de performance, selon le taux ENR&R obtenu dans le mix énergétique.

> Objectif I Mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques en toitures.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des panneaux solaires photovoltaïques sur au moins 50% des surfaces de toiture, en envisageant notamment une valorisation en circuit court (ex :-auto-consommation collective).

> Objectif I Valoriser les stationnements extérieurs.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de mettre en œuvre des ombrières photovoltaïques sur les parkings extérieurs privés (le cas échéant).

➢ Objectif I Favoriser la flexibilité électrique des bureaux et bâtiments d'activité

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de justifier du potentiel de flexibilité électrique du bâtiment (smart-grid Ready, label R2S, indice GoFlex…)

L'intégration des ENR, des bornes de véhicules électriques et de process énergivores pourra être accompagnée d'une **démarche Smart Grid** pour optimiser les appels de puissance et favoriser la maîtrise et la flexibilité électriques, notamment par un pilotage énergétique à l'échelle de l'îlot immobilier. En cas de réseau de chaleur avec stockage thermique, il sera aussi intégré au pilotage énergétique.

Bâtiments d'activités

Mobilité : Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun.

Concevoir des îlots encourageant l'usages des mobilités douces.

SOCLE COMMUN

> Levier I Optimiser les circulations internes.

Aménager les circulations internes du lot ou de l'îlot en circulation piétonnes et cyclables, notamment avec des accès directs, simples et confortables vers les halls et locaux vélos.

> Levier I Optimiser la conception des locaux vélos.

Concevoir des locaux vélo suffisamment dimensionnés (au regard de la part modale visée), sécurisés, facilement accessibles et confortables (éclairage naturel et si possible ventilation naturelle. Mettre en œuvre des range-vélos ergonomiques et sécurisés.

> Levier I Optimiser le stationnement automobile.

Mettre en application, à l'échelle des programmes immobiliers, les prescriptions des fiches de lot concernant la mutualisation et le foisonnement des stationnements.

NIVEAU PERFORMANCE

> Levier I Prévoir des services associés adaptés aux usages et à la localisation.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance de prévoir des services à la mobilité adaptés aux usages et à la localisation.
Ex : forfait pour les services de transports collectifs ou partagés mis en œuvre à l'échelle de l'opération d'aménagement (ou autre échelle), services dédiés pour encourager la mobilité cyclables (station de gonflage, casiers, outillage, forfait entretien, alimentation électrique, emplacement pour vélo "atypiques" type vélo-cargo,...)

Bâtiments d'activités

Nature des sols : Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations.

Aménager des îlots perméables.

SOCLE COMMUN

> Levier I Mettre en œuvre les mesures de maîtrise de l'imperméabilisation des sols à l'échelle du programme immobilier.

Justifier de l'intégration des prescriptions issues de l'étude à l'échelle quartier et proposer des scénarios d'optimisation à l'échelle du programme immobilier.

> Objectif I Fournir le taux d'imperméabilisation du programme immobilier.

Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation du programme immobilier.
Comparer avec l'état initial du site.

NIVEAU PERFORMANCE

> Objectif I Réduire le coefficient d'imperméabilisation du programme immobilier.

En complément du Socle Commun, il est demandé, pour l'atteinte du niveau Performance, de justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du lot.

4

Indicateurs de suivi des objectifs

Indicateurs et suivi

Grilles de suivi des objectifs à l'échelle de l'aménagement et du bâtiment

Pour chaque typologie de projet d'aménagement et de bâtiment, une grille de suivi a été élaborée.

Ces grilles permettent de :

- **Visualiser** rapidement l'ensemble des objectifs et leviers d'action,
- **Evaluer** l'opération en cours,
- **Suivre** l'opération pendant tout son déroulement**,**
- **Alerter** lorsque les objectifs du socle commun ne sont pas atteints,
- **Comparer** les projets entre eux.

Ces grilles adaptées à chaque typologie de projet intègrent des indicateurs de suivi des actions et des performances, objectivables et/ou mesurables.

Elles ont été conçues pour être simples à comprendre et à utiliser et être appropriable par un grand nombre d'acteurs de l'aménagement et de la construction. C'est l'outil le plus opérationnel pour suivre la performance Energie – Carbone par les chargés d'opération de l'aménageur ou de la collectivité. Par soucis de lisibilité, ces grilles adoptent des formulation synthétiques et non exhaustives des différentes prescriptions. Les prescriptions complètes sont rédigées dans le présent référentiel.

Ces grilles de suivi sont à remplir à chaque phase d'avancement du projet d'aménagement ou de construction, pour suivre et valider l'atteinte des objectifs du référentiel Energie – Bas Carbone. Elles sont fournies en annexe sous la forme de fichiers Excel indépendant.

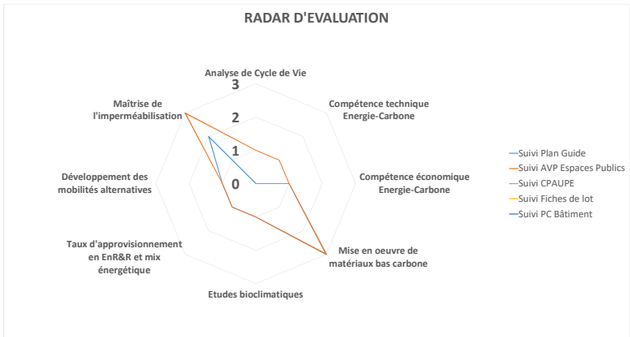
RENNES METROPOLE - REFERENTIEL ENERGIE CARBONE - Echelle des opérations d'activités économiques							ALTO STEP - AUXILIA 15/06/22	Suivi Plan Guide		Suivi AVP Espaces Publics		Suivi CPAUPE		Suivi Fiches de Lot		Suivi PC Bâtiments	
Thèmes énergie bas carbone (EBC)	**Objectifs Stratégiques**	**Actions EBC**	**Titres graphiques**	**Niveau Socle Commun**	**Indicateurs de suivi Socle Commun**	**Niveau Performance (exigences cumulatives avec le Socle Commun)**	**Indicateurs de suivi Niveau Performance**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**
Démarche globale	**Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie-bas carbone**	**Réaliser une Analyse de Cycle de Vie (ACV) sur le périmètre de l'opération d'aménagement, comparant plusieurs scénarii et visant à optimiser l'impact carbone du quartier**	**Analyse de Cycle de Vie**	*Levier* Réaliser une ACV à l'échelle de l'opération d'aménagement en prenant en compte les lots de bâtiments, impact énergie + impact matériaux, sur la base de ratios en phase de conception urbaine, puis intégration des ACV de chaque projet / chantier de bâtiment. ET Etudier plusieurs scénarios à l'échelle de l'opération d'aménagement, permettant de réduire les émissions carbone des bâtiments, sur des sujets performance énergétique (3 scénarios) et matériaux (3 scénarios), en lien avec le réglementation et le PCAET.. ET Produire des analyses technico-économiques de ces 3 scénarios pour permettre un choix éclairé de la MOA et valider les ambitions EBC de l'opération d'aménagement. ET Suivre les Indices Carbone des opérations de construction. Cette étude devra être mise à jour au cours de la stabilisation de la programmation de l'opération d'aménagement.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : kgeqCO2/m²	*Levier* En complément, réaliser une ACV à l'échelle de l'opération d'aménagement en prenant en compte les espaces publics, impact énergie + impact matériaux, sur la base de ratios en phase de conception urbaine, puis sur la base des FDES des matériaux effectivement mis en oeuvre. ET Etudier 3 scénarios à l'échelle de l'opération d'aménagement permettant de réduire les émissions carbone des espaces publics, sur les sujets énergie et matériaux. ET Produire des analyses technico-économiques de ces 3 scénarios pour permettre un choix éclairé de la MOA et valider les ambitions EBC de l'opération d'aménagement.	Qualitatif : Non / En cours / Oui		0		1							
	Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps	**Intégrer la compétence technique Energie-Carbone**	**Compétence technique Energie-Carbone**	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur durant toute la conception urbaine et jusqu'au visa PC des opérations de bâtiment.	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics.	Non / Oui		0		1						
		Intégrer la compétence économique sur les sujets Energie-Carbone	**Compétence économique Energie-Carbone**	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur, pour l'élaboration du CPAUPE, la conception des espaces publics l'analyse des offres et choix des opérateurs immobiliers, l'attribution des terrains afin de tenir compte des typologie des entreprises et des projets et jusqu'au visa PC des opérations de bâtiment. Pour une meilleure maîtrise des coûts d'aménagement, cette compétence pourra également être intégrée en AMO de la Métropole (service Aménagement ou service Economique).	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétance à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur, durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics + collecte des bilans financiers à la livraison pour constituer une base de données économiques	Non / Oui		1		1						
Matériaux	**Réduire l'impact carbone des matériaux mis en oeuvre**	**Mobiliser les ressources locales bas carbone**	**Mise en oeuvre de matériaux bas carbone**	*Levier* Réaliser un diagnostic gisement-ressources à l'échelle de l'opération d'aménagement et en lien avec le territoire métropolitain. ET Développer un programme de réemploi des matériaux, a minima pour les déblais et terres excavées (y compris terres polluées), à l'échelle du territoire métropolitain. ET Mobiliser les acteurs locaux de la construction biosourcée, géosourcée et du réemploi pour accompagner les projets de bâtiment. ET Suivi des parts de matériaux bas carbone mis en oeuvre à l'échelle bâtiment.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % de matériaux bas carbone mis en oeuvre dans les bâtiments (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération) + kg de matière biosourcée / m² SDP.	*Objectif* Réemployer sur l'espace public du quartier une partie des déblais et terres excavées générés par l'opération d'aménagement (objectif cible fixé par l'ACV). ET Mettre en oeuvre des matériaux bas carbone dans l'espace public de l'opération d'aménagement (objectif cible fixé par l'ACV).	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : m3 déblais et terres excavées réemployées (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération) Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % de matériaux bas carbone mis en oeuvre dans l'espace public (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération)		3		3							
Energie	**Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local**	**Réaliser des études bioclimatiques à l'échelle de l'opération d'aménagement**	**Etudes bioclimatiques**	*Levier* Réaliser une étude ensoleillement sur les façades des lots et sur les espaces publics. Proposer des scénarios d'optimisation des formes urbaines au regard des apports solaires, de la compacité... ET Limiter les consommations énergétique de l'espace public par la mise en oeuvre de luminaires LED, d'une gestion régulée de l'éclairage et la mise en oeuvre de trames noires favorables à la biodiversité. ET Pour les bâtiments d'activités, hors bureaux, la fiche de lot de chaque lot devra préciser, si besoin, les mesures à prendre pour limiter les déperditions thermiques, favoriser l'éclairage naturel et le confort d'été. ET Suivre les indicateurs bioclimatiques et de performance énergétique des projets de bâtiments tout au long de leur conception.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions Quantitatif : variable suivant les prescriptions	*Objectif* Réaliser une étude îlot de Chaleur Urbain sur les espaces extérieurs les plus sensibles et optimiser les aménagements pour assurer le confort des espaces extérieurs en été. ET Réaliser une étude aérauslique et concevoir des formes urbaines favorisant la ventilation naturelle des bâtiments et le confort des espaces publics.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui	1		1							
	Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales	**Réaliser une étude d'approvisionnement EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques**	**Taux d'approvisionnement en EnR&R et mix énergétique**	*Levier et Objectif* Réaliser une étude de desserte énergétique (en puissance et consommation) et approvisionnement EnR&R à l'échelle de l'opération aménagement pour définir la stratégie de production énergétique. Etudier 3 scénarios, en intégrant systématiquement l'étude d'une mutualisation énergétique entre les entreprises, et la récupération des énergies fatales (ex : boucle tempérée) ; Intégrer dans l'étude EnR&R un volet électricité renouvelable : couvrir de panneaux solaires photovoltaïque au moins 30% des surfaces de toiture, afin d'assurer la couverture d'une partie des besoins électriques estimés de l'opération d'aménagement en envisageant une valorisation en circuit court (auto-consommation collective). ET Suivre les taux de couverture EnR&R bâtiments de l'opération d'aménagement pour valider l'atteinte des objectifs aménagement. L'analyse de l'opportunité d'une démarche Smart Grid (Maîtrise et flexibilité de l'énergie avec pilotage énergétique mutualisé) électrique , et le cas échéant aussi sur la chaleur , devra être incluse dans l'étude EnR. Cette étude devra être mise à jour au cours de la stabilisation de la programmation de l'opération d'aménagement.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % des surfaces de toitures couvertes de panneaux solaires PV Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Levier et Objectif* Intégrer dans l'étude EnR&R un volet électricité renouvelable : couvrir de panneaux solaires photovoltaïque au moins 50% des surfaces de toiture, afin d'assurer la couverture d'une partie des besoins électriques estimés de l'opération d'aménagement en envisageant une valorisation en circuit court (auto-consommation collective). ET / OU Mettre en oeuvre des ombrières photovoltaïques sur les parkings publics et/ou extérieurs.	Quantitatif : % des surfaces de toiture couvertes de panneaux solaires PV Qualitatif : Non / En cours / Oui	1		1							
Mobilité	**Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun**	**Améliorer la place faite aux mobilités alternatives à la voiture individuelle sur l'espace public**	**Développement des mobilités alternatives**	*Objectif* Aménager 100% des voiries en itinéraires piétons (trottoirs réglementaires, voies piétonnes...) et cyclables (voies dédiées, contre-sens cyclable, zone 30, stationnements cyclables sur la voirie...), en lien avec les aménagements voisins et le territoire. *Levier* Dans le cadre des études pré-opérationnelles, réaliser une étude comparée de plusieurs scénarios de stationnements automobiles (mutualisation, foisonnement...), sur des critères carbones, économiques, urbains, techniques, juridiques..., et intégrant des parts modales ambitieuses pour les mobilités alternatives mais réalistes au regard du contexte. Les mesures préconisées par cette étude devront se traduire en prescriptions fermes dans les fiches de lot. Suivre à l'échelle bâtiment, la mise en oeuvre des prescriptions intégrées aux fiches de lot. ET Réaliser un plan de déplacement prospectif à l'échelle de l'opération d'aménagement économique. ET Penser le dimensionnement des espaces publics et anticiper leur évolutivité à termes, en lien avec les usages de mobilité.	Quantitatif : % des voiries créées en itinéraires piétons et cyclables (valeur cible = 100%) Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : Nombre de places de stationnements automobiles mutualisées / foisonnées) Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Privilégier la densité d'habitat et d'emplois à moins de 500m des arrêts de transports en commun performants. ET Développer des moyens de transports collectifs ou partagés au sein de l'opération d'aménagement. Par exemple des navettes permettant de rejoindre les transports en commun, des taxis collectifs, des transports à la demande, des stations dédiées ou des places réservées sur l'espace public pour l'auto-partage et le vélo-partage...	Quantitatif : % des usagers à moins de 500m d'un arrêt de transport en commun (valeur cible = 100%) Qualitatif : Non / En cours / Oui	1		1							
Nature du sol	**Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations**	**Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement**	**Maîtrise de l'imperméabilisation**	*Levier* Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement : Proposer des scénarios d'optimisation des espaces publics et des lots, ainsi que leurs impacts technico-économiques pour aboutir à une stratégie de réduction de l'imperméabilisation du quartier. Cette étude devra se traduire par des prescriptions (ex : coefficient de pleine terre...) pour les lots immobiliers (via les fiches de lot) et l'aménagement des espaces publics afin de réduire les surfaces imperméabilisées. Ces prescriptions devront s'inscrire dans le respect du Guide d'Aménagement des Espaces Publics et du coefficient de végétalisation du PLU de Rennes Métropole et auront pour ambition d'aller plus loin. Il s'agira notamment d'augmenter la densité bâtie des opérations d'aménagements économiques et de limiter l'emprise au sol des constructions. ET Suivre à l'échelle bâtiment, la mise en oeuvre des prescriptions intégrées aux fiches de lot. *Objectif* Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation de l'opération d'aménagement et comparaison avec l'état initial du site.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : % pleine terre) Quantitatif : % global d'imperméabilisation de l'état initial et du projet	*Objectif* Justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du site grâce à l'opération d'aménagement. *Levier* Organiser l'aménagement du projet autour d'une infrastructure mutualisée afin de limiter son étalement. Ex : arrêt de transport en commun, parking silo...	Quantitatif : % de réduction de l'imperméabilisation du projet par rapport à l'état initial (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération) Qualitatif : Non / En cours / Oui + Nature de l'infrastructure mutualisée	2		3							

UNE REPRÉSENTATION VISUELLE

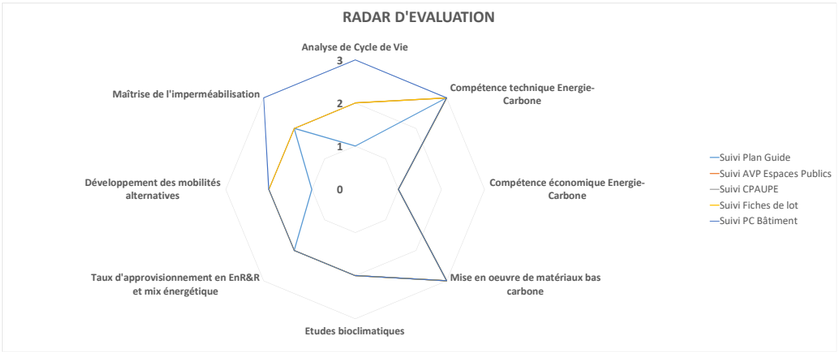
Pour faciliter et objectiver la notation des objectifs à atteindre, on préconise le recours aux critères suivants :

Une notation de 0 à 3 de tous les sous-critères :

À noter que cette évaluation multicritères doit tenir compte des spécificités de chaque projet.



RENNES METROPOLE - REFERENTIEL ENERGIE CARBONE - Echelle des opérations d'aménagements mixtes à dominante logements							ALTO STEP - AUXILIA 15/06/22	Suivi Plan Guide		Suivi AVP Espaces Publics		Suivi CPAUPE		Suivi Fiches de Lot		Suivi PC Bâtiments	
Thèmes énergie bas carbone (EBC)	**Objectifs Stratégiques**	**Actions EBC**	**Titres graphiques**	**Niveau Socle Commun**	**Indicateurs de suivi Socle Commun**	**Niveau Performance (exigences cumulatives avec le Socle Commun)**	**Indicateurs de suivi Niveau Performance**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**
Démarche globale	**Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie-bas carbone**	**Réaliser une Analyse de Cycle de Vie (ACV) sur le périmètre de l'opération d'aménagement, comparant plusieurs scénarii et visant à optimiser l'impact carbone du quartier**	**Analyse de Cycle de Vie**	*Levier* Réaliser une ACV à l'échelle de l'opération d'aménagement en prenant en compte les lots de bâtiments, impact énergie + impact matériaux, sur la base de ratios en phase de conception urbaine, puis intégration des ACV de chaque projet / chantier de bâtiment. ET Etudier plusieurs scénarios à l'échelle de l'opération d'aménagement, permettant de réduire les émissions carbone des bâtiments, sur des sujets performance énergétique (3 scénarios) et matériaux (3 scénarios), en lien avec la réglementation et le PCAET. ET Produire des analyses technico-économiques de ces 3 scénarios pour permettre un choix éclairé de la MOA et valider les ambitions EBC de l'opération d'aménagement. ET Suivre les Indices Carbone des opérations de construction.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : kgeqCO2/m²	*Levier* En complément, réaliser une ACV à l'échelle de l'opération d'aménagement en prenant en compte les espaces publics, impact énergie + impact matériaux, sur la base de ratios en phase de conception urbaine, puis sur la base des FDES des matériaux effectivement mis en oeuvre. ET Etudier 3 scénarios à l'échelle de l'opération d'aménagement permettant de réduire les émissions carbone des espaces publics, sur les sujets énergie et matériaux. ET Produire des analyses technico-économiques de ces 3 scénarios pour permettre un choix éclairé de la MOA et valider les ambitions EBC de l'opération d'aménagement.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : kgeqCO2/m²	ACV à échelle urbaine effectuée, 3 scénarios étudiés pour les lots bâtis, mais scénario de base retenu.	1		2		2		2		3
	Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps	**Intégrer la compétence technique Energie-Carbone**	**Compétence technique Energie-Carbone**	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur durant toute la conception urbaine et jusqu'au visa PC des opérations de bâtiment.	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics.	Non / Oui	Compétence intégrée à l'équipe de Maîtrise d'œuvre urbaine jusqu'à la sélection des opérateurs, il est ensuite prévu un AMO Aménageur jusqu'à la livraison des bâtiments.	3		3		3		3		3
		Intégrer la compétence économique sur les sujets Energie-Carbone	**Compétence économique Energie-Carbone**	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur, pour l'élaboration du CPAUPE, la conception des espaces publics, l'analyse des offres et choix des opérateurs immobiliers et jusqu'au visa PC des opérations de bâtiment.	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Urbaine ou AMO Aménageur, durant toute la conception urbaine et jusqu'à la livraison des bâtiments et des espaces publics + collecte des bilans financiers à la livraison pour constituer une base de données économiques	Non / Oui	Compétence intégrée en AMO Aménageur, mais non intervenue en phase de Plan Guide. Intervention prévu pour l'élaboration des CPAUPE et l'analyse des offres promoteurs.	1		1		1		1		1
Matériaux	**Réduire l'impact carbone des matériaux mis en oeuvre**	**Mobiliser les ressources locales bas carbone**	**Mise en oeuvre de matériaux bas carbone**	*Levier* Réaliser un diagnostic gisement-ressources à l'échelle de l'opération d'aménagement et en lien avec le territoire métropolitain. ET Développer un programme de réemploi des matériaux, a minima pour les déblais et terres excavées (y compris terres polluées), à l'échelle du territoire métropolitain. ET Mobiliser les acteurs locaux de la construction biosourcée, glossourcée et du réemploi pour accompagner les projets de bâtiment. ET Suivi des parts de matériaux bas carbone mis en oeuvre à l'échelle bâtiment.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % de matériaux bas carbone mis en oeuvre dans les bâtiments (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération) + kg de matière biosourcée / m² SDP.	*Objectif* Réemployer sur l'espace public du quartier une partie des déblais et terres excavées générés par l'opération d'aménagement (objectif cible fixé par l'ACV). ET Mettre en oeuvre des matériaux bas carbone dans l'espace public de l'opération d'aménagement (objectif cible fixé par l'ACV).	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : m3 déblais et terres excavées réemployées (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération) Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % de matériaux bas carbone mis en oeuvre dans l'espace public (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération)	Etude gisements-ressources réalisée à l'échelle de la ZAC et intégrant les opportunités du territoire métropolitain. 1ères évaluations des volumes de terres excavées à gérer. Réflexion en cours pour en réutiliser sur le projet urbain, notamment sur les aménagements d'espaces publics. Prise de contact avec des acteurs locaux de la construction biosourcée et du réemploi dès la phase de Plan Guide. Ambition de mettre en oeuvre des matériaux recyclé sur une partie des revêtements des espaces publics.	3		3		3		3		3
Energie	**Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local**	**Réaliser des études bioclimatiques à l'échelle de l'opération d'aménagement**	**Etudes bioclimatiques**	*Levier* Réaliser une étude ensoleillement sur les façades des lots et sur les espaces publics. Proposer des scénarios d'optimisation des formes urbaines au regard des apports solaires, de la compacité… ET Suivre les indicateurs bioclimatiques des projets de bâtiments tout au long de leur conception : Bbio, temps d'ensoleillement des façades, compacité, traversant ou non,… ET Limiter les consommations énergétique de l'espace public par la mise en oeuvre de luminaires LED, d'une gestion régulée de l'éclairage et la mise en oeuvre de trames noires favorables à la biodiversité.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : Bbio, heures d'ensoleillement des façades… Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Réaliser une étude îlot de Chaleur Urbain sur les espaces extérieurs les plus sensibles et optimiser les aménagements pour assurer le confort des espaces extérieurs en été. ET Réaliser une étude aérauligue et concevoir des formes urbaines favorisant la ventilation naturelle des bâtiments, le confort des espaces publics et la dispersion des polluants.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Qualitatif : Non / En cours / Oui	Etude d'ensoleillement réalisée à l'échelle de la ZAC + analyse ICU des 2 secteurs les plus sensibles avec proposition de 3 scénarios d'aménagement. La limitation des consommations de l'éclairage public est prévu au Plan Guide	2		2		2		2		2
	Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales	**Réaliser une étude d'approvisionnement EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques**	**Taux d'approvisionnement en EnR&R et mix énergétique**	*Levier* Réaliser une étude de desserte énergétique (en puissance et consommation) et approvisionnement EnR&R à l'échelle de l'opération d'aménagement : Etudier 3 scénarios ambitieux intégrant l'approvisionnement en chaleur, froid et electricité renouvelables produits localement. ET Suivre les taux de couverture EnR&R des opérations de constructions de la ZAC pour valider l'atteinte des objectifs aménagement. *Objectif* Si l'étude conclut au raccordement à un RCU, le taux de couverture EnR&R objectif est celui du réseau existant pour les besoins de chaleur. Si l'étude conclut à la création d'un réseau ou micro-réseau, le taux de couverture EnR&R objectif est de 70% pour les besoins de chaleur (en accord avec le Fonds Chaleur de l'ADEME). Si l'étude conclut à la gestion de l'énergie à l'échelle des lots, le taux de couverture EnR&R minimal est de 20% pour les besoins de chaleur à l'échelle de l'opération d'aménagement. Ce taux devra être décliné dans chaque fiche de lot au regard de sa typologie, de ses contraintes et opportunités, et dans le respect de l'objectif global minimal du quartier. Cette étude définira les pré-requis à intégrer au plan guide et CPAUPE pour garantir la compatibilité des toitures et des installations à la mise en oeuvre ultérieure de panneaux	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % de couverture EnR&R des besoins énergétique des bâtiments Quantitatif : % de couverture EnR&R sur les besoins en chaleur à l'échelle ZAC	*Objectif* Si l'étude EnR&R conclut à la gestion de l'énergie à l'échelle des lots, le taux de couverture EnR&R minimal est de 50% pour les besoins de chaleur à l'échelle de l'opération d'aménagement. Ce taux devra être décliné dans chaque fiche de lot au regard de ses contraintes et opportunités, et dans le respect de l'objectif global minimal du quartier. ET Pour la production électrique renouvelable, l'étude devra estimer les consommations réglementaires et spécifiques électriques, ainsi que le talon des consommations des lots de l'opération d'aménagement (ventilation et climatisation, circulateurs, équipements de réfrigération / congélation, veilles des équipements audiovisuels, informatiques et électroménagers, éclairage et ventilation des communs, ascenseurs, pompes de relevage…). L'étude devra identifier les conditions de faisabilité technico-économiques pour couvrir a minima les talons consommations, en envisageant une auto-consommation collective photovoltaïque. L'analyse de l'opportunité d'une démarche Smart Grid (Maîtrise et flexibilité de l'énergie avec pilotage énergétique mutualisé) électrique, et le cas échéant aussi sur la chaleur , devra être incluse dans l'étude EnR.	Quantitatif : % de couverture EnR&R des besoins de chaud Quantitatif : % de couverture EnR&R du talon des consommations électriques	Etude EnR réalisée, intégrant le raccordement au réseau de chaleur passant à proximité de la ZAC. L'étude étudiée différents scénarios de performance énergétique des bâtiments et d'approvisionnement EnR. L'étude intègre un volet approvisionnement EnR électrique qui ne permet pas de couvrir le talon des consommations électriques des îlots.	2		2		2		2		2
Mobilité	**Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun**	**Améliorer la place faite aux mobilités alternatives à la voiture individuelle sur l'espace public**	**Développement des mobilités alternatives**	*Objectif* Aménager 100% des circulations des espaces publics en itinéraires piétons (trottoirs réglementaires, voies piétonnes…) et cyclables (voies dédiées, contre-sens cyclable, zone 30, stationnements cyclables sur la voirie…), en lien avec les aménagements voisins, le territoire et les documents-cadre. *Levier* Réaliser une étude comparée de plusieurs scénarios de stationnements automobiles (mutualisation, foisonnement…), sur des critères carbones, économiques, urbains, techniques, juridiques…, et intégrant des parts modales ambitieuses pour les mobilités alternatives mais réalistes au regard du contexte. Les mesures préconisées par cette étude devront se traduire en prescriptions fermes dans les fiches de lot. ET Suivre à l'échelle bâtiment, la mise en oeuvre des prescriptions intégrées aux fiches de lot. ET Penser le dimensionnement des espaces publics et anticiper leur évolutivité à termes, en lien avec les usages de mobilité.	Quantitatif : % des voiries créées en itinéraires piétons et cyclables (valeur cible = 100%) Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : Nombre de places de stationnements automobiles mutualisées / foisonnées) Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Privilégier la densité d'habitat et d'emplois à moins de 500m des arrêts de transports en commun performants. ET Développer une stratégie d'auto-partage à l'échelle de l'aménagement, par exemple en réservant des places de stationnement dédiées sur l'espace public.	Quantitatif : % des usagers à moins de 500m d'un arrêt de transport en commun (valeur cible = 100%) Qualitatif : Non / En cours / Oui	Le projet prévoit 100% des circulations favorables aux mobilités piétonnes et cyclables au sein de la ZAC. Une étude comparative est en cours pour choisir le mode de stationnements automobiles privilégié dans la ZAC. Les premières coupes de voiries anticipent l'évolutivité des espaces publics, en prévoyant par exemple la mutation de certains linéaires de stationnement en bordure de voirie en pistes cyclables à double sens de circulation. La ZAC ne se situe pas à proximité d'un arrêt de métro ou TCSP.	1		2		2		2		2
Nature du sol	**Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations**	**Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement**	**Maîtrise de l'imperméabilisation**	*Levier* Réaliser une étude sur l'imperméabilisation des sols à l'échelle de l'opération d'aménagement : Proposer des scénarios d'optimisation des espaces publics et des lots, ainsi que leurs impacts technico-économiques pour aboutir à une stratégie de réduction de l'imperméabilisation du quartier. Cette étude devra se traduire par des prescriptions (ex : coefficient de pleine terre…) pour les lots immobiliers (via les fiches de lot) et l'aménagement des espaces publics afin de réduire les surfaces imperméabilisées. Ces prescriptions devront s'inscrire dans le respect du Guide d'Aménagement des Espaces Publics et du coefficient de végétalisation du PLUi de Rennes Métropole et auront pour ambition d'aller plus loin. ET Suivre à l'échelle bâtiment, la mise en oeuvre des prescriptions intégrées aux fiches de lot. *Objectif* Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation de l'opération d'aménagement et comparaison avec l'état initial du site.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : % pleine terre) Quantitatif : % global d'imperméabilisation de l'état initial et du projet	*Objectif* Justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du site grâce à l'opération d'aménagement.	Quantitatif : % de réduction de l'imperméabilisation de l'opération par rapport à l'état initial (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération)	Le plan guide intègre une étude d'imperméabilisation des sols étudiant 3 scénarios. Les élus ont choisi le scénario intermédiaire présentant un taux d'imperméabilisation de 60%. L'opération d'aménagement ne permet pas de réduire le coefficient d'imperméabilisation de la ZAC.	2		2		2		2		3

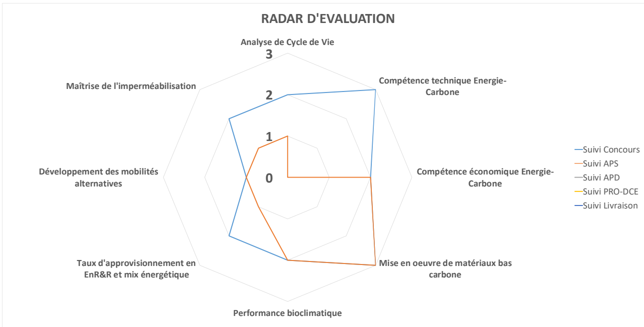


RENNES METROPOLE - REFERENTIEL ENERGIE CARBONE - Echelle des opérations de bâtiments de logements

ALTO STEP - AUXILIA
15/06/22

Thèmes énergie bas carbone (EBC)	Objectifs Stratégiques	Actions EBC	Titres graphiques	Niveau Socle Commun	Indicateurs de suivi Socle Commun	Niveau Performance (exigences cumulatives avec le Socle Commun)	Indicateurs de suivi Niveau Performance
Démarche globale	Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie-bas carbone	Optimiser l'impact carbone du bâtiment	Analyse de Cycle de Vie	*Levier* Réaliser une ACV à l'échelle du lot. ET *Objectif* Atteindre le seuil 2025 de l'indice ICconstruction logements de la RE2020. Atteindre le seuil 2022 de l'indice ICénergie logements de la RE2020.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : Indice ICconstruction, en kgeqCO_2/m² Indice Icénergie en kgeqCO_2/m²	*Objectif* Atteindre le seuil 2028 de l'indice ICconstruction logements de la RE2020. Atteindre le seuil 2025 de l'indice ICénergie logement de la RE2020.	Quantitatif : Indice ICconstruction, en kgeqCO_2/m² Indice Icénergie en kgeqCO_2/m²
	Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps	Intégrer la compétence technique Energie-Carbone	Compétence technique Energie-Carbone	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'en DCE + références chez la maîtrise d'ouvrage bâtiment	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage. ET Prévoir une mission de commissionnement de la performance énergétique (audit des lots façades enveloppe thermique et équipements techniques avec suivi consommations énergétiques)	Non / Oui
		Intégrer la compétence économique sur les sujets Energie-Carbone	Compétence économique Energie-Carbone	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'en DCE.	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment jusqu'à la livraison de l'ouvrage.	Non / Oui
Matériaux	Réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre	Mettre en œuvre les ressources locales bas carbone	Mise en oeuvre de matériaux bas carbone	*Objectif* Pour les bâtiments raccordés au RCU : Atteindre le niveau 2 du label biosourcé (labellisation non exigée). ET *Levier* Proposer au moins 1 scénario de réaménagement des surfaces en superstructure avec changement d'usage.	Quantitatif : kg de matière biosourcée / m² SDP (+ indicateur carbone biogénique stocké StockC en kgC/m2) Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Pour les bâtiments raccordés au RCU : Atteindre le niveau 3 du label biosourcé (labellisation non exigée). ET *Levier* Proposer au moins 1 scénario de réaménagement des surfaces en infrastructure (stationnements automobiles) avec changement d'usage.	Quantitatif : kg de matière biosourcée / m² SDP ((+ indicateur carbone biogénique stocké StockC en kgC/m2)) Qualitatif : Non / En cours / Oui
Energie	Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local	Concevoir des bâtiments sobres et bioclimatiques	Performance bioclimatique	*Objectif* Atteindre Bbiomax - 10%. ET Réaliser une étude d'ensoleillement des façades et justifier d'un ensoleillement direct d'au moins 2h / logement au 21 décembre. ET Atteindre 100% des logements traversant ou bi-orientés à partir du T3 (inclus). ET Mettre en oeuvre des protections solaires extérieures permettant la ventilation naturelle sur les façades Sud, Est et Ouest et généraliser les menuiseries extérieures oscillo-battantes pour faciliter la ventilation naturelle. ET Limiter les éclairages extérieurs privés (mise en valeur du bâtiment, cheminements...)	Quantitatif : Bbio projet Quantitatif : Nombre d'heures d'ensoleillement des logements au 21 décembre Quantitatif : % de logements traversants ou bi-orientés par typologie Quantitatif : % de baies exposées équipées de protections solaires + nature des protections solaires	*Objectif* Atteindre le niveau Passif certifié. ET Réaliser une étude STD sur les 10% des logements les plus défavorables, avec un fichier climatique dégradé (2050) et respecter un temps d'inconfort < 3% du temps d'occupation.	Quantitatif : PHPP conforme + attestation de labellisation Quantitatif : % de temps d'inconfort au regard du temps d'occupation des logements les plus défavorables
	Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales	Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques	Taux d'approvisionnement en EnR&R et mix énergétique	*Objectif* Mettre en oeuvre les préconisations de l'étude EnR et de la fiche de lot : - Si RCU (déjà existant ou nouvellement créé) : obligation de raccordement au réseau de chaleur. - En l'absence de RCU : Mettre en application le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot, afin d'assurer un minimum **de 20% de couverture des besoins de chaleur par des EnR** ~~à l'échelle de l'opération d'aménagement.~~ Privilégier systèmes de chauffage collectifs et systemes de rafraichissements passifs - Raccordement RCU non obligatoire pour les bâtiments certifiés Passif. ET Anticiper la mise en oeuvre de panneaux photovoltaïques en toiture en concevant des toitures PV-ready (compatibles PV), a minima en anticipant une optimisation de la surface exploitable, les conditions de fixation en toiture, les passages de réseaux et les raccordements.	Quantitatif : % de taux de couverture EnR&R des besoins de chaleur et le cas échéant d'électricité Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Mettre en oeuvre les préconisations de l'étude EnR et de la fiche de lot : - En l'absence de RCU : respecter le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot, et **assurer un minimum de 50% de couverture des besoins de chaleur par des EnR** ~~à l'échelle de l'opération d'aménagement.~~ Privilégier systèmes de chauffage collectifs et systemes de rafraichissements passifs - Raccordement RCU non obligatoire pour les bâtiments certifiés Passif. ET Mettre en oeuvre des panneaux solaires photovoltaïques en toiture. Le dimensionnement de ceux-ci devra permettre d'assurer a minima le talon des consommations électriques du bâtiment en autoconsommation individuelle, et envisager un scenario de mutualisation avec d'autres bâtiments (autoconsommation collective)	Quantitatif : % de taux de couverture EnR&R des besoins de chaud et électricité Quantitatif : kWh produit / an + % autoconsommation
Mobilité	Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun	Concevoir des îlots encourageant l'usages des mobilités douces	Développement des mobilités alternatives	*Levier* Aménager les circulations internes de l'îlot en circulations piétonnes et cyclables, notamment pour l'accès aux halls et locaux vélos. ET Concevoir des locaux vélo suffisamment dimensionnés (au regard de la part modale visée), sécurisés, facilement accessibles et confortables (éclairage naturel et si possible ventilation naturelle + ergonomie des racks à vélos). ET Mettre en application, à l'échelle des îlots, les prescriptions des fiches de lot concernant la mutualisation et le foisonnement des stationnements.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : Capacité des locaux vélo, en nombre de stationnements. Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : Nombre de places de stationnements automobiles mutualisées / foisonnées)	*Levier* Prévoir des services à la mobilité adaptés aux usages et à la localisation. Ex : station de gonflage, casiers, outillage, forfait entretien, alimentation électrique, emplacement pour vélo "atypiques" type vélo-cargo, forfait pour un service de véhicules en auto-partage à l'échelle de l'opération d'aménagement (ou autre échelle) ...	Qualitatif : Non / En cours / Oui
Nature du sol	Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations	Aménager des îlots perméables	Maîtrise de l'imperméabilisation	*Levier* Justifier de l'intégration des prescriptions issues de l'étude à l'échelle quartier et retranscrites dans les fiches de lot. ET Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation du lot. Comparer avec l'état initial du site.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : % pleine terre) Quantitatif : % de taux d'imperméabilisation du projet	*Levier* Justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du lot.	Quantitatif : % de réduction de l'imperméabilisation du lot par rapport à l'état initial (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération)

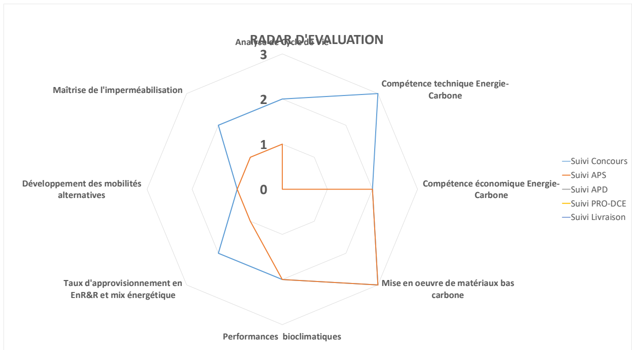
Titres graphiques	Suivi Concours – Analyse	Suivi Concours – Notation (0 à 3)	Suivi APS – Analyse	Suivi APS – Notation (0 à 3)	Suivi APD – Analyse	Suivi APD – Notation (0 à 3)	Suivi PRO-DCE – Analyse	Suivi PRO-DCE – Notation (0 à 3)	Suivi Livraison – Analyse	Suivi Livraison – Notation (0 à 3)
Analyse de Cycle de Vie		2		1						
Compétence technique Energie-Carbone		3		0						
Compétence économique Energie-Carbone		2		2						
Mise en oeuvre de matériaux bas carbone		3		3						
Performance bioclimatique		2		2						
Taux d'approvisionnement en EnR&R et mix énergétique		2		1						
Développement des mobilités alternatives		1		1						
Maîtrise de l'imperméabilisation		2		1						



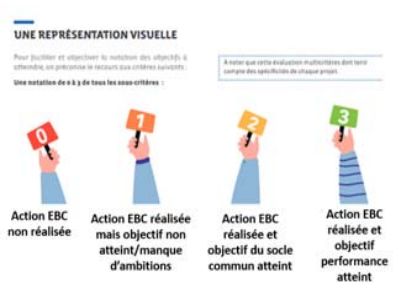
RENNES METROPOLE - REFERENTIEL ENERGIE CARBONE - Echelle des opérations de bâtiments de bureaux

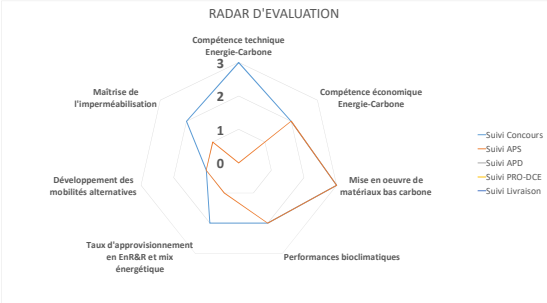
ALTO STEP - AUXILIA
15/06/22

Thèmes énergie bas carbone (EBC)	Objectifs Stratégiques	Actions EBC	Titres graphiques	Niveau Socle Commun	Indicateurs de suivi Socle Commun	Niveau Performance (exigences cumulatives avec le Socle Commun)	Indicateurs de suivi Niveau Performance	Suivi Concours – Analyse	Suivi Concours – Notation (0 à 3)	Suivi APS – Analyse	Suivi APS – Notation (0 à 3)	Suivi APD – Analyse	Suivi APD – Notation (0 à 3)	Suivi PRO-DCE – Analyse	Suivi PRO-DCE – Notation (0 à 3)	Suivi Livraison – Analyse	Suivi Livraison – Notation (0 à 3)
Démarche globale	Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie-bas carbone	Optimiser l'impact carbone du bâtiment	Analyse de Cycle de Vie	*Levier* Réaliser une ACV à l'échelle du lot. ET *Objectif* Atteindre le seuil 2022 de l'indice ICconstruction bureaux de la RE2020. Atteindre le seuil 2025 de l'indice ICénergie bureaux de la RE2020.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : Indice ICconstruction, en kgeqCO_2/m² Indice Icénergie en kgeqCO_2/m²	*Objectif* Atteindre le seuil 2028 de l'indice ICconstruction bureaux de la RE2020.	Quantitatif : Indice ICconstruction, en kgeqCO_2/m²		2		1						
	Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps	Intégrer la compétence technique Energie-Carbone	Compétence technique Energie-Carbone	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'en DCE + références chez la maîtrise d'ouvrage bâtiment. ET Prévoir une mission de commissionnement de la performance énergétique (audit des lots façades enveloppe thermque et équipements techniques avec suivi consommations énergétques)	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage. Prévoir une mission de commissionnement de la performance énergétique (audit des lots façades enveloppe thermque et équipements techniques avec suivi consommations énergétiques)	Non / Oui		3		0						
		Intégrer la compétence économique sur les sujets Energie-Carbone	Compétence économique Energie-Carbone	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'en DCE.	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment jusqu'à la livraison de l'ouvrage.	Non / Oui		2		2						
Matériaux	Réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre	Mettre en œuvre les ressources locales bas carbone	Mise en oeuvre de matériaux bas carbone	*Objectif* Atteindre le niveau 1 du label biosourcé (labellisation non exigée). ET *Levier* Proposer au moins 1 scénario d'évolutivité et du bâti pour adaptation à de nouveaux usages et justifier la démontabilité possible de l'ensemble des matériaux de second oeuvre en vue de leur réemploi ou recyclage.	Quantitatif : kg de matière biosourcée / m² SDP (+ indicateur carbone biogénique stocké StockC en kgC/m2) Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Atteindre le niveau 3 du label biosourcé (labellisation non exigée). ET *Levier* Proposer au moins 1 scénario de réaménagement des surfaces en infrastructure (stationnements automobiles) avec changement d'usage.	Quantitatif : kg de matière biosourcée / m² SDP (+ indicateur carbone biogénique stocké StockC en kgC/m2) Qualitatif : Non / En cours / Oui		3		3						
Energie	Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local	Concevoir des bâtiments sobres et bioclimatiques	Performances bioclimatiques	*Objectif* **Atteindre le niveau de performance Passif certifié** ET Mettre en oeuvre des protections solaires extérieures sur les façades Sud, Est et Ouest. La réalisation d'une étude STD sur l'ensemble du bâtiment, avec un fichier climatique dégradé (2050) comme outil d'aide à la conception est encouragée, mais non imposée. ET Limiter les éclairages extérieurs privés (mise en valeur du bâtiment, cheminements, stationnements, enseignes...) *Dérogation exceptionnelle* *Les opérations n'atteignant pas le niveau Passif certifié (demande de derrogation à justifier) devront respecter a minima Bbio-10%, ICconstruction 2025, Biosourcé niveau 3, STD justifiant d'un taux d'inconfort < 3%, raccordement au RCU et couvrir 30% des surfaces de toiture de panneaux solaires photovoltaïques.*	Quantitatif : PHPP conforme + attestation de labellisation Quantitatif : % de temps d'inconfort au regard du temps d'occupation des locaux Cf. indicateurs de niveau Performance	*Objectif* **Atteindre le niveau de performance Passif PLUS certifié.**	Quantitatif : PHPP conforme + attestation de labellisation		2		2						
	Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales	Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques	Taux d'approvisionnement en EnR&R et mix énergétique	*Objectif* Mettre en oeuvre les préconisations de l'étude EnR et de la fiche de lot : - Si RCU ou boucle tempérée (déjà existant ou nouvellement créé) : obligation de raccordement, pour les bâtiments bénéficiant d'une dérogation exceptionnelle au niveau Passif. Raccordement non obligatoire pour les bâtiments certifiés Passif ou Passif PLUS. - En l'absence de RCU : mettre en application le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot. - Mettre en oeuvre des mutualisations énergétiques avec les programmes voisins. ET Anticiper la mise en oeuvre de panneaux photovoltaïques en toiture en concevant des toitures PV-ready, a minima en anticipant une optimisation de la surface exploitable, les conditions de fixation en toiture, les passages de réseaux et les raccordements. ET Privilégier systemes de rafraîchissemenst passifs. En cas de production de froid, assurer un approvisionnement en froid renouvelable (ex : boucle tempérée sur géothermie). En cas de production de froid électrique (ex : VRV/DRV), compenser, a minima, 100% de la consommation énergétique liée à la production de froid par des EnR (ex : panneaux PV) et limiter l'impact des fluides frigorigène en justifiant d'un GWP < 10, pour les bâtiments équipés d'unités avec compresseur à vis, GWP < 700 pour les bâtiments équipés d'unités avec compresseurs scroll, GWP < 150 pour le froid commercial.	Quantitatif : % des surfaces de toitures couvertes de panneaux solaires PV Quantitatif : % de couverture des besoins en froid par des EnR&R Quantitatif : GWP des fluides frigorigène mise en œuvre.	*Objectif* Atteindre le niveau Passif PLUS certifié : produire 60 kWh/m²/an d'emprise au sol du bâtiment (soit un minima de 35% des surfaces de toiture en panneaux PV) ET Mettre en œuvre des ombrières photovoltaïques sur les parkings extérieurs privés (le cas échéant). ET Justifier d'un potentiel de flexibilité électrique et d'un programme de Maîtrise de l'Energie (Pilotage énergétique, smart-grid, R2S).	Quantitatif : % des surfaces de toitures couvertes de panneaux solaires PV Qualitatif : Non / En cours / Oui		2		1						
Mobilité	Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun	Concevoir des îlots encourageant l'usages des mobilités douces	Développement des mobilités alternatives	*Levier* Concevoir des locaux vélo suffisamment dimensionnés (au regard de la part modale visée), sécurisés, facilement accessibles et confortables (éclairage naturel et si possible ventilation naturelle + ergonomie des racks à vélos). ET Aménager les circulations internes de l'îlot en circulations piétonnes et cyclables, notamment pour l'accès aux halls et locaux vélos. ET Mettre en application, à l'échelle des îlots, les prescriptions des fiches de lot concernant la mutualisation et le foisonnement des stationnements.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : Capacité des locaux vélo, en nombre de stationnements. Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : Nombre de places de stationnements automobiles mutualisées / foisonnées)	Levier Prévoir des services à la mobilité adaptés aux usages et à la localisation. Ex : forfait pour les services de transports collectifs ou partagés mis en oeuvre à l'échelle de l'opération d'aménagement (ou autre échelle), services dédiés pour encourager la mobilité cyclables (station de gonflage, casiers, outillage, forfait entretien, alimentation électrique, emplacement pour vélo "atypiques" type vélo-cargo,...)	Qualitatif : Non / En cours / Oui		1		1						
Nature du sol	Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations	Aménager des îlots perméables	Maîtrise de l'imperméabilisation	*Levier* Justifier de l'intégration des prescriptions issues de l'étude à l'échelle quartier et retranscrites dans les fiches de lot. ET Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation du lot. Comparer avec l'état initial du site.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : % pleine terre) Quantitatif : % de taux d'imperméabilisation du projet	*Levier* Justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du lot.	Quantitatif : % de réduction de l'imperméabilisation du lot par rapport à l'état initial (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération)		2		1						



RENNES METROPOLE - REFERENTIEL ENERGIE CARBONE - Echelle des opérations de bâtiments d'activités, hors bureaux							ALTO STEP - AUXILIA 15/06/22	Suivi Concours		Suivi APS		Suivi APD		Suivi PRO-DCE		Suivi Livraison	
Thèmes énergie bas carbone (EBC)	**Objectifs Stratégiques**	**Actions EBC**	**Titres graphiques**	**Niveau Socle Commun**	**Indicateurs de suivi Socle Commun**	**Niveau Performance (exigences cumulatives avec le Socle Commun)**	**Indicateurs de suivi Niveau Performance**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**	**Analyse**	**Notation (0 à 3)**
Démarche globale	**Evaluer l'impact carbone de l'opération pour aider à la décision sur les ambitions / niveaux de performances énergie-bas carbone**	**Optimiser l'impact carbone du bâtiment**	**Analyse de Cycle de Vie**	/	/	/	/		2		1						
	Garantir les performances énergie bas carbone et leur suivi dans le temps	**Intégrer la compétence technique Energie-Carbone**	**Compétence technique Energie-Carbone**	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'en DCE + références chez la maîtrise d'ouvrage bâtiment. ET Prévoir une mission de commissionnement de la performance énergétique (audit des lots façades enveloppe thermique et équipements techniques avec suivi consommations énergétiques)	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'à la livraison de l'ouvrage. Prévoir une mission de commissionnement de la performance énergétique (audit des lots façades enveloppe thermique et équipements techniques avec suivi consommations énergétiques)	Non / Oui		3		0						
		Intégrer la compétence économique sur les sujets Energie-Carbone	**Compétence économique Energie-Carbone**	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment a minima jusqu'en DCE.	Non / Oui	*Levier* Intégrer la compétence à la MOE Bâtiment jusqu'à la livraison de l'ouvrage.	Non / Oui		2		2						
Matériaux	**Réduire l'impact carbone des matériaux mis en oeuvre**	**Mettre en oeuvre les ressources locales bas carbone**	**Mise en oeuvre de matériaux bas carbone**	*Objectif* Atteindre le niveau 3 du label biosourcé (labellisation non exigée). ET *Levier* Proposer au moins 1 scénario d'évolutivité et du DEI pour adaptation à de nouveaux usages et justifier la démontabilité possible de l'ensemble des matériaux de second oeuvre, de leur réemploi ou recyclage.	Quantitatif : kg de matière biosourcée / m² SDP (+ indicateur carbone biogénique stocké StockC en kgC/m2) Qualitatif : Non / En cours / Oui	*Objectif* Construire le bâtiment en structure biosourcée.	Qualitatif : Non / En cours / Oui		3		3						
Energie	**Réduire les consommations énergétiques en exploitant les apports solaires passifs et en anticipant les évolutions du climat local**	**Concevoir des bâtiments sobres et bioclimatiques**	**Performances bioclimatiques**	*Levier* Appliquer les préconisations énergétiques de la fiche de lot et optimiser les consommations énergétiques des process. ET Mettre en oeuvre des protections solaires extérieures permettant la ventilation naturelle sur les façades Sud, Est et Ouest. ET Limiter les éclairages extérieurs privés (mise en valeur du bâtiment, cheminements, stationnements, enseignes…)	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : % de baies exposées équipées de protections solaires + nature des protections solaires	/	/		2		2						
	Articuler les consommations énergétiques avec la production d'énergies renouvelables locales	**Approvisionner les bâtiments avec des EnR&R et atteindre un mix énergétique défini et un taux de couverture des besoins énergétiques**	**Taux d'approvisionnement en EnR&R et mix énergétique**	*Objectif* Mettre en oeuvre les préconisations de l'étude EnR et de la fiche de lot : - Si RCU ou boucle tempérée (déjà existant ou nouvellement créé) : obligation de raccordement. - En l'absence de RCU : mettre en application le taux de couverture EnR demandé dans l'étude EnR et la fiche de lot. - Mise en oeuvre de mutualisations énergétiques avec les bâtiments voisins. ET Couvrir de panneaux solaires photovoltaïque au moins 30% des surfaces de toiture, en envisageant une valorisation en circuit court (auto-consommation collective). ET Assurer un approvisionnement en froid renouvelable (ex : boucle tempérée sur géothermie). En cas de production de froid électrique (ex : VRV/DRV), comprenar, a minima, 100% de la consommation énergétique liée à la production de froid par des EnR (ex : panneaux PV) et limiter l'impact des fluides frigorigène en justifiant d'un GWP < 10, pour les bâtiments équipés d'unités avec compresseur à vis, GWP < 700 pour les bâtiments équipés d'unités avec compresseurs scroll, GWP < 150 pour le froid commercial.	Quantitatif : % des surfaces de toitures couvertes de panneaux solaires PV Quantitatif : % de couverture des besoins en froid par des EnR&R Quantitatif : GWP des fluides frigorigène mise en oeuvre.	*Objectif* Couvrir de panneaux solaires photovoltaïque au moins 50% des surfaces de toiture, en envisageant une valorisation en circuit court (auto-consommation collective). ET Mettre en oeuvre des ombrières photovoltaïques sur les parkings extérieurs privés (le cas échéant). ET Justifier d'un potentiel de flexibilité électrique (smart-grid, R25).	Quantitatif : % des surfaces de toitures couvertes de panneaux solaires PV Qualitatif : Non / En cours / Oui		2		1						
Mobilité	**Augmenter la part modale des mobilités douces et favoriser l'accès aux transports en commun**	**Concevoir des lots encourageant l'usages des mobilités douces**	**Développement des mobilités alternatives**	*Levier* Concevoir des locaux vélo suffisamment dimensionnés (au regard de la part modale visée), sécurisés, facilement accessibles et confortables (éclairage naturel et si possible ventilation naturelle + ergonomie des racks à vélos). ET Aménager les circulations internes de l'îlot en circulations piétonnes et cyclables, notamment pour l'accès aux halls et locaux vélos. ET Mettre en application, à l'échelle des îlots, les prescriptions des fiches de lot concernant la mutualisation et le foisonnement des stationnements.	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : Capacité des locaux vélo, en nombre de stationnements. Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : Nombre de places de stationnements automobiles mutualisées / foisonnées)	*Levier* Prévoir des services à la mobilité adaptés aux usages et à la localisation. Ex : forfait pour les services de transports collectifs ou partagés mis en oeuvre à l'échelle de l'opération d'aménagement (ou autre échelle), services dédiés pour encourager la mobilité cyclistes (station de gonflage, casiers, outillage, forfait entretien, alimentation électrique, emplacement pour vélo "atypiques" type vélo-cargo,…)	Qualitatif : Non / En cours / Oui		1		1						
Nature du sol	**Limiter l'imperméabilisation des sols des opérations**	**Aménager des lots perméables**	**Maîtrise de l'imperméabilisation**	*Levier* Justifier de l'intégration des prescriptions issues de l'étude à l'échelle quartier et retranscrites dans les fiches de lot. ET Calculer et fournir les taux d'imperméabilisation du lot. Comparer avec l'état initial du site. ET	Qualitatif : Non / En cours / Oui Quantitatif : variable suivant les prescriptions (ex : % pleine terre) Quantitatif : % de taux d'imperméabilisation du projet	*Levier* Justifier d'une réduction de l'imperméabilisation du lot.	Quantitatif : % de réduction de l'imperméabilisation du lot par rapport à l'état initial (la valeur cible dépend des objectifs fixés pour l'opération)		2		1						





Bibliographie

Bibliographie

- ✓ THE SHIFTERS. Synthèse du rapport AR6 du GIEC publié le 09/08/2021. [en ligne]. Disponible sur : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/08/Synthese_Rapport-AR6-du-GIEC_09-08-2021_Shifters.pdf.
- ✓ Le Monde. Urbanisme : comment les villes reprennent la main sur l'aménagement de leurs territoires. [en ligne]. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/07/16/urbanisme-comment-les-villes-reprennent-la-main-sur-l-amenagement-de-leurs-territoires_6088434_3234.html
- ✓ Ministère de la transition écologique. Stratégie Nationale Bas Carbone. [en ligne]. Disponible sur : https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc
- ✓ Association BBCA. Manuel Construire Bas Carbone à l'usage des décideurs. [en ligne]. Disponible sur : https://www.batimentbascarbone.org/manuel-bbca-construire-bas-carbone-pour-les-decideurs/
- ✓ PCAET de Rennes Métropole. [en ligne]. Disponible sur : https://metropole.rennes.fr/le-plan-climat-de-rennes-metropole
- ✓ BBCA Quartier. Les grands chiffres de l'empreinte carbone du quartier. Disponible sur : https://www.batimentbascarbone.org/bbca-quartier/
- ✓ Démarche Négawatt : https://negawatt.org/sobriete-efficacité
- ✓ Annuaire des professionnels des éco-matériaux en Bretagne : https://www.batylab.bzh/annuaire-eco-materiaux
- ✓ Méthode Quartier Energie Carbone : https://www.hqegbc.org/projet-quartier-energie-carbone/
- ✓ Guide Prise en compte de l'énergie dans les projets d'aménagement : https://www.hespul.org/fr/actualites/publication-guide-hespul-prise-en-compte-de-lenergie-dans-les-projets-damenagement/

DOCUMENTS CADRE DE RENNES METROPOLE

- ✓ PCAET : https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/inline-files/PCAET_RM_2019-24_0.pdf
- ✓ PAEDC : Plan d'action en faveur de l'énergie durable et du climat (Ville de Rennes) : https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/file-PolPub/PAEDC%20VDR.pdf
- ✓ PLUi RM et OAP Santé Energie Climat : https://metropole.rennes.fr/consulter-les-documents-du-plan-local-durbanisme-intercommunal-plui
- ✓ PLH : programme local de l'habitat : https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/file-PolPub/Le_Plan_Local_de_l_Habitat_de_Rennes_Metropole_-_2015-20.pdf
- ✓ PDU : plan de déplacements urbains : https://metropole.rennes.fr/le-plan-de-deplacements-urbains-pdu-2019-2030
- ✓ GAEP Guide aménagement des espaces publics (AUDIAR) : https://www.audiar.org/publication/urbanisme-et-planification/espaces-publics-et-morphologie-urbaine/guide-damenagement-des-espaces-publics
- ✓ Guide des bâtiments commerciaux du Pays de Rennes – en cours
- ✓ Plans de circulations
- ✓ Plan Bruit : https://metropole.rennes.fr/un-plan-bruit-pour-lutter-contre-les-nuisances-sonores-du-trafic-routier
- ✓ Réseau express vélo
- ✓ Plan extinction éclairage
- ✓ Cahier technique des équipements publics
- ✓ Guide technique de la récupération de l'eau de pluie : https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/VP-documents/Guide-R%C3%A9cup%C3%A9ration-EP-web.pdf
- ✓ Guides matériaux bio-sourcés : http://www.iaur.fr/guide-des-materiaux-pour-une-construction-plus-durable-iaur-rennes-metropole/

RÉFÉRENTIEL ÉNERGIE ET BAS CARBONE POUR LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

RENNES MÉTROPOLE

Guide méthodologique à destination des aménageurs et des concepteurs

Septembre 2022

ALTO STEP | AUXILIA | VPEAS

SOMMAIRE

1. Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet par l'aménageur

1.1. Les temps forts d'une opération d'aménagement.....6
1.2. Le temps de la planification.....7
1.2.1. Impact énergie-carbone et documents cadres.....7
1.2.2. Impact énergie-carbone et urbanisme.....8
1.2. Le temps de l'aménagement.....11
1.2.1. Impact carbone du terrain.....11
1.3. Le temps de la conception urbaine.....12
1.3.1. Études pré-opérationnelles.....12
1.4. Le temps de la conception des bâtiments.....14
1.4.1. Conception environnementale des bâtiments.....14
1.5. Le temps de la construction.....15
1.5.1. Réalisation des bâtiments et espaces publics.....15
1.6. Le temps de l'exploitation et du suivi.....16
1.6.1 Assurer la pérennité des performances énergie-carbone des bâtiments en phase exploitation.....16
1.7. Les prescriptions et études à suivre pour réussir un projet bas carbone.....17
1.8. Frise chronologique pour l'intégration des enjeux EBC.....18

2. Vérification et contrôle à l'échelle bâtiment

3. Les leviers de performance énergie bas carbone

3.1. Organisation des fiches thématiques.....33
3.2. Liste des fiches thématiques.....34
3.3. A l'échelle de l'opération d'aménagement.....35
3.3.1. Conception bioclimatique.....36
3.3.2. Impact carbone des espaces publics.....37
3.3.3. Mobilités douces.....39
3.3.4. Métabolisme urbain & Réemploi.....41
3.3.5. Stationnement automobile.....44
3.3.6. Le réseau de chaleur urbain.....47
3.4. A l'échelle de l'îlot.....51
3.4.1. Systèmes de production d'EnR décentralisées.....52
3.5. A l'échelle du bâtiment.....55
3.5.1. Conception bioclimatique.....56
3.5.2. Démolition – Reconstruction.....60
3.5.3. Rénovation bas carbone.....62
3.5.4. La construction bois.....63
3.5.5. La construction en béton moins carboné.....66
3.5.6. Les éco-matériaux en Second Œuvre.....67
3.5.7. Le bâtiment performant et passif.....69

Bibliographie

Annexes

Synthèse de l'audit mené sur 11 ZAC métropolitaines.....77
Synthèse des ateliers.....82

Glossaire

ACV	Analyse de Cycle de Vie
AMO	Assistance à la Maitrise d'Ouvrage
AVP	Avant Projet
BBCA	Bâtiment Bas Carbone
Bbio	Besoin Bioclimatique
BET	Bureau d'Étude Technique
CBS	Coefficient de Biotope par Surface
CCCT	Cahier des Charges de Cession de Terrain
Cep	Coefficient d'énergie primaire
CLT	Cross Laminated Timber ou Bois Lamellé Croisé
CO2	Dioxyde de Carbone
ECS	Eau Chaude Sanitaire
Eges	Indicateur des Emissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie
EnR	Énergie Renouvelable
EnR&R	Énergie Renouvelable et de Récupération
eqCO2	Équivalent en dioxyde de carbone
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat
HQE	Haute Qualité Environnementale
HT	Hors Taxe
IC	Indice carbone
ITE	Isolation Thermique par l'Extérieur
ITI	Isolation Thermique par l'intérieur
kWh	Kilowattheure
MOA	Maîtrise d'Ouvrage
MOE	Maîtrise d'Oeuvre
MWh	Mégawattheure
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PLH	Programme Local de l'Habitat
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
RCU	Réseau de Chaleur Urbain
RE 2020	Règlementation Environnementale 2020
RT 2012	Règlementation Thermique 2012
SDP	Surface De Plancher

Glossaire

SHAB	Surface Habitable
SHON	Surface Hors Oeuvre Nette
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
STD	Simulation Thermique Dynamique
SU	Surface Utile
VRD	Voirie et Réseaux Divers
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
ZAE	Zone d'Activités Économiques

1 Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Cette section, principalement à destination des **aménageurs et maîtres d'ouvrage**, a vocation à donner les axes de travail prioritaires et les jalons à ne pas manquer pour limiter le bilan carbone d'un projet d'aménagement.

Les temps forts d'une opération d'aménagement

Intervention forte de…

- A …l'aménageur
- C …la collectivité
- O …l'opérateur
- M …la maîtrise d'œuvre
- G …le gestionnaire

Temps de la planification

- Quels points d'appui offrent les documents cadre de Rennes Métropole pour planifier un projet bas carbone ?
- Zoom sur l'OAP Energie-Climat

C

Temps de l'aménagement

- Impact de la mixité programmatique et des conditions de mobilité
- Impact carbone du choix du terrain, changement de destination des sols…

A C

Temps de la conception

- Quelles **études pré-opérationnelles** lancer pour encadrer un projet d'aménagement bas carbone ? (études bioclimatiques, énergétiques…)
- Comment encadrer et suivre des **projets immobiliers** bas carbone ?

O A

Temps de la construction

- Comment planifier et encadrer un **chantier** à moindre impact sur l'énergie et le carbone ?

A O M

A C G

Temps de l'exploitation et du suivi

- Comment **pérenniser** les ambitions énergie-carbone en exploitation ?
- Quel **suivi** adopter ?

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de la planification

Impact énergie-carbone et documents cadres

Les décisions politiques et directives liées aux règlements d'urbanisme ont des conséquences directes et importantes sur l'empreinte carbone d'un projet.

Les documents de planification territoriale (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET), Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT), Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) **et surtout le Plan Local d'Urbanisme (PLU) et le Plan Local de l'Habitat (PLH), établis par les collectivités, qui sont juridiquement opposables** sont des leviers essentiels et efficaces pour agir sur les politiques territoriales de réduction de l'empreinte carbone et sur la réduction de l'impact carbone dans l'acte de construire et de rénover.

Encourageant les projets innovants, ces documents d'urbanisme sont des outils pertinents notamment pour:

- **Lever les freins** à la construction bas carbone,
- Créer des **Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) spécifiques** sur le sujet bas carbone dans le PLUi (déjà réalisé par Rennes Métropole) ;
- Encourager les projets bas carbone, avec la prescription **d'objectifs ambitieux** et des dispositifs incitatifs prévus par le code de l'urbanisme comme les **bonus de constructibilité** ou les **secteurs de performance énergétique** ;
- **Reconstruire la ville sur la ville :** Privilégier le renouvellement urbain et limiter les aménagements en extension urbaine, sur des espaces non-artificialisés, parfois puits de carbone : **Objectif Zéro Artificialisation Nette**.
- Valoriser les **rénovations bas carbone** en incitant à la réhabilitation plutôt qu'à la démolition / reconstruction (cf. dispositif écoTravo) ;
- **Encourager la réversibilité,** notamment des nouveaux parkings construits en superstructure et des bureaux neufs.

Localement, d'autres documents d'urbanismes sont à prendre en compte, notamment le Plan de Déplacements Urbains ou encore le Guide de l'Aménagement des Espaces Publics.

→ **Bonus financier autour du label BBCA, Ile-de-France**

Pour le logement social	Label BBCA neuf	Label BBCA rénovation
Région îledeFrance	500 € par logement[12]	
VILLE DE PARIS	20 € par m² de surface utile[13]	20 € par m² de surface utile[13]

Exemple de dispositif incitatif : Circulaire bonus de financement du logement social et intermédiaire de la Ville de Paris, 2019. ***Le bonus BBCA porte sur le logement social et intermédiaire.***

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de la planification

Impact énergie-carbone et urbanisme

L'Orientation d'Aménagement et de Programmation Santé – Climat – Energie

Pour mettre en application le PCAET et ses objectifs de façon prescriptive, Rennes Métropole a intégré à son PLUi un PADD et des OAP permettant d'orienter les choix d'aménagement fait sur les nouveaux projets. L'OAP Santé – Climat – Energie regroupe donc 6 orientations qui sont en accord avec l'élaboration de ce référentiel autour des thématiques Climat et Energie.

- **Améliorer le confort d'hiver**: réduire les consommations énergétiques en optimisant le bioclimatisme des bâtiments (orientation, inertie, compacité…) et par la priorisation donnée à la sobriété énergétique (apports solaires passifs, performance de l'enveloppe, niveau Passif…). Au-delà de limiter les consommations et les factures énergétiques, ces paramètres doivent permettre d'améliorer le confort thermique des bâtiments.

- **Améliorer le confort d'été**: limiter le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) à l'échelle des projets d'aménagement, réduire des besoins en rafraîchissement actif des bâtiments en favorisant des solutions passives, etc.

- **Intégrer la végétalisation et prendre en compte du cycle de l'eau**: améliorer les conditions de confort thermique des espaces urbains et des logements, renforcer la présence du végétal, lutter contre l'imperméabilisation, gérer les eaux pluviales à la parcelle, économiser la ressource en eau, développer la biodiversité en ville.

- **Améliorer la qualité de vie et la santé en réduisant les nuisances urbaines**: réduire l'exposition des populations aux polluants atmosphériques, aux nuisances sonores, etc. Optimiser la qualité sanitaire de l'air à l'intérieur des bâtiments.

- **Réduire l'impact carbone des aménagements et des bâtiments**, à la construction et tout au long de leur durée de vie par la mixité fonctionnelle, le développement des modes de déplacements doux, la mutualisation des ouvrages (EnR, stationnement…), le développement des EnR&R produites localement, la mutualisation et le développement des systèmes énergétiques innovants, ainsi que la conception de bâtiments évolutifs et le développement de l'emploi de matériaux faiblement émissifs (biosourcés, géosourcés, de réemploi) et issus de filières locales.

L'OAP décline ces 6 thématiques autour des **3 grandes échelles de projet**:
- L'échelle du quartier ou de **l'opération d'aménagement**
- L'échelle de l'**îlot**
- L'échelle de la parcelle ou du **bâtiment**

Ce référentiel reprendra et présentera certaines des recommandations de l'OAP (de façon non exhaustive) dans les parties relatives à chaque échelle, citées précédemment, de projets et orientations.

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de la planification

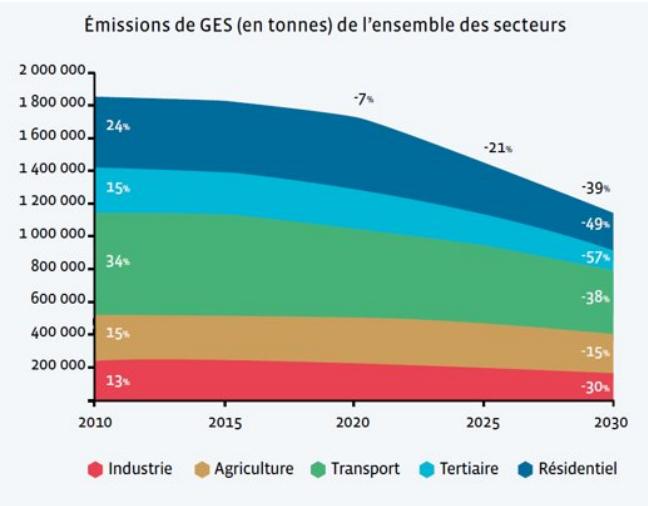
Impact énergie-carbone et urbanisme

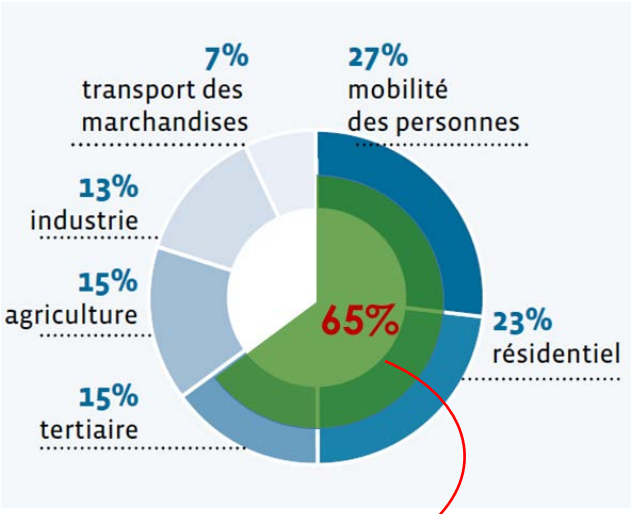
Le Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) est un document réglementaire et un outil de planification qui a pour but d'aider les territoires à fixer des objectifs en faveur d'une atténuation du changement climatique, d'un développement des énergies renouvelables et d'un maîtrise des consommations énergétiques.

Le PCAET 2019-2024 de Rennes Métropole a été établi dans l'objectif de diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre (GES) par habitant. L'aménagement de la métropole touche 65% des émissions à réduire. Ce référentiel vient accompagner les efforts à mettre en œuvre à l'échelle de l'aménagement pour rendre effective cette réduction.

Le PCAET: Une feuille de route pour diviser par deux les émissions de GES par habitant

En 2010, sur le territoire de Rennes Métropole, les émissions de gaz à effet de serre étaient évaluées à **1,9 Million de tonnes** équivalent CO_2 répartis comme suit.





Leviers concernés par le référentiel

Des **actions** ambitieuses pour atteindre ces objectifs sur toutes les thématiques bas carbone:

Energie

- 100% des logements passifs ou à énergie positives dans les opérations publics - 2024
- Couvrir 25% des besoins d'énergie en triplant l'usage des EnR – 2024

Construction

- Construire avec des matériaux biosourcés en anticipant les réglementations thermiques
- Rénover 25% des surfaces de bâtiments tertiaires – 2030
- Rénover 6000 logements privés par an - 2024

Transport

- Réduire le trafic routier de 10% - 2030
- Un parc 100% bus propre – 2030
- 85% de voyage supplémentaire sur le réseau STAR - 2030

Déchet

- Atteindre 100% des déchets valorisés – 2024

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de la planification

Impact énergie-carbone et urbanisme

La mixité programmatique

Faire le choix d'une programmation regroupant différents besoins permet de limiter l'impact carbone d'un quartier de plusieurs manières.

Tout d'abord en limitant le nombre de déplacements et les émissions qui en découlent. En effet, si au pied de leurs logements différents commerces et activités sont proposés, cela réduira le besoin pour les habitants de prendre leur voiture pour en trouver plus loin. Proposer des rez-de-chaussée actifs est donc essentiel au bon développement d'un quartier. Mais pour que celui-ci puisse s'animer toute la journée, il est aussi important d'y implanter une activité tertiaire, artisanale voire industrielle. Ainsi les habitants pourraient avoir la possibilité de vivre à proximité de leur lieu de travail (limitant d'autant plus les déplacements) mais aussi de faire vivre leur quartier à tout moment.

Une mixité programmatique permet aussi de mutualiser certains espaces, et notamment les parkings entre les résidents et les employés du quartier.

Diversifier les usages d'un site permet aussi de mutualiser les besoins énergétiques et de créer des synergies entre ces besoins, avec des procédés émergents comme l'autoconsommation collective d'électricité renouvelable, les boucles tempérées, la récupération de chaleur…

La mixité programmatique permet donc de diminuer l'impact carbone d'un quartier en limitant les déplacements et en mutualisant les besoins (parkings utilisés pour les bureaux la journée, pour les logements le soir).
Bien que complexe à mettre en place dans la pratique, elle gagnerait à être généralisée à l'ensemble des projets.

Les transports en commun

Les déplacements représentent 25% de l'empreinte carbone du français moyen. Réduire ces émissions passe notamment par le développement des transports en commun et de leur usage par rapport à celui de la voiture individuelle.

Pour faire évoluer les chiffres des différentes parts modales en faveur des transports en commun et des modes actifs (marche, vélo…), les agglomérations peuvent aussi opter pour des mesures réglementaires (réduction du nombre de places de stationnements automobiles, mise en place de vignette type Crit'Air, promotion des transports en commun avec tarifs incitatifs voir gratuité, etc.)

0.8 tCO_2e/an/pers

0.15 tCO_2e/an/pers

5 fois moins d'émissions carbone pour un trajet domicile-travail (10km aller-retour)

Source : https://ecotoxicologie.fr/empreinte-carbone-déplacements, à partir de données ADEME

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de l'aménagement

Impact carbone du terrain

Le site d'implantation et ses caractéristiques contribueront à l'impact carbone du futur projet d'aménagement.

La nature du sol

La nature du sol d'une opération d'aménagement peut contraindre le maître d'ouvrage de l'opération immobilière à réaliser des travaux spécifiques avec un impact carbone important : par exemple des fondations dites « profondes » si le terrain est proche d'un cours d'eau, le comblement d'une carrière assurant la stabilité de l'ouvrage ou l'étanchéité d'un parking enterré avec un revêtement spécifique. Quelque soit le cas de figure, on appliquera la démarche ERC : Eviter, Réduire, Compenser afin de limiter l'atteinte à l'environnement.

La destination du sol

Gérées durablement, les terres agricoles et les forêts offrent des services écosystémiques stockant naturellement le carbone dans les sols et le végétal, en abritant de la biodiversité et contribuant à la régulation des eaux de pluie qui alimentent les nappes phréatiques.

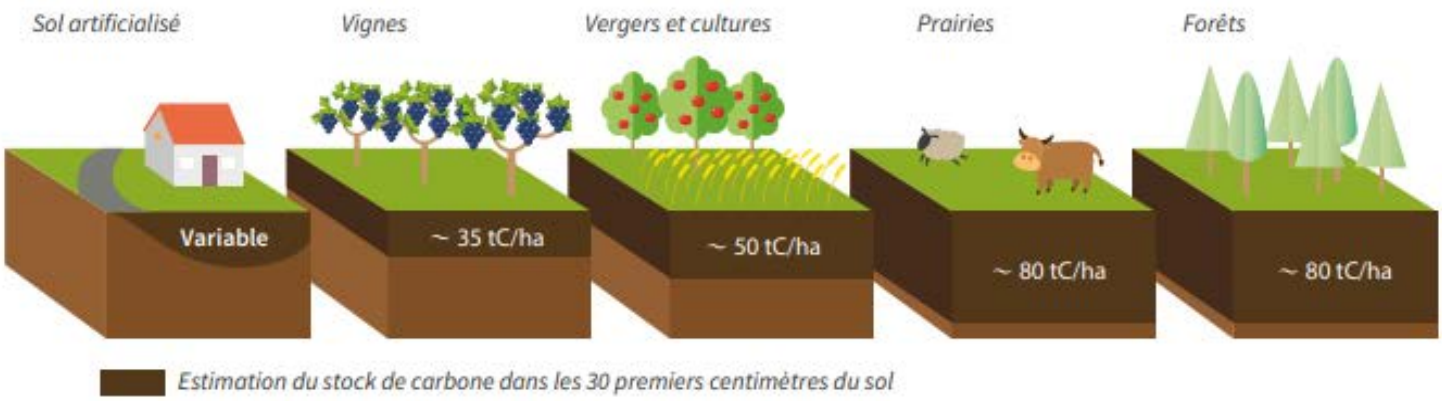
La préservation des sols est indispensable dans une approche environnementale bas carbone. Comme l'illustre le schéma ci-dessous, l'artificialisation va réduire, voire supprimer, l'effet puits carbone (stockage de 35t/ha à 80t/ha) et entraîner une perte de biodiversité. L'artificialisation va également entrainer des émissions carbones lors de la viabilisation des terrains urbanisés (travaux de VRD notamment), de construction et d'exploitation des bâtiments…
Cette approche de préservation des sols permettra de contribuer à l'objectif national ZAN, qui vise à diviser par deux le rythme d'artificialisation des sols, à l'horizon 2030, par rapport à la consommation d'espaces observée depuis 2010.

Ainsi, privilégier la densification plutôt que l'étalement urbain, construire la ville sur la ville est un fondamental de la démarche bas carbone et aura en plus une incidence vertueuse sur les émissions liées aux déplacements.

La dépollution du sol

Des projets d'aménagements peuvent se trouver sur d'anciens sites industriels comme des friches polluées dont la dépollution nécessite des coûts et des moyens importants.
Ces moyens ont une grande empreinte carbone plus ou moins élevée. Le projet SOLENV du BRGM (datant d'octobre 2011) a calculé un impact carbone de 7 à 220 $kgCO2/m^2$ de sol pollué suivant le type de pollution et la méthode de dépollution utilisée.
Ainsi l'impact carbone lié à la dépollution des sols est loin d'être négligeable d'un point de vue carbone. Il doit donc être pris en compte dans le calcul du bilan carbone de l'opération de construction et/ou d'aménagement en demandant à l'entreprise de dépollution de fournir les émissions carbone liées à son intervention et au traitement des terres.

Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France. *Source : ADEME, 2014*[1]



Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de l'aménagement

Impact carbone du terrain

L'énergie disponible

Le site sera desservi par le réseau électrique, parfois le réseau de gaz et, plus occasionnellement, par un réseau de chaleur issu d'énergies renouvelables : la géothermie (chaleur du sous-sol) et la biomasse (bois énergie) ou encore la récupération de chaleur sur incinération d'ordures ménagères.

Chaque système étant plus ou moins émetteur, il aura inévitablement un impact sur l'empreinte carbone du quartier et des bâtiments. Ainsi à l'échelle de l'aménagement, l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergies renouvelables (étude EnR), sur le chaud et l'électricité, est fondamentale dans la réflexion d'un projet bas carbone, quelque soit la superficie de l'opération..

Les ressources environnantes et les circuits courts

L'analyse des ressources environnantes à l'échelle de la Métropole permet d'identifier des circuits courts de matériaux, lesquels vont limiter le transport et donc l'impact carbone associé : carrière à proximité, forêts gérées durablement, unités de transformation des matières biosourcées…

Une expertise complémentaire en réemploi est alors judicieuse afin d'identifier les ressourceries / plateformes de réemploi du territoire et les chantiers / projets avec lesquels des transferts de matériaux peuvent être opportuns.

Le temps de la conception urbaine

Études pré-opérationnelles

La conception bioclimatique à échelle plan guide

La conception bioclimatique, de plus en plus généralisée, prend en compte le climat et l'environnement immédiat des bâtiments.

A l'échelle du plan guide, elle permet d'optimiser les besoins en privilégiant la bonne orientation / exposition des futurs bâtiments, plutôt que de compenser par des systèmes techniques énergivores (chauffage, ventilation…). Elle repose notamment sur un travail fin sur la morphologie urbaine pour optimiser les apports solaires passifs et favoriser la circulation d'air (et la dispersion des polluants) ou modérer l'effet des vents.

Pour favoriser cette conception bioclimatique, les études d'ensoleillement (voire aérauliques et d'îlots de chaleur urbains) seront préconisées pour les opérations d'aménagement.
Elles représentent un préalable indispensable à toute conception bioclimatique.
Le référentiel précise les objectifs associés à ces études.

Densité urbaine, densité énergétique

Un travail fin sur la densité des îlots peut également permettre d'optimiser la densité énergétique afin d'atteindre le seuil requis pour qu'un réseau de chaleur puisse être rentable économiquement.

Des formes urbaines compactes favoriseront également la sobriété énergétique en limitant les déperditions.

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

EN BREF

Ce qui change pour l'aménageur

L'aménageur doit identifier les leviers bas carbone de son projet. Pour cela, il doit réaliser un **bilan carbone prospectif de son opération**, comparant plusieurs scénarios ambitieux, afin d'analyser le poids de chaque émetteur (consommations énergétiques, matériaux de construction des bâtiments, aménagement des espaces publics, programmation de stationnements…) et ainsi optimiser les différents leviers d'action. L'équipe de MOE des espaces publics optimisera l'impact carbone des espaces publics dans le respect du **Guide de l'Aménagement des Espaces Publics de Rennes Métropole**. Le bilan carbone est ainsi utilisé comme outil d'aide à la décision faisant intervenir des critères carbone, mais aussi financier, technique, urbain… La méthode du bilan carbone n'étant pas encore harmonisée, on s'appuiera dans un premier temps sur la méthode développée par l'ADEME.
Quelque soit la superficie du projet d'aménagement, c'est également à cette phase que l'aménageur réalisera l'**étude d'approvisionnement en énergies renouvelables** étudiant plusieurs scénarios ambitieux, pour l'approvisionnement en chaleur et en électricité.

Concernant les espaces publics, l'aménageur devra rester attentif à ce que son équipe de Maîtrise d'Œuvre Urbaine intègre une **compétence « énergie-carbone » affirmée** en complément de la compétence environnementale, s'inscrivant ainsi dans la dynamique de la RE2020 et de la démarche Quartiers Energie Carbone impulsée par l'ADEME. L'intégration d'une **compétence « économiste de la construction et de l'aménagement »** est également un atout certain pour valider en amont le réalisme économique des ambitions environnementales et assurer leur pérennité dans le temps. L'aménageur devra également fixer des directives précises et opposables (cahier de prescriptions et fiches de lots à destination des opérateurs) en cohérence avec les enjeux bas carbone.

Pistes d'actions opérationnelles à lancer prioritairement pour chaque projet :

- Prendre le temps de bien choisir et optimiser les terrains à bâtir, afin d'adapter voire de repenser le programme en fonction de la configuration ou des caractéristiques des différentes parcelles, mais aussi des leviers précédemment évoqués..

- En cas de bâtiments existants sur un projet, étudier les possibilités de les réutiliser plutôt que de les démolir, de revoir leur usage, leur surface, leur évolutivité et mutabilité, leur nombre d'usagers…

- Lors des phases de concours / mise en concurrence, pointer dès le démarrage les ambitions environnementales d'un projet bas carbone de façon à faire les arbitrages nécessaires, tout en évitant la « surenchère » de contraintes et de prescriptions. En effet, les cahiers de prescriptions « à rallonge » sont bien souvent irréalisables notamment d'un point de vue économique (exemple : imposer des systèmes techniques très complexes, demander trop de labels, etc.).

- Faire évoluer les critères de notation des différentes équipes, lors de la sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre lauréate, en adaptant les critères de notation à une notation « énergie - bas carbone » : références adaptées, formation, préchiffrage et réalisme des solutions évoquées…

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de la conception des bâtiments

Conception environnementale des bâtiments

La conception bioclimatique à échelle bâtiment

Une conception bioclimatique optimale permet de limiter les besoins énergétiques des bâtiments et de maximiser leur confort en optimisant l'adaptation du projet à son site d'implantation et à son environnement.

Il s'agit notamment :

- de choisir l'implantation et la forme architecturale du bâtiment de façon à bénéficier le plus possible de l'ensoleillement naturel et faciliter la ventilation naturelle,
- de favoriser la compacité du bâti de façon à limiter les surfaces de parois déperditives,
- de maximiser la performance thermique de l'enveloppe pour réduire ses besoins énergétiques
- d'organiser judicieusement les espaces à l'intérieur du bâtiment pour mettre ceux qui sont les plus occupés ou les plus sensibles dans les orientations les plus favorables.

Pour plus d'éléments, voir la fiche-actions « Conception bioclimatique des bâtiments »

Conception bas carbone

Pour limiter l'impact carbone des constructions, les MOE sont invités à faire avec l'existant : limiter les mouvements de terre en tirant partie de la topographie existante mais aussi en privilégiant la rénovation à la démolition-reconstruction.

Par ailleurs, les matériaux biosourcés, la terre crue (géosourcée) et les matériaux de réemploi seront à privilégier prioritairement dans la conception des bâtiments.

Suivi de la performance environnementale des bâtiment en phase conception

Durant la conception des bâtiments, des études spécifiques doivent être réalisées par l'équipe de maîtrise d'œuvre. Il s'agit notamment de la RT / RE, de la simulation d'ensoleillement des façades et toitures, de l'Analyse de Cycle de Vie sur 50ans, de la Simulation Thermique Dynamique, de l'étude d'éclairage naturel des espaces intérieurs et de l'application de l'étude EnR&R, réalisée par l'aménageur.

Anticipation des usages et maîtrise de l'énergie

L'usager et la satisfaction de ses besoins doit être mise au cœur du projet afin d'assurer le confort, la performance et le bon usage du bâtiment.

En effet, un usager insatisfait modifiera le bon usage du bâtiment ou des équipements pour satisfaire ses besoins, notamment son confort (température de confort) , entrainant de fait une dégradation des performances environnementales.

Anticipation de l'exploitation

La MOE doit anticiper l'exploitation du bâtiment en misant sur la simplicité et la robustesse des matériaux et installations. Des dispositifs de suivi des consommations par les usagers seront intégrés.

Un travail pourra être mené en amont avec un exploitant pour prendre en compte ses besoins afin de faciliter l'entretien – maintenance du bâtiment et donc faciliter le maintien des performances environnementales en l'exploitation.

En complément, il sera demandé aux MOE de fournir une notice prévisionnelle d'entretien / maintenance mentionnant les conditions d'accessibilité aux différents équipements et éléments du bâti, ainsi que les coûts prévisionnels associés.

Ce qui change pour les maîtres d'ouvrage et concepteurs

Pistes d'actions opérationnelles à lancer pour chaque projet quand c'est possible:

- Prévoir un allongement de la durée de la phase de conception: les projets bas carbones demandent plus de réflexion et une plus grande préparation en amont.
- Recourir à des compétences dédiées et formées au bas carbone: architectes sensibilisés et expérimentés, AMO et bureau d'études…

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de la construction

Réalisation des bâtiments et des espaces publics

Impact carbone du chantier

Plusieurs leviers sont à disposition des MOE et entreprises de construction pour limiter l'impact environnemental du chantier. Sur les enjeux énergie – carbone, il est notamment important de chercher à :

- Réduire autant que possible la production de déchets sur le chantier, En cas de déconstruction, réaliser les Diagnostics déchets PEMD, les suivis de leur évacuation, et alimenter les observatoires de flux et plate formes de réemploi de matériaux
- Limiter les excavations de terres et leur export en dehors du chantier,
- Privilégier les centres de traitement des déchets et de gestion des terres les plus proches pour limiter l'impact carbone des transports et les nuisances associées. Une attention sera portée aux procédés de valorisation proposés.
- Limiter les consommations de chantier en eau, électricité, carburants. Un suivi très régulier des consommations du chantier et des cantonnements, par un AMO ou la MOE est un prérequis.

D'autres dispositions sont à prendre pour les sujets environnementaux en général. Ils sont à intégrer dans la Charte Chantier, à l'échelle de l'opération d'aménagement ou de chaque opération de construction.

Suivi de la performance environnementale en phase chantier

En phase chantier, il est de la responsabilité de la maîtrise d'œuvre de veiller à la bonne mise en œuvre des produits de construction prévus en conception. Cette tâche, notamment via les VISAS, doit être garante du maintien de la performance environnementale de conception jusqu'à la livraison du bâtiment et la levée des réserves.
Tout écart au DCE en phase chantier doit faire l'objet d'une évaluation, avant validation, afin de vérifier son impact sur la performance environnementale du bâtiment et notamment sur l'impact énergie – carbone. Cela peut prendre la forme d'une fiche écart, complétée par l'équipe de MOE (architecte et bureau d'étude environnement, notamment), faisant la synthèse entre les impacts architecturaux, environnementaux, techniques et économiques afin de prendre la décision la plus éclairée possible.

A la livraison, plusieurs mesures seront réalisées : mesure d'étanchéité à l'air du bâtiment et des réseaux aérauliques, essais acoustiques, mesures de qualité de l'air intérieur… afin de valider l'obtention des résultats attendus, selon les ambition et la réglementation en vigueur.

La gestion des déchets est soumise au code de l'environnement avec un nouveau décret n° 2021-321 du 25 mars 2021 relatif à la traçabilité des déchets, des terres excavées et des sédiments

Ce qui change pour les acteurs de la construction

Pistes d'actions opérationnelles à lancer pour chaque projet quand c'est possible:

- Missionner le BET environnement de l'équipe de maîtrise d'œuvre bâtiment en phase chantier pour assurer le suivi de la performance environnementale lors de cette phase, notamment via les fiches-écart.
- Prendre le temps d'une bonne préparation de chantier et d'une réelle synthèse entre les lots.
- Le suivi de l'impact carbone du chantier, relatif à la bonne application de la Charte Chantier peut être confié au BET Environnement de l'équipe de MOE ou à un AMO de la maîtrise d'ouvrage du bâtiment.
- La Charte Chantier doit prévoir des pénalités dissuasives et proportionnées aux non-conformités à la charte. Il est de la responsabilité des MOA de faire appliquer ces pénalités si nécessaire pour assurer le respect de la Charte.

Identifier les leviers bas carbone à chaque phase d'un projet

Le temps de l'exploitation et du suivi

Assurer la pérennité des performances énergie-carbone des bâtiments en phase exploitation

Une fois le chantier livré, les bâtiments entrent en usage. La part de l'usage dans la performance énergétique finale est prépondérante. C'est pourquoi, il est demandé aux concepteurs de mettre en œuvre les mesures nécessaires à la connaissance des consommations énergétique. **L'objectif de la démarche est notamment de comparer l'écart entre les consommations calculées et les consommations réelles**.

Rennes Métropole réalise dores et déjà ce suivi grâce à un accompagnement par CERQUAL et des mesures de données de consommation sur certains projets certifiés.

Pour les logements, l'opérateur devra faciliter la récupération et l'exploitation des données énergétiques en équipant son bâtiment d'un dispositif permettant à minima le sous-comptage du chauffage et de l'ECS pour chaque logement. Dans les communs, un compteur électrique par poste sera également à prévoir : éclairage, ventilation, ascenseurs…

Pour les programmes tertiaires, il peut être intéressant de mettre l'accent sur les consommations électriques, dont certaines ne sont pas prises en compte dans les calculs règlementaires et qui peuvent peser pour 50% des consommations réelles des bâtiments (bureautique, audiovisuel, électroménager…).

Afin d'accompagner les habitants dans la réduction de leurs consommations énergétiques, un facilitateur / animateur énergie pourra être mobilisé. Il pourra être missionné (ou internalisé) par l'aménageur ou la collectivité pour intervenir à l'échelle de l'ensemble du projet d'aménagement (a minima logements et équipements).

Ses missions seraient multiples :

- Animer une démarche autour de la maîtrise des consommations énergétiques sur les premières années d'utilisation ;
- Informer et sensibiliser les utilisateurs sur l'impact énergétique et économique des surconsommations observées tout en proposant des solutions d'optimisation ;
- Favoriser le bon usage des bâtiments par les usagers ;
- Identifier des problèmes techniques sur le bâtiment (ex : mauvais réglages des équipements CVC) pour permettre une intervention rapide et optimiser le confort des habitants et la performance environnementale du bâtiment.
- Centraliser les retours d'expérience des différents lots et d'en tirer des conclusions afin d'améliorer les futures opérations de construction et d'aménagement.

Pour les usages tertiaires et commerciaux, les opérateurs devront s'engager dans des démarches de commissionnement ou dans des marchés de type CREM (Conception – Réalisation – Exploitation - Maintenance) qui intègrent des engagements de performances énergétiques mesurables et leur suivi dans le temps.

En complément, pour toute opération livrée, il sera demandé aux concepteurs de fournir un livret à destination des usagers afin de leur préciser les spécificités et les éco-gestes de bon usage et de confort de ce bâtiment. Cela constitue, en effet, un levier déterminant dans l'atteinte des performances énergie-carbone fixées en conception et validées à la livraison de l'ouvrage.

Par ailleurs, les concepteurs devront fournir un livret d'entretien - maintenance à destination des exploitants afin d'optimiser les opérations d'entretien - maintenance, le bon fonctionnement des équipements techniques et la maîtrise des consommations énergétiques.

Les prescriptions et études à suivre pour réussir un projet bas carbone

Synthèse des leviers de l'aménageur pour mener une opération énergie/bas carbone

Impact énergie-carbone du terrain

Les thématiques	Prescriptions obligatoires
La nature du sol	Prendre le temps de bien choisir et optimiser les terrains à bâtir afin d'adapter voire repenser le programme défini par la collectivité en fonction de la configuration du terrain.
L'énergie disponible	Réaliser les opérations à proximité des réseaux de chaleur urbain en priorité.
Les ressources et circuits courts	En début de projet, diagnostiquer les ressources environnantes (carrières/forêts gérés durablement à proximité, potentiel de réemploi si concerné, gisement EnR…).
La mobilité et la desserte en transport	Favoriser les opérations à proximité des transports en commun.
La destination du sol	Privilégier la densification plutôt que l'étalement urbain. **Construire la ville sur la ville est la base de la démarche bas carbone.**

Études pré-opérationnelles énergie/bas carbone

Les thématiques	Etudes obligatoires à lancer
Conception bioclimatique	Pour chaque opération, systématiser les études d'ensoleillement (voire aérauliques et ICU) dès le Plan Guide avec des objectifs contextualisés et intégrer les compétences « énergie-carbone » et « économiste » systématiquement dans les équipes de MOE U et/ou en tant qu'AMO.
EnR&R	Pour chaque opération, lancer au plus tôt une étude d'approvisionnement en EnR&R avec un cahier des charges commun et harmonisé.
Bilan carbone général	Pour chaque opération, lancer un bilan carbone comparé sur plusieurs scénario à l'échelle du projet d'aménagement (carbone matériaux et énergie) avec un cahier des charges commun et harmonisé (ex : démarche ADEME).
Mobilité	Pour chaque opération, étudier la faisabilité d'un parking silo et la possibilité d'être plus ambitieux que le PLU (ex : 0,5 place de stationnement/logement à proximité des infrastructures de transports en commun performants).

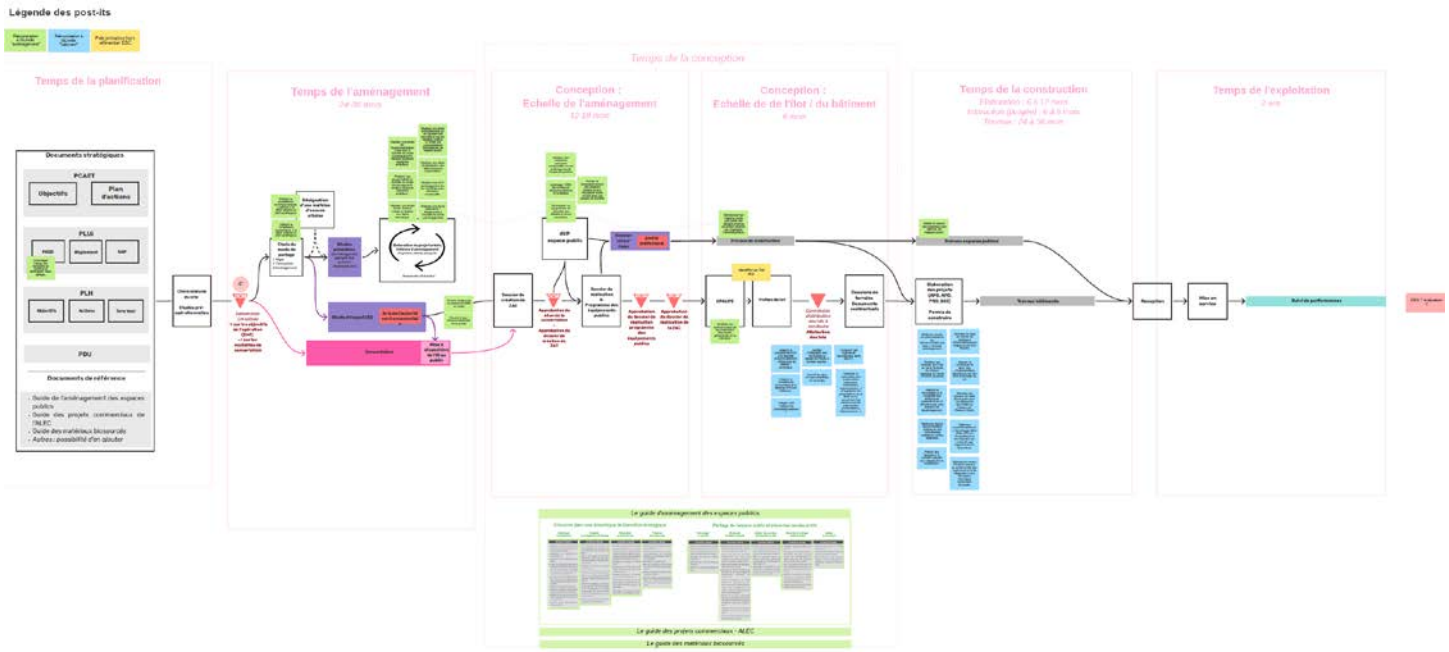
Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.

L'atteinte des prescription du référentiel représente un défi pour les acteurs de la construction et de l'aménagement. Celui-ci s'inscrit dans les process actuels, mais induit également quelques évolutions dans les pratiques : compétences dans les équipes, études complémentaires…

Afin d'accompagner les acteurs de l'aménagement dans la prise en main et la pratique opérationnelle du référentiel, une frise chronologique a été élaboré pour clarifier, sur la base du déroulé opérationnel d'une opération classique (ZAC mixte), les moments auxquels déclencher les diverses études et autres prescriptions du référentiel.

L'enjeu de cet outil est à la fois d'appréhender les étapes majeures d'application du référentiel, et de simplifier la lecture des étapes indispensables du dialogue avec les AMO et opérateurs concernés, afin de s'assurer de pouvoir fournir toutes les pièces justificatives nécessaires au bon examen du projet et au contrôle des exigences qui y sont liées.

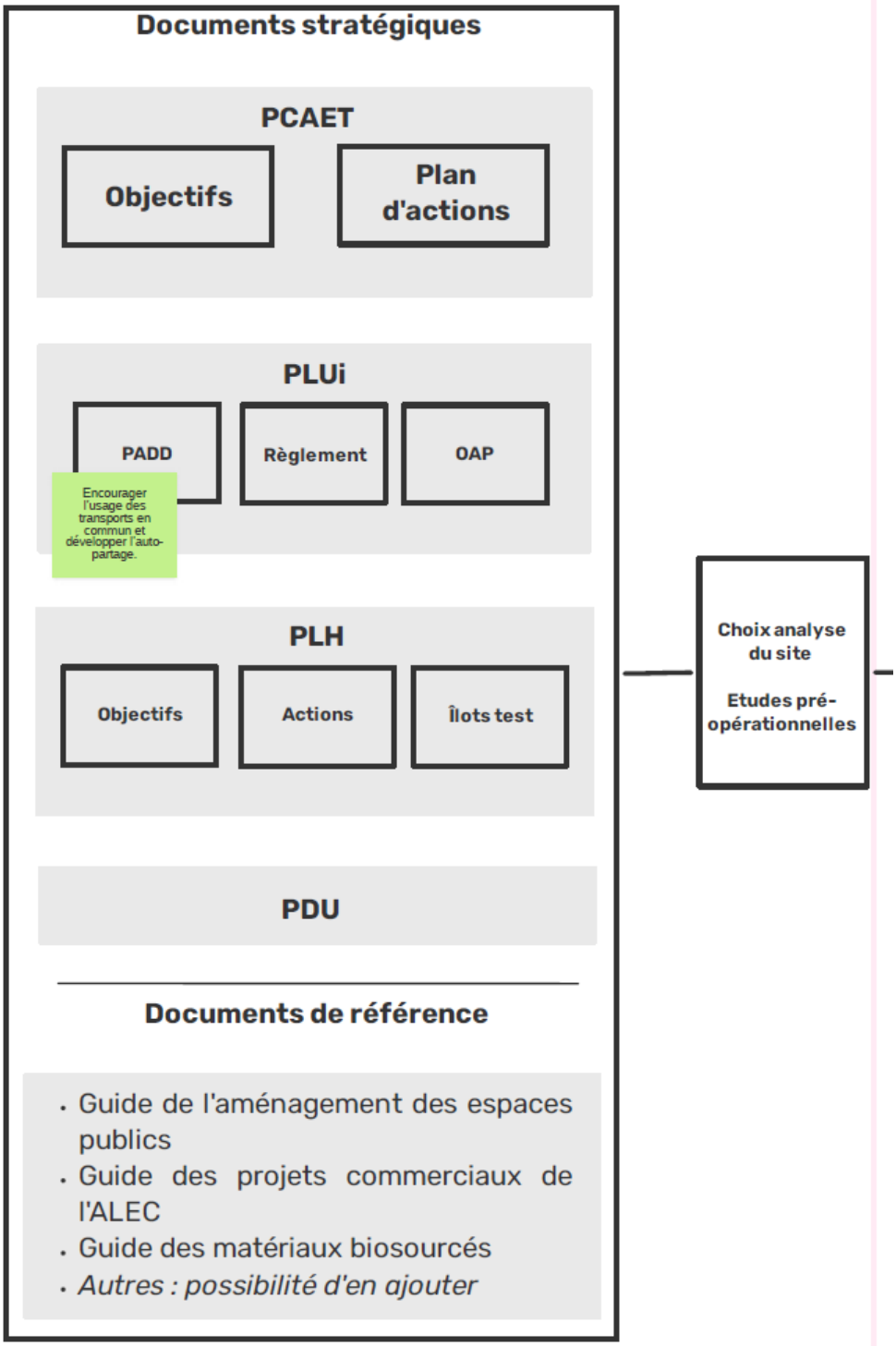
Cet outil, dont un aperçu est visible ci-dessous, est accessible https://app.klaxoon.com/participate/board/UGRCRV2 dans un format modifiable, afin d'ajuster ce graphe à toute particularité d'une opération. Des extraits zoomés sont présentés aux pages suivantes.



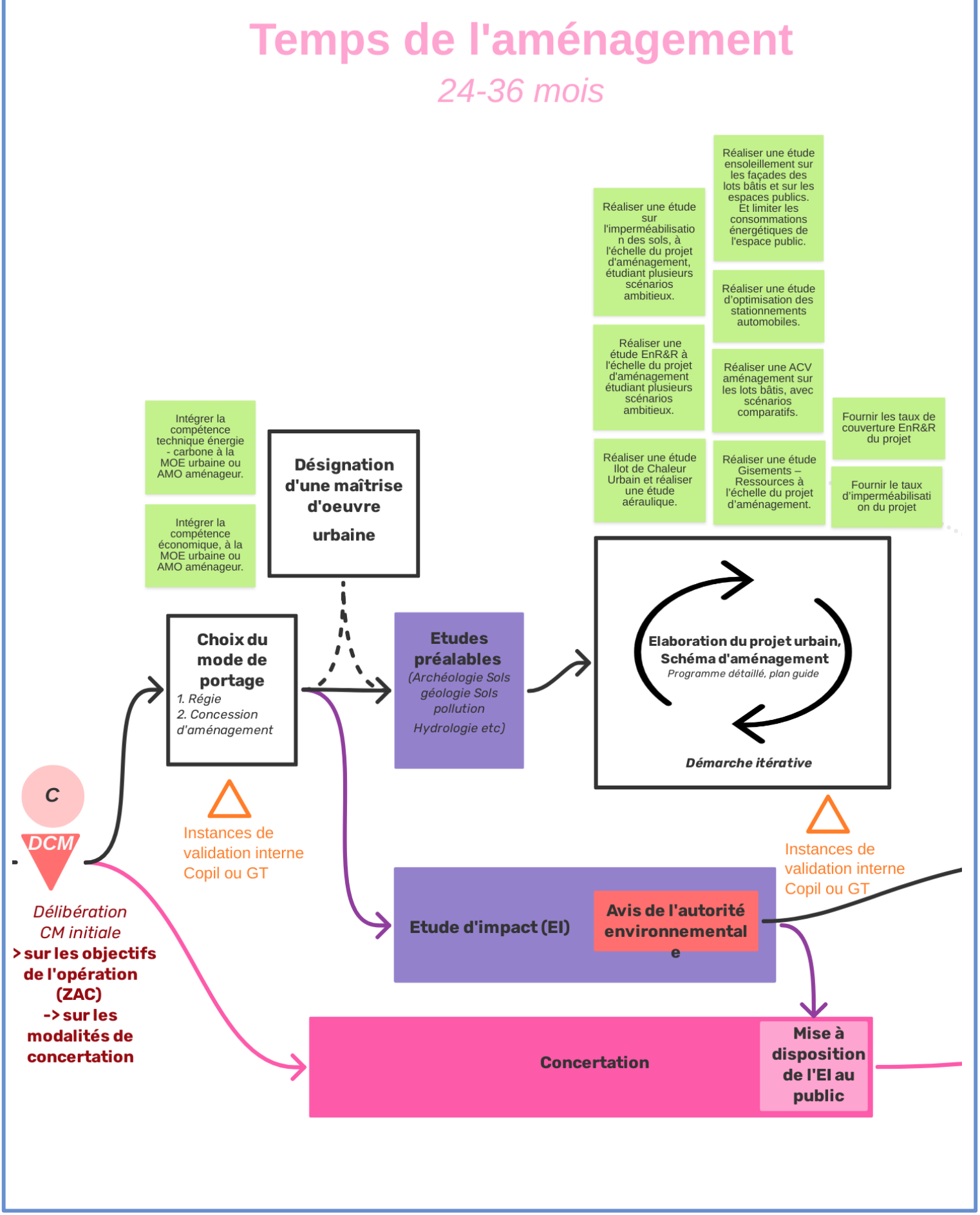
Aperçu global de la frise chronologique EBC - Auxilia

Les projets d'aménagements sont tenus de respecter les documents cadre et les documents de références de Rennes Métropole : Plan Climat Air Energie Territoire, Plan Local d'Urbanisme intercommunal et ses orientations d'aménagements (notamment Santé Energie Climat), Programme Local de l'Habitat, Plan de Déplacements Urbains, Guide de l'Aménagement des Espaces Publics, Guide des bâtiments commerciaux de l'Alec du Pays de Rennes (en cours), Etude Métabolisme Urbain (en cours)… (cf. bibliographie)

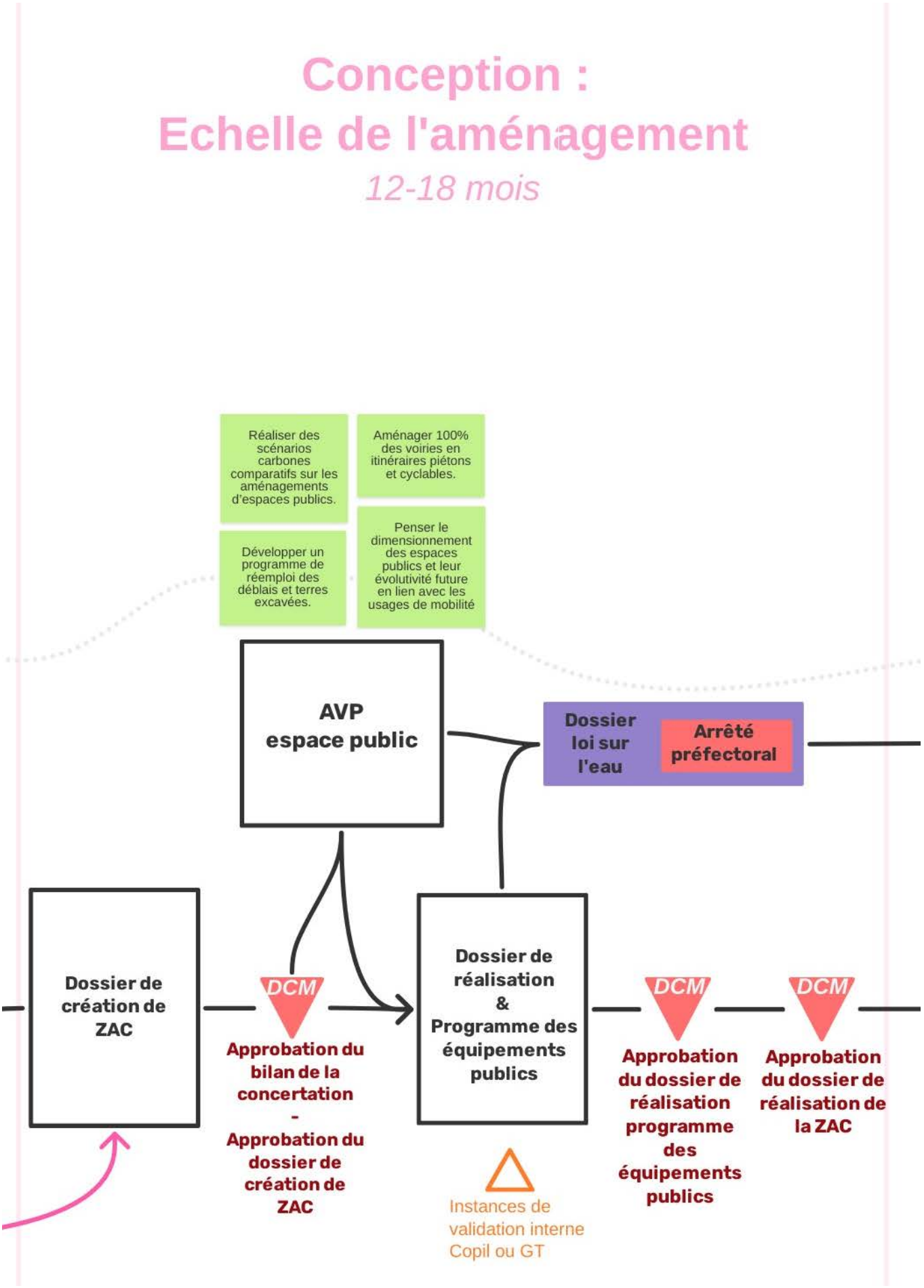
Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.



Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.



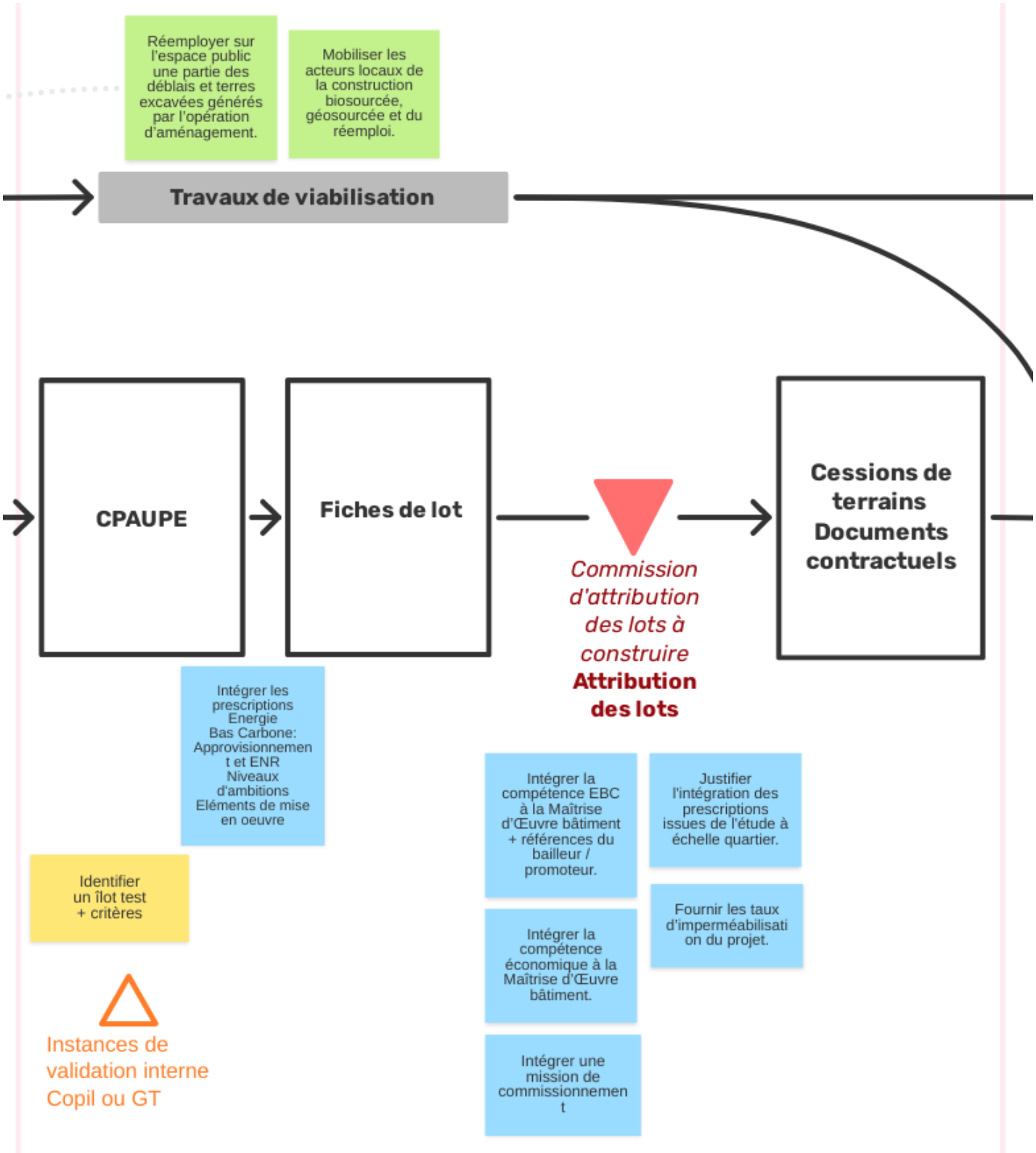
Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.



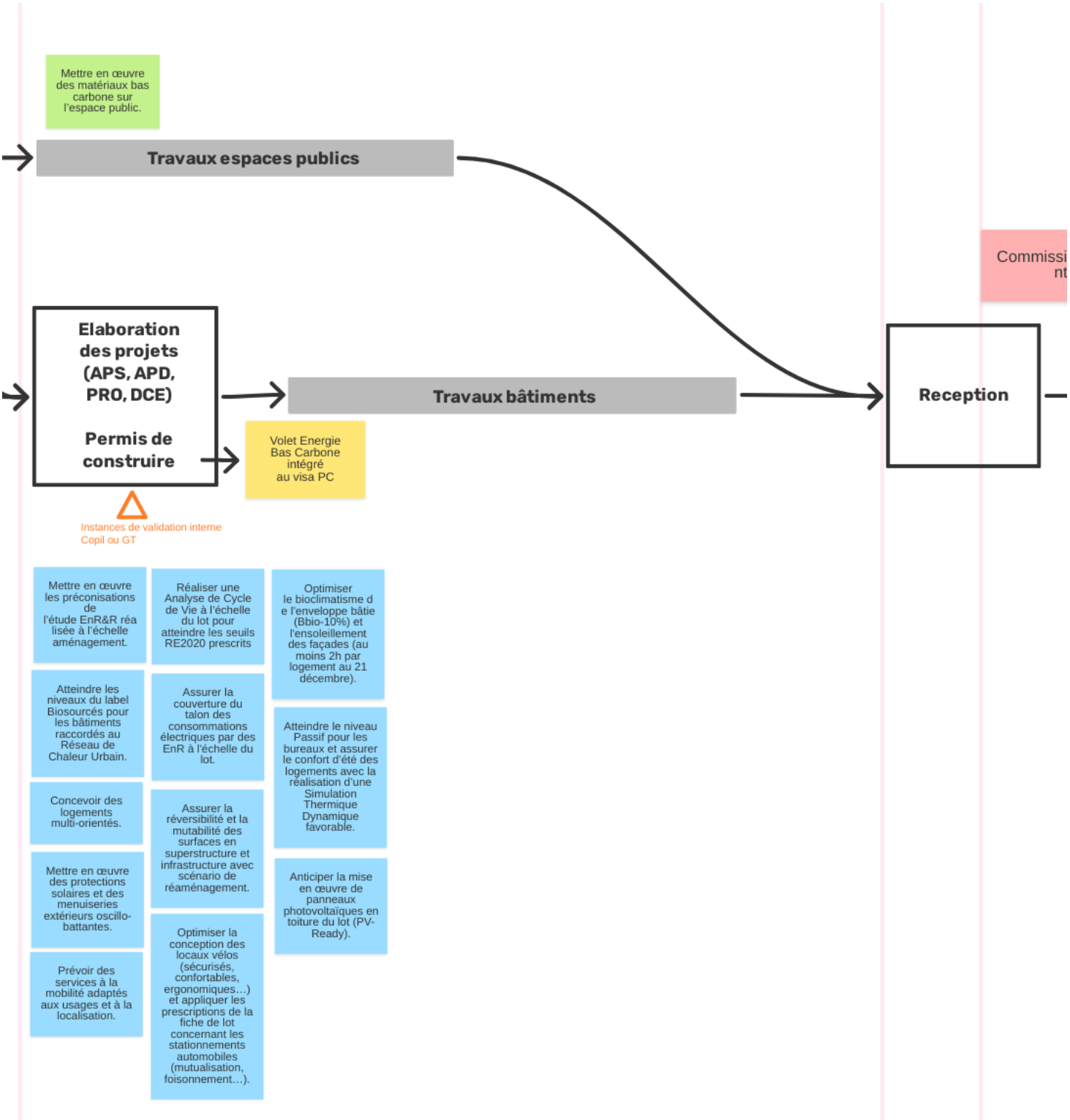
Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.

Conception :
Echelle de l'îlot / du bâtiment

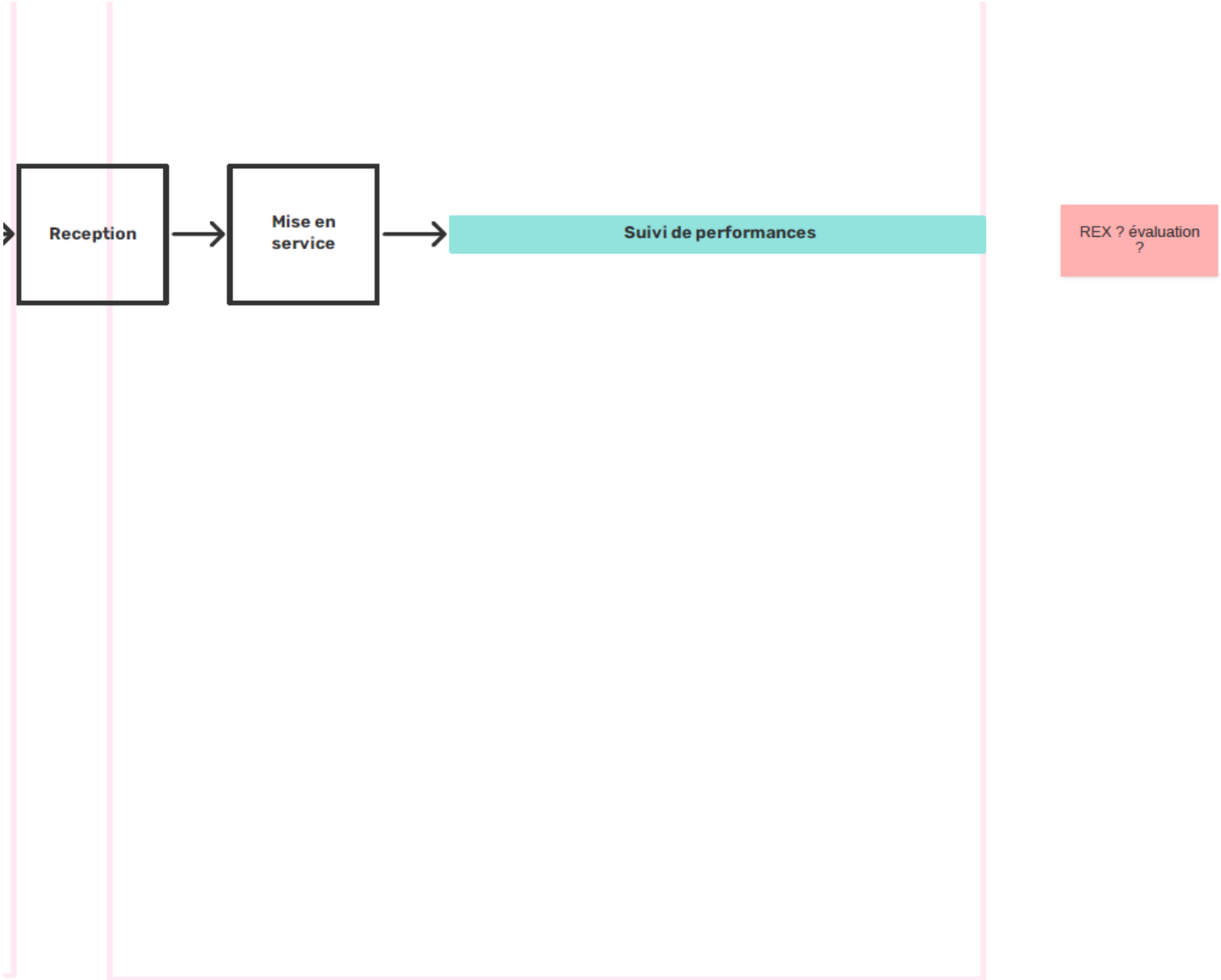
6 mois



Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.



Frise chronologique pour l'intégration des enjeux Energie Bas Carbone dans les projets d'aménagement.



2

Vérification et contrôle

État des lieux des certifications et labels existants

Vérification et contrôle

La labellisation/certification est un outil efficace pour **évaluer et attester** d'une certaine qualité de construction selon différents critères. Les certifications à l'échelle aménagement, comme à l'échelle bâtiment (ex : NF Habitat HQE) sont transversales dans les thématiques qu'elles évaluent. Les labels, quant à eux, sont spécialisés dans des domaines plus précis comme la performance énergétique, les matériaux ou l'impact carbone.

Les labels et certifications sont **délivrés par des tiers extérieurs indépendants** du projet, ce qui garantie le contrôle et l'atteinte des objectifs demandés pour tous les projets validés.
En revanche, une certification / labellisation n'est pas systématiquement garante d'une qualité d'usage.

Dans cette perspective, **un état des lieux des labels reliés au cadre de ce référentiel Énergie – Carbone** est proposé ci-après.

A l'échelle Aménagement :

- La certification HQE Aménagement,
- Le label Eco-Quartier.

A l'échelle bâtiment :

- La certification NF Habitat HQE
- Le label E+C-,
- Le label Biosourcé,
- Le label BBCA,
- Le label Effinergie,
- Le label Passif.

Vérification et contrôle

CERTIFICATION HQE AMÉNAGEMENT

Porteurs : Certivéa

Projets cibles : Projet d'aménagement

Thématiques :
- La qualité de vie
- La performance énergétique
- Le respect de l'environnement
- Le management responsable

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :

Six phases de la démarche qui suivent le déroulement classique d'une opération :
- Lancement
- Analyse initiale
- Choix et contractualisation des objectifs d'aménagement durable
- Conception du projet
- Mise en œuvre
- Bilan – Capitalisation

Les + :
- Label ciblant plus de 19 engagements
- S'adapte à tout type de projet sans distinction de taille ou de contexte territorial
- Démarche intégrant les questions environnementales, sociales, économiques et urbaines
- Cible l'ensemble des acteurs de l'aménagement, publics ou privés

Les - :
- Démarche assez lourde et chronophage
- Chaque projet défini ses objectifs -> manque d'ambition sur certains projets
- La certification s'obtient avant tout sur le respect de la démarche.

Spécificités
- Label privé
- Couvre l'ensemble des thématiques environnementales

Articulation avec le référentiel :
- Généraliste sur les enjeux environnementaux, cette certification n'est pas particulièrement orientée sur les sujets Energie Carbone et ne constitue pas une piste à généraliser sur l'ensemble des projets d'aménagement.

LABEL ECO QUARTIER

Porteur : Ministère de la Transition écologique

Projets cibles : Projet d'aménagement

Thématiques :
- Démarche et processus
- Cadre de vie et usages
- Développement territorial
- Environnement et climat

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :

Quatre étapes pour la labellisation :
- **Ecoquartier en projet :** La collectivité signe la Charte EcoQuartier puis lance la phase d'étude du projet.
- **Ecoquartier en chantier :** Une fois le chantier engagé, une expertise est réalisée pour vérifier la conformité du projet à la Charte EcoQuartier.
- **Ecoquartier livré :** Lorsque l'EcoQuartier est livré (ou quasi livré), une expertise est réalisée pour l'obtention du label EcoQuartier - étape 3.
- **Ecoquartier livré :** Trois ans après l'obtention du label - étape 3, la collectivité mesure la tenue de ses engagements dans le temps. Cette étape est validée par une commission nationale.

Les + :
- Label ciblant 20 engagements de développement durable
- S'adresse aux projets d'aménagements neufs, mais aussi en renouvellement urbain ou en milieu rural
- Prise en compte des REX de ceux qui ont conçu et réalisé le projet, qui y vivent et qui en assurent la gestion
- Vérification de la tenue des engagements après 3 ans de vie du quartier livré
- Labellisation gratuite

Les - :
- Validation du label par des commissions d'experts régionaux et nationaux, ce qui entraine une certaine subjectivité dans l'attribution du label.

Spécificités
- Label d'État

Articulation avec le référentiel :
- Généraliste sur les enjeux environnementaux, cette certification n'est pas particulièrement orientée sur les sujets Energie Carbone et ne constitue pas une piste à généraliser sur l'ensemble des projets d'aménagement.

Le **LABEL QUARTIER ENERGIE CARBONE**, spécialisé sur les sujet Energie et Carbone à l'échelle de l'aménagement, est en cours d'élaboration par l'ADEME (logiciel de calcul **Urban Print**). Sa traduction dans un label d'Etat pourrait constituer une opportunité pour Rennes Métropole via son intégration au référentiel si les niveaux d'ambitions sont compatibles.

Vérification et contrôle

CERTIFICATION NF HABITAT HQE

Porteurs : Association QUALITEL / CERQUAL

Périmètre: Logements neufs et en rénovation

Thématiques :
- Le confort (visuel, acoustique, hygrothermique…)
- L'adaptation au changement climatique
- Les déchets
- Les services et transports
- La valorisation des ressources locales
- La gestion du chantier

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :
Le Maître d'Ouvrage souhaitant la labellisation doit respecter une liste d'exigences techniques définies dans le référentiel HQE. Il y a 2 audits de certification, en phase conception et réalisation.

Les + :
- Permet de couvrir tous les champs de l'environnement et du développement durable appliqué au bâtiment
- Bénéficie d'un retour d'expérience important à Rennes Métropole (observatoire CERQUAL, …) : amélioration du taux de conformité des logements sur l'acoustique, les débits de VMC….
- Contrôle in-situ systématique des opérations à la livraison par Cerqual.

Les - :
- Référentiel lourd et chronophage
- Peu d'ambitions Energie Carbone imposées

Spécificités :
- Certification privée
- Certification transversale

Articulation avec le référentiel :
Le label NF Habitat HQE est imposé par le PLH pour garantir une qualité homogène de la production de logements sur le territoire métropolitain.
L'utilisation de ce label peut être poursuivie, par exemple en testant le profil Bas Carbone
La création d'un label territorial reprenant les objectifs du référentiel est envisageable.

LABEL E+C- (LABEL D'ETAT)

Porteurs : Ministère du logement

Projets cibles : Construction neuve

Périmètre :
- Les matériaux
- Les systèmes de production d'énergie
- Les performances énergétiques
- Les émissions de carbone

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :
Il y a 4 niveaux énergie (E1, E2, E3 et E4) qui correspondent respectivement à -5%, -10%, -20% des consommations par rapport à la RT 2012 et le niveau E4 à un bilan énergétique nul.

Pour ce qui est du carbone, il y a 2 niveaux, C1 et C2 (1350 kgeqCO2/m² et 800 kgeqCO2/m² pour le résidentiel).

Les + :
- Plusieurs niveaux de performance possible
- Prise en compte des thématiques énergétiques et carbone
- L'ensemble des règles et processus applicables au label E+C- sont également applicables aux labels BBCA et Effinergie 2017

Les - :
- Les premiers niveaux d'énergie et carbone ne sont pas ambitieux d'un point de vue performance
- Devenu obsolète avec le passage à la RE2020

Spécificités :
- Label d'État
- Label qui préfigurait la RE2020

Articulation avec le référentiel :
- Obsolète depuis le passage à la RE2020.

Vérification et contrôle

LABEL BÂTIMENT BIOSOURCÉ (LABEL D'ETAT)

Porteurs : Association CERTIVEA / CERQUAL / CEQUAMI

Projets cibles : Construction neuve

Thématiques :

- La quantité de mise en œuvre et les caractéristiques des produits biosourcés

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :

Trois niveaux de performance :

- **Niveau 1 :** mise en œuvre d'au moins 2 produits de construction biosourcés appartenant ou non à la même famille et remplissant des fonctions différentes : structure, isolation, revêtement de sol… **(18 kg/m² SDP)**
- **Niveau 2 et 3 :** mise en œuvre d'au moins 2 familles de produits de construction biosourcés: bois (bois d'œuvre, isolants fibres de bois), paille, ouate de cellulose, coton recyclé, chanvre (béton de chanvre, isolant en fibres de chanvres…) (**24 et 36 kg/m² SDP**)

Ces niveaux sont vérifiés à l'aide d'un dossier de demande de certification puis d'un audit par un expert.

Les + :

- Label éprouvé existant depuis plusieurs années, connu de plus en plus par les maîtres d'ouvrage
- Permet de situer facilement un niveau d'ambition

Les - :

- Pas de prise en compte de l'aspect énergie, de l'impact carbone, de la qualité de l'air et de la santé
- Ne concerne que la mise en œuvre de matériaux biosourcés, pas des matériaux géosourcés

Spécificités

- Label d'Etat
- Nécessite une certification globale
- Concerne les matériaux de construction

Articulation avec le référentiel :

- Le niveau 2 semble possible à systématiser sur toutes les opérations neuves métropolitaines (cf notamment retour FIBOIS Bretagne et ateliers).

LABEL BBCA

Porteur : Association BBCA

Projets cibles : Bâtiments Neufs et Rénovation

Thématiques : 4 piliers de mesure :

- **Construction** (mixité intelligente des matériaux, sobriété de la conception…)
- **Exploitation** (énergie faiblement carbonée, EnR…)
- **Stockage carbone** (présence de matériaux biosourcés)
- **Économie circulaire** (déconstruction sélective, réemploi de produits, mutualisation des espaces, le potentiel de changement d'usage et d'extension)

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :

Trois niveaux de performance (BBCA standard, BBCA performance et BBCA Excellence).

Portage par l'opérateur des lots

Délivré en 2 temps à travers 2 audits : à la **conception** (provisoire), à la **livraison** (définitif) → demande **maximum 6 mois après sa livraison.**

Les + :

- Label à la pointe de l'impact carbone dans les bâtiments. Favorise l'optimisation carbone de la construction et de l'exploitation en particulier sur les volets sobriété énergétique, développement des ENR et autonomie énergétique (autoconsommation) ou baisse de la facture énergétique.
- Traite également la rénovation/réhabilitation.

Les - :

- Peut entraîner des surcoûts importants.
- Ne met pas l'accent sur la sobriété énergétique.
- Méthode de calcul différente de l'indice carbone de la RE2020.

Spécificités :

- Label privé
- L'obtention de ce label présuppose l'obtention du label d'État E+C- (va évoluer avec le passage à la RE2020)
- Concerne l'aspect carbone sur les matériaux de construction, les systèmes énergétiques

Articulation avec le référentiel :

- Label intéressant pour sécuriser l'atteinte des seuils carbone dans les projets de construction / rénovation des bâtiments.
- La réflexion à l'échelle urbaine : BBCA Quartier a fusionné avec le projet Quartier Energie Carbone, portée par l'ADEME

Vérification et contrôle

LABEL EFFINERGIE

Porteurs : Association Effinergie

Projets cibles : Bâtiments neufs et rénovation

Thématiques :

- La sobriété et l'efficacité énergétique
- La qualité et le confort
- L'appropriation et la sensibilisation

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :

Trois niveaux de performance :

- **BBC : Niveau à minima E2C1** selon l'expérimentation E+C- + des exigences spécifiques
- **BEPOS : Niveau à minima E3C1** selon l'expérimentation E+C- + des exigences spécifiques
- **BEPOS + : Niveau à minima E4C1** selon l'expérimentation E+C- avec une production d'énergie renouvelables (photovoltaïque, éolien, cogénération renouvelable, …) + des exigences spécifiques
- **Ces niveaux sont vérifiés à l'aide d'un dossier de demande de certification puis par un expert.**

Les + :

- Bonne prise en compte de l'aspect sobriété et l'efficacité énergétique dont l'impact carbone du mix énergétique
- Fourniture de livrets sur l'usage des bâtiments et le suivi de leur performance , et contrôles renforcés in situ
- Traite également la rénovation / réhabilitation
- Nouveau label dédié aux bâtiments patrimoniaux

Les - :

- Peu de prise en compte de l'aspect carbone sur la partie construction.
- Doit être mis à jour avec le passage à la RE2020.

Spécificités

- Label d'État
- L'obtention de ce label présuppose l'obtention du label d'État E+C- (évolutions à prévoir avec le passage à la RE2020)
- Subventions envisageables grâce à l'Appel à projets Bâtiments Performants par la région Bretagne (évolutions à prévoir avec le passage à la RE2020)

Articulation avec le référentiel :

- Label moins exigent que le Passif. Pourra être utilisé, après mise à jour, dans le cadre du référentiel en attendant la généralisation du passif.

LABEL BATIMENT PASSIF

Porteur : La Maison Passive

Projets cibles : Bâtiments neufs ou Rénovation (EnerPhit)

Thématiques :

- L'optimisation bioclimatique du bâti :
  - les besoins de chauffage (et de froid en tertiaire)
  - la performance thermique (perméabilité à l'air…)
- La sobriété énergétique tout usage
- Le mix ENR
- L'adaptation au changement climatique via les surchauffes intérieures

Méthode d'évaluation et de mise en œuvre :

Quatre niveaux de performance :

- **Classique :** Un besoin de chauffage intérieur < 15kWh/m²/an, Une consommation totale d'énergie primaire < 120 kWh/m²/an, Une perméabilité à l'air mesurée sous 50 Pa, une fréquence de surchauffe < 10% des heures de l'année
- **Bâtiment Passif Plus :** Rempli les critères ci-dessus + le bâtiment devra générer au moins 60 kWh/m²/an d'énergie
- **Bâtiment Passif Premium :** Rempli les critères ci-dessus + le bâtiment devra générer au moins 120 kWh/m²/an d'énergie
- **BaSE :** ne remplit pas les critères du grade « Classique » pour différentes raisons

Ces niveaux sont vérifiés en phase conception (un audit) **avec une étude thermique puis une fois le bâtiment achevé** (deux audits à la livraison et en exploitation)

Les + :

- Label à la pointe de la performance et la maîtrise des consommations énergétiques
- Traite également du confort d'été
- Traite également la rénovation/réhabilitation
- REX démontrant la qualité du confort hygrométrique et l'atteinte des objectifs sur la réduction des consommations énergétiques

Les - :

- Pas de prise en compte de l'aspect carbone directement
- Entraîne un surcoût de construction
- Étude thermique PHPP impactant le coût et le délai des études de conception. Nécessite une montée en compétence des entreprises de conception
- Nécessite un travail d'anticipation des MOA sur les volets exploitation / usagers

Spécificités

- Label privé
- Label le plus exigeant concernant l'énergie

Articulation avec le référentiel :

- Label le plus exigeant concernant la performance énergétique des bâtiments.
- En tertiaire, on ne constate plus vraiment de surcoûts ce qui permet de viser sa généralisation.
- A l'inverse, en logements, ce niveau de performance est encore générateur de surcoûts qui ne permettent pas d'envisager sa généralisation. Il constitue néanmoins un objectif vers lequel tendre pour les années à venir.

Vérification et contrôle

Retour d'usage sur les labels et certifications

Atelier #5 – Moyen et suivi de contrôle du référentiel

L'atelier n°5 du cycle d'ateliers ayant contribué à l'élaboration du référentiel a permis d'aborder le sujet des labels et certifications et de faire émerger les retours d'expériences des opérateurs immobiliers (bailleurs et promoteurs) :

- Les labels (notamment NF Habitat HQE) sont maintenant bien connus des opérateurs.
- Les labels sont assez rigides et pas toujours adaptés aux spécificités des opérations.
- Les performances énergétiques d'études ne sont jamais atteintes à l'usage.
- Les moyens financiers ont tendance à être mis sur le « visible » pour des enjeux de communication et de commercialisation.
- Les habitants sont satisfaits d'habiter dans des bâtiments performants mais les niveaux de performances ambitieux sont difficiles à valoriser commercialement pour en absorber les surcoûts.

Pour la collectivité, la demande de certification / labellisation permet **d'assurer l'atteinte des objectifs de performance** via une validation externe, mais aussi **d'assurer une qualité environnementale homogène sur tous les projets** livrés dans la métropole grâce à l'imposition de l'obtention de la certification NF Habitat HQE au PLH.

Recommandations

A l'échelle Aménagement, il n'existe à l'heure actuelle **aucun label** traitant spécifiquement des enjeux Energie Bas Carbone.
A l'échelle Bâtiment, le passage à la RE2020 va entrainer la mise à jour de la plupart des référentiels français traitant des sujets Energie Bas Carbone, (notamment en raison d'évolution dans les méthodes de calcul).

A l'échelle Aménagement, en attendant la sortie du **label d'Etat Quartier Energie Carbone**, nous recommandons de travailler sur les méthodologies de conception permettant l'optimisation des performances énergie-carbone à l'échelle urbaine. Pour cela, le référentiel met l'accent sur le rôle de **facilitateur garant de la performance d'ensemble**, de l'aménageur. Les études urbaines traitant de ces sujets devront souvent comparer 3 scénarios ambitieux permettant d'atteindre les objectifs du PCAET. A travers leur validation de ces études et de leurs orientations, les élus et services techniques seront les garants de la démarche et de ses ambitions.

A l'échelle Bâtiment, le **label Passif**, déjà utilisé sur le territoire constitue un objectif solide et ambitieux en matière de sobriété énergétique. Si les REx des îlots-test ne permettent pas de généraliser ce niveau de performance à l'ensemble des bâtiments de logements pour des raisons économiques, il constitue un cap à atteindre dans les années à venir. Il s'appliquera néanmoins sur les bureaux dans le Socle du référentiel.
Pour les sujets carbone, en attendant la mise à jour des labels, il semble intéressant, pour limiter les coûts d'études, d'utiliser les **indicateurs introduits par la RE2020**, notamment le ICconstruction, et **d'anticiper les objectifs** 2025, 2028 et 2031.

Les ambitions du référentiel EBC de la Métropole de Rennes pourront être traduit dans le NF Habitat HQE, déjà généralisé sur le territoire, sous la forme d'un label territorial porté par Cerqual pour les logements.

3

Les leviers de performance énergie bas carbone

Fiches thématiques

Organisation des fiches thématiques

Les fiches thématiques abordent les différents leviers d'optimisation de l'énergie et du carbone dans les projets.

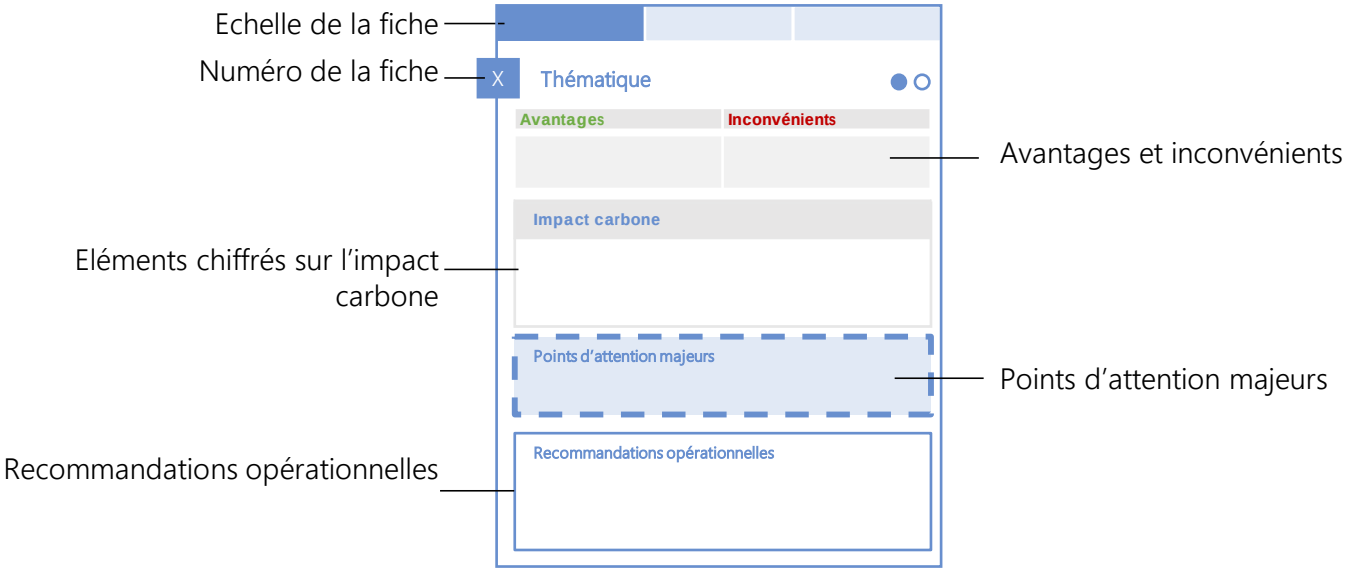
Elles sont organisées selon 3 échelles :

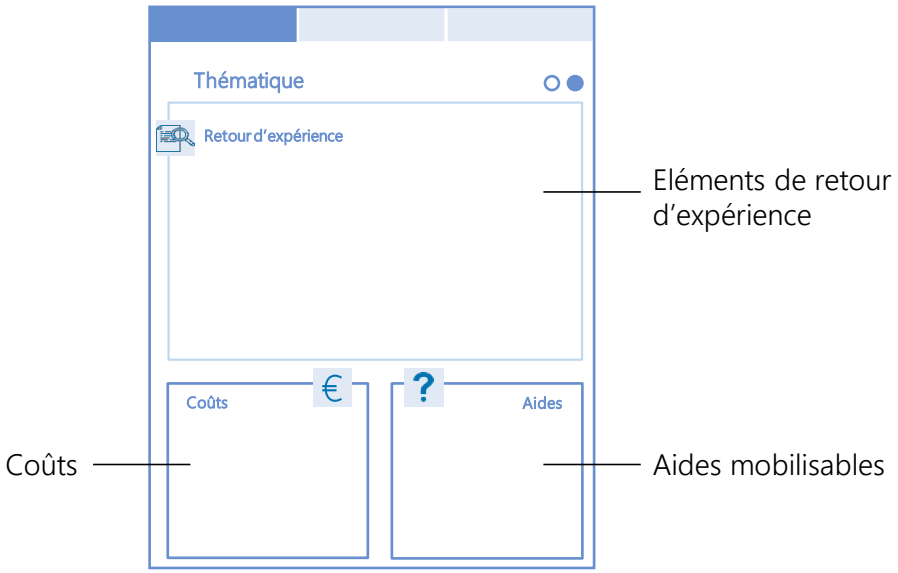
- L'opération d'aménagement
- L'ilot
- Le projet de bâtiment

Elles ont vocation à fournir des données comparant **l'impact carbone et économique de chaque solution bas carbone**, et à donner **des recommandations opérationnelles** permettant leur bonne mise en œuvre.

Plusieurs encarts d'aide à la décision sont proposés:

- Les **avantages et inconvénients** de la solution bas carbone;
- Les **points d'attention majeurs**;
- les **recommandations opérationnels,** qui permettent la bonne mise en œuvre de la solution;
- des **retours d'expérience**;
- Des informations sur le **coût global et les aides** potentiellement mobilisables.





Liste des fiches thématiques

A l'échelle de **l'opération d'aménagement**	A l'échelle **de l'ilot**	A l'échelle **du bâtiment**
• Conception bioclimatique	• Systèmes de production d'EnR décentralisés	• Conception bioclimatique
• Impact carbone des espaces publics		• Démolition – Reconstruction
• Mobilités douces		• Construction Bois
• Métabolisme Urbain & Réemploi		• Construction en béton bas carbone
• Le stationnement automobile		• Les éco-matériaux en Second Oeuvre
• Le réseau de chaleur urbain		• Le bâtiment très performant et passif
		• Rénovation bas carbone

Légende des pictogrammes

Energie

Matériaux

Mobilité

A l'échelle de **l'opération d'aménagement**

Fiche 1

Conception bioclimatique

Définition

La conception bioclimatique vise à **prendre en compte le contexte climatique pour maximiser les apports gratuits** (énergie, lumière, circulation d'air…) **et améliorer le confort des usagers**. Il s'agit donc de **s'appuyer sur les vents, l'ensoleillement** mais aussi l'environnement existant (patrimoine naturel, patrimoine bâti…) pour concevoir un quartier qui optimise les ressources déjà disponibles.

La conception bioclimatique intervient **à toutes les échelles et stades du projet** et mérite d'être étudiée en itérations dans la conception :

- Dans un premier temps, **à l'échelle urbaine**, **dès les esquisses du plan masse** pour positionner les grandes masses bâties et les espaces publics. Cette réflexion à une échelle large permet de favoriser des orientations et formes de bâtiments propices à l'économie d'énergie, et d'aider à lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain en travaillant sur la circulation de l'air, l'exposition du soleil et de l'ombre sur les espaces publics.
- Dans un second temps à **l'échelle du bâtiment**, pour optimiser l'exposition du bâtiment et permettre la mise en place des techniques de ventilation naturelle. **Le bioclimatisme est aussi bien applicable en construction neuve qu'en rénovation, à l'habitat individuel ou collectif qu'aux bâtiments tertiaire.**

Avantages	Inconvénients
• Permet de minimiser les besoins en chauffage, en éclairage, éventuellement en ventilation et en refroidissement, donc les consommations du bâtiment et la facture énergétique • Augmente le confort des usagers (intérieur et extérieur), en travaillant sur la thermique, l'ICU, l'aéraulique. Permet de donner des orientations aux usages sur l'espace public (stationnaire, mouvement,…).	• Risque d'une mauvaise intégration au reste de la ville en favorisant un plan masse bioclimatique plutôt que dans la continuité des axes historiques • Nécessite des études supplémentaires (simulation aérodynamique, d'ensoleillement à l'échelle du quartier)

À l'échelle urbaine

Points d'attention majeurs

- Prévoir la réalisation d'une étude bioclimatique à l'échelle urbaine le plus en amont possible en phase plan guide, afin que les conclusions de l'étude soient une donnée d'entrée pour façonner le plan masse.
- La conception bioclimatique nécessite un travail en itérations avec l'équipe de MOE, pour conjuguer enjeux urbains, architecturaux, paysagers, environnementaux dans une approche complète et harmonieuse.
- Intégrer l'étude des ombres portées du projet sur l'existant pour ne pas défavoriser les bâtiments existants.

Recommandations opérationnelles

Réflexes aménageurs

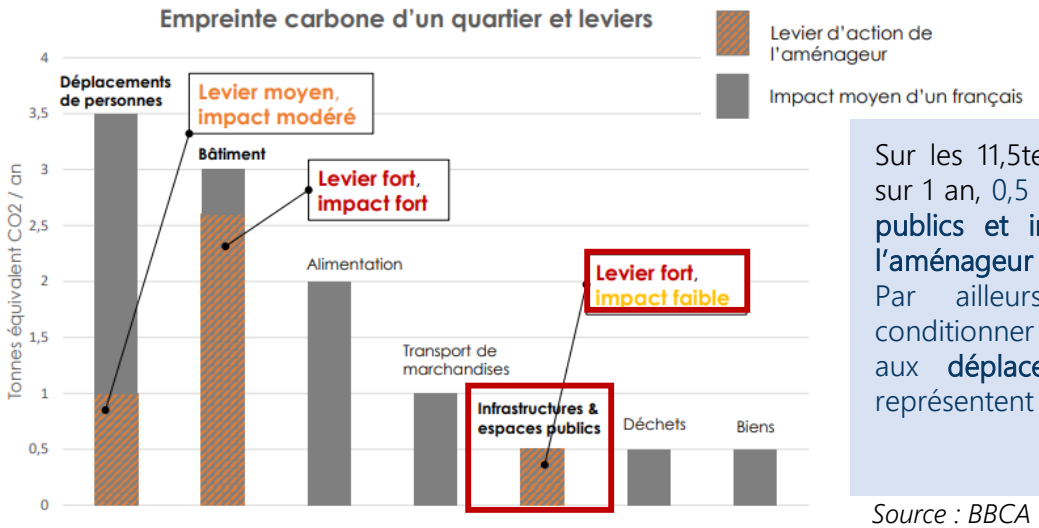
- Faire valoir l'approche bioclimatique complète comme point d'entrée du plan masse, en dialogue avec l'analyse urbaine, architecturale et paysagère.
- Prévoir une étude qui considère à la fois l'apport solaire « gratuit » des bâtiments, mais aussi l'optimisation du confort des espaces publics (en proposant une diversité d'ambiances thermiques, par exemple) et des bâtiments (été et hiver).

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Fiche 2

Impact carbone des espaces publics

Impact carbone



Sur les 11,5teqCO2 émises par un français sur 1 an, 0,5 tCO2eq sont liées aux **espaces publics et infrastructures** : un poste où **l'aménageur a un levier important.**
Par ailleurs cet espace public va conditionner une partie des émissions liées aux **déplacements des personnes,** qui représentent un impact très élevé.

Source : BBCA Quartier

Enrobé avec des granulats recyclés	Pavés béton enherbé	Béton	Pavé pierre	Enrobé classique	Stabilisé
11,4 *kgCO2eq/m²*	31,3 *kgCO2eq/m²*	58,1 *kgCO2eq/m²*	66,4 *kgCO2eq/m²*	72,1 *kgCO2eq/m²*	155 *kgCO2eq/m²*
60 *à* 65 *€/m²*	60 *à* 70 *€/m²*	70 *à* 110 *€/m²*	130 *à* 250 *€/m²*	55 *€/m²*	40 *€/m²*

Comparaison des émissions de GES et coûts de quelques matériaux – Source: Base INIES - ALTOSTEP

Points d'attention majeurs

- Le choix des matériaux mis en œuvre au sein des espaces publics aura un impact sur les émissions carbone. L'impact carbone est à mettre en regard de la qualité de roulement.
- La place donnée aux mobilités douces au sein de l'espaces publics aura un impact sur les émissions carbone du quartier puisque cela aura un impact sur les déplacements des personnes.

Recommandations opérationnelles

Réflexes aménageurs

- Limiter au maximum le recours aux revêtements hydrocarbonés traditionnels (enrobés, bétons et asphalte neufs) et **privilégier des matériaux au bilan carbone et environnemental favorable** (matériaux locaux, naturels, recyclés, réemployés…) pour les **terrassements et revêtements de sols.**
- Dans le cas de déconstruction de voiries ou de bâtiments, intégrer systématiquement les **matériaux de déconstruction dans l'aménagement des espaces publics** (voiries, cheminements, mobiliers urbains…).
- Assurer une **gestion responsable des déblais :** jouer avec la topographie existante, éviter les déblais/ remblais, les réutiliser sur des chantiers du territoire ou sur le site…
- Privilégier un **espace public simple, sobre**, s'articulant avec l'existant à travers les matériaux et la végétation. Le dimensionnement des voiries doit être penser afin de limiter l'impact carbone des aménagements et l'imperméabilisation des sols.
- Concevoir des **espaces publics évolutifs et réversibles en questionnant les évolutions possibles d'usages dans la programmation des espaces publics.**
- Mettre en place une **gestion différenciée de l'éclairage** pour limiter les consommations, selon les espaces (place fréquentée ou non, espaces de passage…) et selon l'horaire.
- Appliquer le **Guide d'Aménagement des Espaces Publics** de Rennes Métropole.

Impact carbone des espaces publics

Retour d'expérience

Dans le cadre de l'aménagement de la ZAC des Etangs à Dompierre-sur-Yon, Oryon, l'aménageur a mené une réflexion de réduction de l'impact carbone global de l'aménagement de la ZAC. Ainsi, afin d'optimiser au mieux l'impact carbone de l'aménagement, une étude des bénéfices carbone de différentes actions a été réalisée. À l'échelle de l'espace public, l'impact des actions suivantes a été mesuré :

- **Mise en place d'une trame noire** afin de réduire les consommations et la pollution lumineuse (régulation de la durée d'éclairage, l'intensité…) : Le bénéfice carbone de cette action a été estimé à **-1 tCO2eq/an.**
- **Mise en place d'un revêtement de voirie à faible impact environnemental** (enrobé à base de granulats recyclés à la place d'un enrobé classique) : Le bénéfice carbone de cette action a été estimé à **-8 tCO2eq/an.**

Ces actions permettent ainsi de participer à la réduction de l'impact carbone global de l'aménagement de la ZAC. Néanmoins, des actions seules sur la conception des espaces publics ne sont pas suffisantes pour réduire l'impact carbone global de l'aménagement de la ZAC.

Mesures techniques sur les espaces publics

REVÊTEMENT DE VOIRIE

DESCRIPTION DU SCÉNARIO

Mise en place d'un revêtement de voirie à faible impact environnemental. Il pourrait par exemple s'agir d'un enrobé à base de granulats recyclés et dont la température de fabrication est moins importante que pour un enrobé classique. Afin de renforcer cette stratégie bas carbone, il est possible de réfléchir de façon plus globale à l'ensemble de la structure des chaussées, au déblai-remblai nécessaire pour l'aménagement de la ZAC.

IMPACT CARBONE

- 8,5 tCO_2éq/an

0,3% de gain sur le périmètre direct

0% 100%

HYPOTHÈSES PRISES

- 14 652 m² de voiries et trottoirs
- Réduction de 40% des émissions de GES pour un enrobé « classique »en couche de roulement (sans granulats recyclés et sans abaissement de la température de fabrication)

(Source : Eurovia)

AUTRES IMPACTS

Biodiversité (protection)	☐
Ressources (protection)	☐
Déchets (prévention de la production)	■
Social (bénéfice pour les habitants)	☐

Source: Etude bas carbone, Dompierre-sur-Yon, Oryon

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Fiche 3

Mobilités douces*

**On entend par mobilités douces les moyens de transports suivants : vélos (simples et électriques), trottinettes (simples et électriques), triporteurs,…*

Avantages

- Solutions à l'empreinte écologique faible voire nulle
- Impact positif sur la qualité de l'air en ville, sur la santé/motricité des usagers
- Participe à l'animation des quartiers
- Solution la plus rapide en milieu urbain et sur de courtes et moyennes distances

Inconvénients

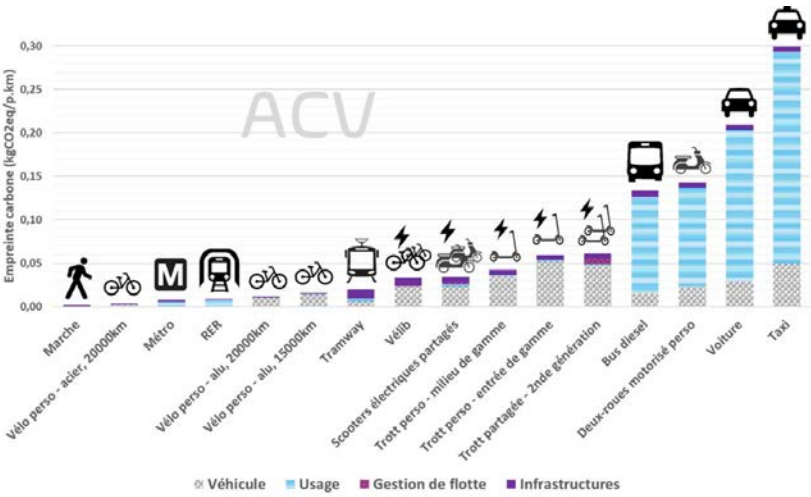
- Peuvent être rédhibitoires sur de longues distances
- Risque de vol ou de vandalisme si le moyen de locomotion doux est stationné sur l'espace public

Impact carbone

Trafic routier = 1er secteur émetteur de GES avec 27% des émissions de GES du territoire de Rennes Métropole liées à la mobilité des personnes

1ère source de polluants atmosphériques sur le territoire métropolitain : 76% des oxydes d'azote, 40% des PM10 et 47% des émissions de PM2.5

Source : Diagnostic PCAET de Rennes Métropole, Novembre 2017



Empreinte carbone par passager transporté sur 1km *Source : Construction21*

Points d'attention majeurs

- Anticiper l'évolution des pratiques de mobilité dans le dimensionnement des locaux dédiés aux mobilités douces (réaliser une étude de mobilité prospective à l'échelle du quartier, à l'horizon 2050).
- S'assurer de créer des axes de mobilités douces continus, sécurisés et confortables (zone de rencontre, voie dédiée aux modes actifs séparée de la chaussée circulée, zone 30km/h…).

Recommandations opérationnelles

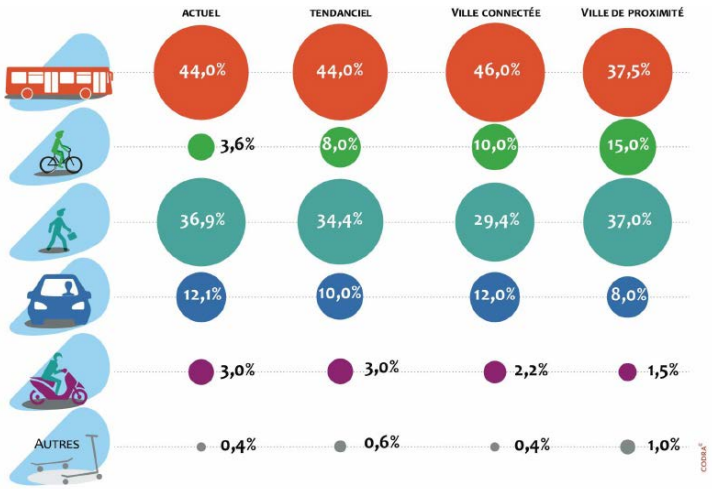
Réflexes aménageurs

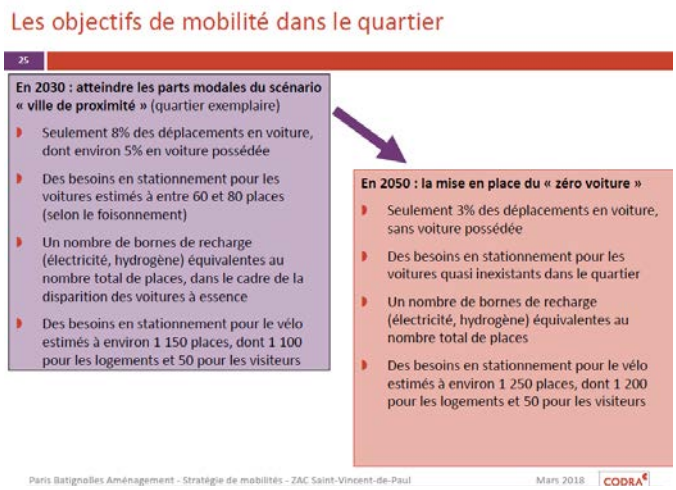
- Mener une réflexion à l'échelle du territoire élargi. Se référer au Schéma National des Itinéraires Cyclables, au PLU et au PDU pour connaître l'emplacement réservé à l'aménagement des pistes cyclables. Rechercher des connexions avec les réseaux de mobilités douces et actives voisins.
- Proposer des espaces publics de qualité (qualité paysagère et d'usage) pour inciter le déplacement par des modes doux. Rechercher le confort et la sécurité d'une diversité de publics (PMR, séniors/enfants, femmes/hommes…).
- Aménager systématiquement des espaces dédiés aux stationnements cyclables sécurisés et accessibles dans les nouvelles constructions. Demander également via les fiches de lot les des espaces dédiés au rangement des triporteurs ou vélos-cargos et des points de rechargement des mobilités électriques.
- Intégrer un mobilier urbain permettant le stationnement des mobilités actives extérieur (stationnements vélos, trottinettes etc.).
- Mettre à disposition des solutions de mobilités durables alternatives à la voiture individuelle (aide achat vélo électrique, prêt de vélos…). Des services peuvent être proposés par les opérateurs.
- Appliquer le Guide d'Aménagement des Espaces Publics de Rennes Métropole.

Mobilités douces

Retour d'expérience

Dans le cadre de l'aménagement de ZAC de Saint-Vincent-de-Paul, l'aménageur a fait réaliser une étude pré-opérationnelle pour définir la stratégie de mobilités à mettre en œuvre à l'échelle du quartier. Cette étude vient **questionner les pratiques de mobilités futures dans le quartier et les besoins générés par le projet, au vu des objectifs d'évolution des parts modales de la Ville de Paris**.
L'estimation des besoins puis l'identification des solutions de mobilité retenues s'appuie sur une **analyse prospective des pratiques de mobilités** (réflexion à l'horizon 2030 et 2050 et suivant les **objectifs d'évolution des parts modales de la Ville de Paris**).
Cette analyse prospective a permis de définir des objectifs ambitieux en matière de développement des mobilités douces et de limitation de la voiture individuelle : le quartier est « zéro voiture », hormis les livraisons ; les stationnements voiture sont centralisés dans un seul équipement (parking souterrain sous un bâtiment neuf). Le nombre de places vélos est pré-identifié pour chaque bâtiment, en fonction des programmes pour permettre l'atteinte des parts modales idéales, et intégré au cahier des charges de chaque lot.





Extraits de l'étude pré-opérationnelle de mobilités, ZAC Saint-Vincent-de-Paul, CODRA, Chronos

Aides

- Appel à projets Fonds mobilités actives – Aménagement cyclables du Ministère de la transition écologique : un ou deux appels à projets chaque année pour **soutenir la réalisation d'itinéraires cyclables sécurisés**
- Programme ALVEOLE : financer la **création de places de stationnement vélos** et des **actions de sensibilisation**
- Aide aux études en matière de mobilité durable ADEME : financer des études pour progresser en matière de mobilité durable

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | À l'échelle du bâtiment

Fiche 4

Métabolisme urbain & Réemploi

Définition

La mise en œuvre d'une démarche de métabolisme urbain part de **l'étude de flux de matériaux entrants et sortants à l'échelle du territoire** qui se voit ainsi représenté comme un écosystème. L'objectif est de quantifier les flux de matières et d'énergie qui entrent dans un territoire, qui y sont consommés, transformés et stockés et qui en sortent. Les études de métabolisme urbain constituent **une étape des stratégies d'économie circulaire des territoires.**

Le réemploi de matériaux de construction consiste à **utiliser de nouveau des matériaux ou éléments de construction issus de déconstruction pour un usage identique** à celui pour lequel ils avaient été conçus. Il s'agit de transformer ces matériaux et composants d'ouvrages, encore trop souvent destinés à la filière déchet, en une ressource pour construire, en les mettant à disposition des acteurs de la construction.

Avantages

- Limiter la consommation de matériaux neufs
- Réduire les déchets de chantiers et mieux les trier
- Développe les filières de réemploi et de recyclage des matériaux
- Contribue à réduire les émissions de GES
- Mieux connaître et comprendre le flux de matériaux entrants et sortants

Inconvénients

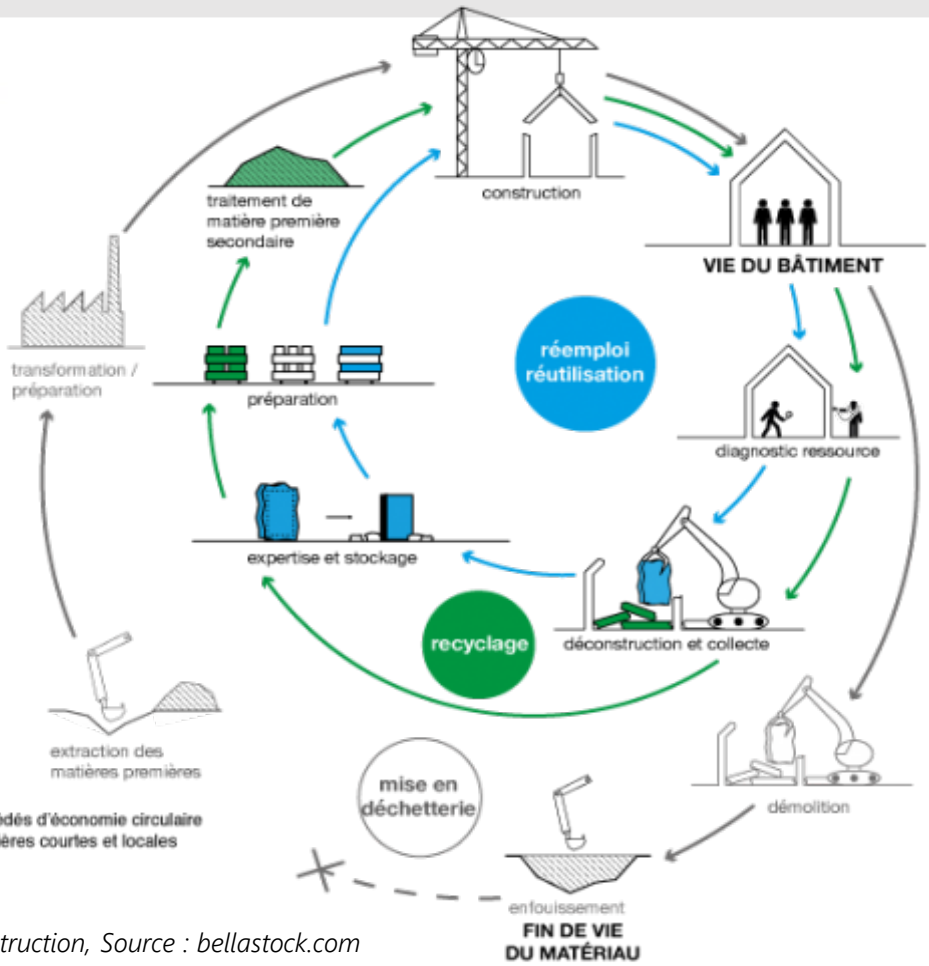
- Nécessite des études supplémentaires à l'échelle territoriale (analyse des flux des matières entrants/sortants, synergies entre les projets…)
- Nécessite un portage politique fort
- Nécessite un foncier pour stocker les matériaux, voire les transformer
- Main d'œuvre importante pour (re)mettre en état les matériaux

Impact carbone

Source : Bati Recup', ADEME

10,49kgCO2eq d'émissions carbone pour **1m² de voile béton de réemploi**
VS
49kgCO2eq pour **1m² de voile béton neuf**

Source : Projet du Clos Saint-Lazare à Stains, Bellastock



Métabolisme des matériaux de construction, Source : bellastock.com

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | À l'échelle du bâtiment

Métabolisme urbain & Réemploi

Etapes clés de la mise en œuvre d'une démarche de réemploi

1. Réaliser une **étude de faisabilité** qui comportera
   > Un diagnostic ressources
   > Un volet assurantiel et réglementaire
2. Eviter le statut de déchet et **anticiper le devenir des matières** afin que le réemploi et la réutilisation soit facilitée
3. **Prescrire le réemploi** et la réutilisation **dans le programme du projet** et **définir dans l'appel d'offre un lot dédié**
4. **Intégrer** le **réemploi** et la **réutilisation** dans les **documents d'exécution, CCTP et DCE**
5. Rédiger un **contrat de cession ou une convention de don (ou de mise à disposition)**
6. Trouver des **matériaux localement**
7. **Stocker et transporter les matériaux**

Points d'attention majeurs

- Pour toutes opérations de déconstruction de plus de 1000m², un diagnostic PMD (Produits Matériaux Déchets) est obligatoire à partir du 1er janvier 2022.
- La réalisation d'une étude gisements-ressources à l'échelle du projet d'aménagement est un pré-requis pour faciliter le réemploi de matériaux de déconstruction sur les opérations en renouvellement urbain, mais aussi pour élaborer un plan de gestion des déblais / terres excavées à l'échelle de l'opération d'aménagement, pour toutes les typologies d'opération.
- Anticiper la mise en œuvre en prenant en compte les temps plus longs de réhabilitation des matériaux dans le planning projet.

Recommandations opérationnelles

Réflexes aménageurs

- Etudier toutes les **possibilités d'approvisionnement local pour les matériaux de l'opération** (identifier les filières locales).
- Assurer une **gestion responsable des déblais / terres excavées :** réutiliser sur des chantiers du territoire ou sur le site, terre d'origine locale, viser zéro import de terre végétale…
- Organiser une **stratégie de réemploi à l'échelle de l'opération.** Pour cela, **s'accompagner d'un AMO réemploi** qui mettra en place la démarche (diagnostic ressources, mise à disposition des matériaux, objectifs quantifiables à intégrer au cahier des charges, assistance sur les sujets réglementaires liés au réemploi, faisabilité technique…).
- Pour un projet en réhabilitation, **6% de la masse des matériaux mis en œuvre devra provenir de filières du réemploi.** Pour un projet neuf, un objectif de **3% de la masse des matériaux mis en œuvre provenant de filières du réemploi pourra être visé.**

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | À l'échelle du bâtiment

Métabolisme urbain & Réemploi

Retour d'expérience

Le projet de métabolisme urbain piloté par Plaine Commune est une démarche d'économie circulaire appliqué au secteur du BTP et qui vise à mettre en place le réemploi, la réutilisation et le recyclage des matériaux de construction et à développer des filières porteuses d'économie circulaire. La mise en œuvre démarche de métabolisme urbain repose sur cinq grands axes :

- Expérimenter la démarche de réemploi, de réutilisation et de recyclage des matériaux sur 30 sites pilotes,
- Quantifier et qualifier la mine urbaine
- Accompagner le déploiement de circuits de valorisation locale des matériaux
- Mettre en place des plateformes de tri, de stockage et de valorisation des déchets de chantiers,
- Développer un outil numérique permettant la généralisation de l'économie circulaire dans le BTP,
- Accompagner la montée en compétence des acteurs locaux grâce notamment à des temps de formation.

Coûts

Coûts variables en fonction du périmètre de la mission et ses attendus.
Exemples :

- Etude de métabolisme urbain sur le périmètre de 12 quartiers prioritaires NPNRU sur le territoire d'Est Ensemble (~40 000€HT) comprenant une analyse quantitative et qualitative des ressources des opérations et des besoins en matériaux, l'identification des synergies entre opérations, le recensement des acteurs locaux, un diagnostic financier et environnemental des filières de valorisation et l'identification de chantiers « pilotes ».

- Mise en place d'une démarche d'économie circulaire à l'échelle de 32 quartiers NPNRU de la MEL (~200 000€ HT) comprenant une étude de métabolisme urbain, une étude de faisabilité territoriale et sociétale d'une plateforme de réemploi, une évaluation socio-économique et environnementale de la plateforme, appel à manifestation d'intérêt et conception réalisation de la plateforme, accompagnement des maîtres d'ouvrages à la mise en œuvre.

Aides

- ADEME – Financer les **diagnostics de territoire** et études préalables aux investissement de **réemploi, réparation et réutilisation:** Subvention avec un taux d'aide maximum de 50 à 70% et plafond de l'assiette des dépenses éligibles de 50 000 à 100 000€.

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Fiche 5

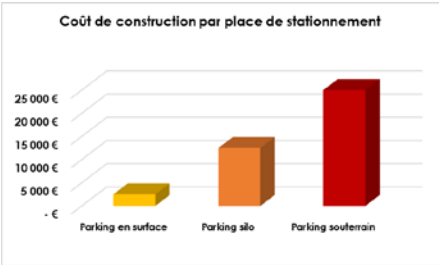
Stationnement automobile

Le stationnement automobile a un impact environnemental conséquent. Non seulement parce qu'il encourage l'usage de la voiture et donc des émissions induites mais aussi dans sa structure elle-même. La réduction de cet impact peut se jouer à plusieurs niveaux et notamment au niveau politique en contraignant le nombre de places à réaliser dans les projets dans les documents règlementaires. Mais à l'échelle de l'aménageur, des actions sont aussi possibles. En effet, certains choix opérationnels peuvent limiter l'impact carbone de la construction de parkings.

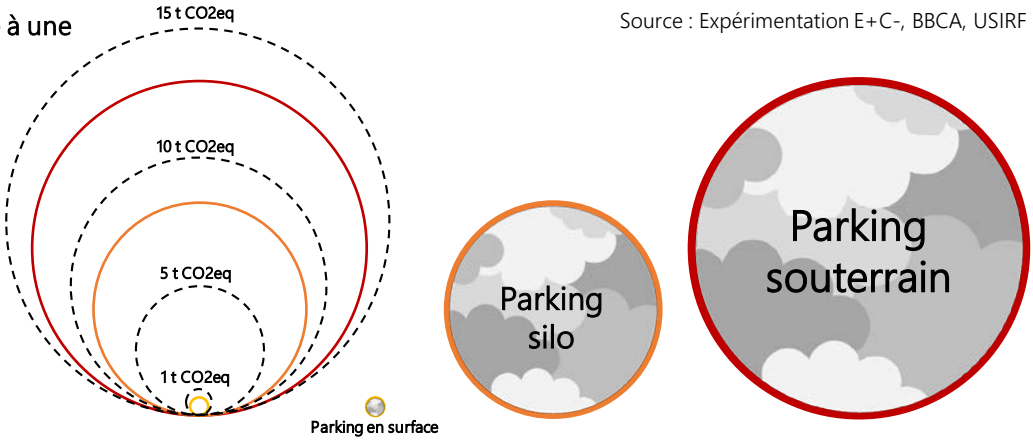
Impact carbone

Impacts carbone et financier rapporté à une place de stationnement

Source : Expérimentation E+C-, BBCA, USIRF



Source : BBCA, Expérimentation E+C-, USIRF.



STATIONNEMENT ENTERRÉ

Le parking sous-terrain est actuellement le plus communément répandu en milieu urbain dense. Il peut être construit en sous-sol de bureaux comme de logements.
Il s'agit aussi de la typologie de parking la plus émettrice en construction puisqu'elle nécessite une excavation de terres, leur traitement si celles-ci sont polluées, ainsi que la construction d'une structure solide avec des fondations permettant de soutenir l'ensemble de la structure.

Parking en sous sol de l'hôtel Dieu à Rennes

Impact carbone : **≈ 10 – 12 tonnes de CO2 par place**

Après avoir analysé les résultats de l'expérimentation E+C- sur 37 projets sans parking et 22 avec parking souterrain, **la présence d'un parking souterrain augmente de plus de 100% l'indice Eges** (en kgCO2eq/m²) **du lot 2** (Infrastructure et Fondations) des projets. Cela s'explique par la nécessité d'important travaux en infrastructure indispensable à la présence d'un parking. **A noter que cette augmentation de l'impact carbone de ce lot ne prend pas en compte les travaux de terrassement et du potentiel recyclage de terrains pollués.**

Coût financier:

- **Construction : ≈ 20 000 – 30 000 € HT/ place** et cela peut atteindre 45 000 € HT avec de fortes contraintes (ex : zone inondable)
- **Fonctionnement et amortissement : 1500 – 2200 € / an / place** pour le gestionnaire

Recommandations opérationnelles :

- Ce type de solution diminue les surfaces de pleine terre et donc la valeur du CBS
- L'emploi de béton bas carbone permet une diminution de l'impact carbone de l'ordre de 15-20%
- Mutualisation du parking sur plusieurs bâtiments

Les + :

- Impact urbain, paysager et sur l'espace public maîtrisé
- Accessibilité, sécurité et confort

Les - :

- Peu réutilisable en cas de changement d'occupation du bâtiment ou de diminution des besoins à l'usage
- Dans certains cas, nécessité de rabattement de nappe et d'étanchéisation des parkings

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Stationnement automobile

PARKING SILO

Un parking silo combiné à des logements est un parking en superstructure qui offre des places de stationnement dans les premiers étages des bâtiments avec des logements au-dessus. Il peut facilement être mutualisé entre plusieurs bâtiments puisqu'il est accessible de l'extérieur.
Ce type de parking est plus économique à la construction, mais aussi en coût carbone car l'impact du fait de travaux de terrassement est réduit et il n'implique pas de rabattement de nappes. De plus, l'organisation de ce type de parking permet une réversibilité facilitée.

Impact carbone: **≈ 6 – 8 tonnes de CO2 par place** (en béton)
L'impact carbone de cette solution est dû au type de matériaux utilisés. Une construction utilisant des matériaux biosourcés aura un impact carbone plus faible.

Coût financier: **≈ 10 000 – 15 000 € HT / place**
Tout comme l'impact carbone, le coût de ce type de stationnement est variable suivant les matériaux et l'emplacement du terrain.

Parking silo commun aux deux immeubles d'habitation – ZAC Madeleine, Rennes

Les + :
- Réversibilité d'usages
- Eclairage et ventilation naturelle
- Mutualisation facilitée
- Solution moins émissive qu'un parking en sous-sol

Les - :
- Moins de confort d'accessibilité pour les usagers
- Entraîne des hauteurs de construction plus importante
- Pas d'optimisation foncière
- Pas activités possibles au rez-de-chaussée (rez-de-chaussée actifs)

PARKING EN SURFACE

Il s'agit de parking aérien sans superstructure. Le coût carbone est donc moins élevé mais cette solution prend plus de place en surface pour un même nombre de voiture et peut avoir un impact environnementale important lié à une forte consommation foncière et à l'imperméabilisation des sols. Cependant celle-ci n'est pas systématique, de nombreux revêtements poreux ou alvéolaires peuvent être utilisés sur les places de parking pour limiter ce phénomène d'imperméabilisation.

Impact carbone: **≈ 0,6 tonne de CO2 par place**
L'impact carbone de cette solution est le plus faible des quatres solutions présentés ici puisqu'il n'implique pas la construction d'une infra ou superstructure.

Coût financier: **≈ 2 000 – 3 000 € / place**

Places de stationnement en surface – Ville de Pessac

Les + :
- Faible impact carbone
- Accessibilité
- Faible coût
- Réversibilité aisée

Les - :
- Imperméabilisation des sols *(impact pouvant être réduit par la mise en œuvre de revêtements perméables)*
- Impact urbain et sur les espaces publics (visibilité de la voiture, nuisances sonores)
- Pas d'optimisation foncière
- Importante emprise foncière

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Stationnement automobile

PARKING SEMI-ENTERRÉ

Le parking semi-enterré permet de gagner un niveau de parking sous-terrain avec une partie occupant le rez-de-chaussée du bâtiment. Cette occupation permet de réduire un peu l'impact carbone par rapport à un parking souterrain. De plus, il permet un éclairage naturel en journée, ce qui permet une économie importante d'énergie en exploitation.

Impact carbone: **Non connu**
Dans cette typologie de parking, il est courant d'utiliser le béton comme matériaux de construction. Le gain carbone est obtenu grâce aux économies en termes d'excavation des terres.

Coût financier: **Non connu**

Parking semi-enterré en Rez-de-chaussée – ZAC Courrouze, Rennes

Les + :
- Parti pris architectural possible
- Accessibilité, sécurité et confort
- Gain de place
- Rabattement moindre de la nappe, si nécessaire

Les - :
- Impact carbone restant élevé
- Moins de places de parking
- Pas activités possibles au rez-de-chaussée (rez-de-chaussée actifs)

Tableau de synthèse de comparaison des 4 solutions

	Parking souterrain	Parking semi-enterré	Parking silo	Parking surface
Impact **carbone**	+++	++	++/+	-
Impact **financier**	+++	+	++	-
Impact **foncier**	-	+	++	+++
Impact **environnemental** de l'environnement proche	+++	-	+	++

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Fiche 6

Le réseau de chaleur urbain

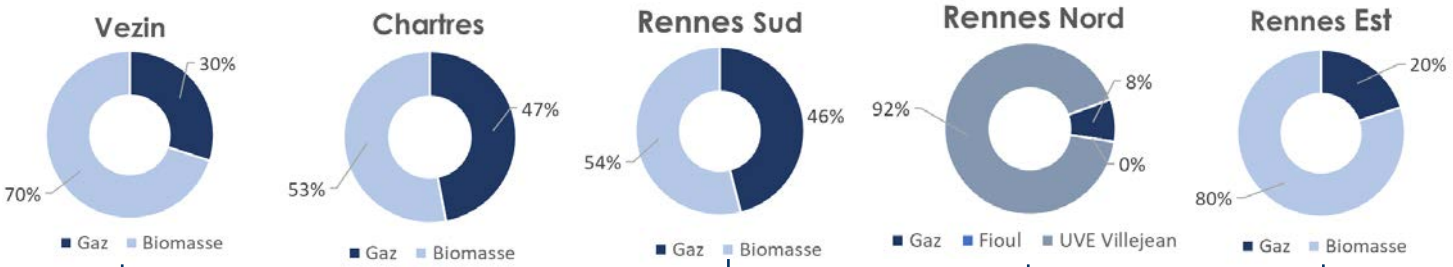
Avantages

- Bonne performance écologique des réseaux Rennais avec 71% d'EnR&R (contre 59% pour la moyenne nationale)
- La RE2020 incite au raccordement RCU des bâtiments par une dérogation temporaire aux seuils carbone sous réserve de verdissement prévu des réseaux
- Adaptabilité vis-à-vis de l'approvisionnement énergétique

Inconvénients

- Coûts d'entrée et d'entretien parfois élevés
- Limite de rentabilité si associé à des bâtiments très performants

Impact carbone



36 g CO2 / KWh | 257 g CO2 / KWh | 96 g CO2 / KWh | 5 g CO2 / KWh | 31 g CO2 / KWh

Correspond à une alimentation 100% gaz en année 0 de la mise en service du RCU (2017)

Comparatif gaz : 227 g CO2 / KWh

Diminution des émissions comprises entre 50% et 90% par rapport à un chauffage gaz

Source : SREC

Points d'attention majeurs

- Le marché des réseaux de chaleur neufs s'oriente actuellement plutôt vers des **RCU de taille moyenne sous forme de boucle d'eau tempérée**, sous forme d'un réseau indépendant ou à interfacer avec un RCU existant.
- La réflexion sur les RCU implique des **choix politiques forts**, comme par exemple défendre la densité urbaine dans les projets de construction neuve pour atteindre une densité énergétique suffisante à la rentabilité du réseau.
- Porter une grande attention à **l'étude en énergie renouvelable (EnR),** base de la réflexion sur les réseaux de chaleur, et sur l'accompagnement possible par **l'ALEC**.

Recommandations opérationnelles

Réflexes aménageurs

- S'autoriser à adapter la programmation / le plan masse pour optimiser la densité énergétique.
- Si pas de réseaux de chaleur à proximité, privilégier la haute performance énergétique.
- Etudier les pistes d'optimisation du réseau : réduire la température de desserte, connecter le RCU avec des installations de production renouvelables décentralisées, créer des capacités de stockage (type En'RnoV), gérer l'approvisionnement multi-énergie dans une logique Smart Grid (exemple du réseau Nice Méridia).

Faire la différence en phase d'exploitation

- Facturer au MW plutôt qu'au m² afin de corréler la facture aux consommations réelles et inciter les usagers aux économies d'énergies.

Le réseau de chaleur urbain

Études à réaliser

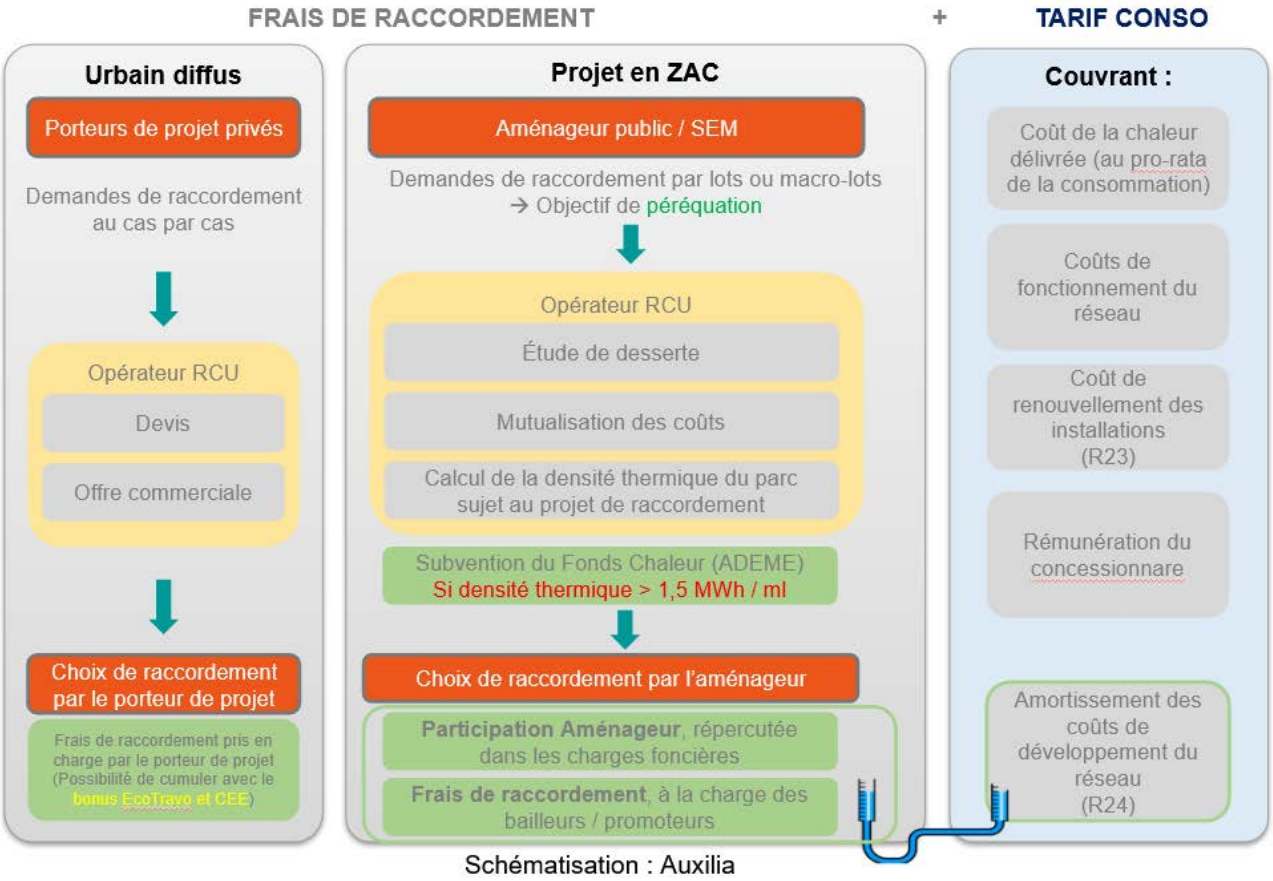
Etude d'approvisionnement en énergies renouvelables et de récupération dans le cas d'un raccordement à un réseau de chaleur urbain (RCU) existant

- A réaliser le plus en amont possible pour anticiper l'impact d'une chaufferie sur le foncier disponible : en phase d'études pré-opérationnelles ou Plan Guide en cours d'élaboration
- Etude de plusieurs scénarios de desserte avec raccordement au RCU, avec des scénarios d'optimisation du réseau : boucle secondaire mutualisée à l'échelle d'un projet et raccordée au RCU existant, stockage thermique
- Étude de l'impact du niveau de performance énergétique des bâtiments sur l'efficience du réseau de chaleur (jusqu'à quel niveau de sobriété l'on peut descendre en gardant une rentabilité du réseau)
- Fourniture de prescriptions dans le cas de bâtiments ne pouvant être raccordés au RCU ou à une boucle interne à l'opération : étude des meilleures options d'approvisionnement décentralisées
- Comparaison du coût d'investissement, du coût global sur 20 ans, de l'efficacité énergétique, du contenu carbone et des possibilités d'évolution du mix énergétique
- Option : calcul de la facture énergétique pour les usagers

Prestataires susceptibles de réaliser ce type d'étude :
- BE développement durable ou spécialisé énergie/réseaux selon complexité du montage et caractère innovant du réseau
- ALEC
- ADEME

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | A l'échelle du bâtiment

Le réseau de chaleur urbain



Schématisation : Auxilia

Retour d'expérience

Pour la ZAC de Guines, l'étude de desserte énergétique a révélé un coût global sur 20 ans de 800k€ pour la solution du RCU, **10% inférieure à la solution de la chaufferie gaz collective**.

En milieu rural, on considère généralement qu'un réseau de chaleur peut avoir de l'intérêt à partir de 1,5 MWh/m linéaire de réseau et par an. Par comparaison, la densité minimum des réseaux urbains anciens se situe autour de 8 MWh/m linéaire de réseau et par an.

Coût global

Coût d'investissement: 2400€/logement
Coût d'entretien: 3€/m²
Coût supporté par les occupants: 2,5€/m²

(médiane observée à Rennes, observations sur un panel de 77 opérations dont 59 en gaz, 7 RCU et 4 PAC, source: CERQUAL).
Les coûts d'investissement (ramenés au logement) diminuent avec l'augmentation de la taille de l'opération.

Coût global: Sur 20 ans au global, l'accès à l'énergie pour un RCU (~700€/lgt/an pour un bâti RT2012) est bien plus abordable qu'avec une chaudière gaz individuelle (~1000€/lgt/an). D'après le SREC, la performance des RCU rennais permettrait d'atteindre un coût 10% inférieur à ces ratios mesurés par AMORCE à l'échelle nationale.

Aides

Le Fond de Chaleur de l'ADEME pour création ou extension d'un réseau de chaleur alimenté au minimum par 65% d'EnR&R.
Cette aide peut aller jusqu'à 80% des investissements avec une étude au cas par cas.

Le réseau de chaleur urbain

Notion de densité thermique

La densité thermique est le rapport entre la demande globale en chaleur à desservir (MWh) et le linéaire de réseau nécessaire (ml).

Seuil ADEME	Seuil En'RnoV	Densité minimale calculée*
1,5 MWh/ml/an	2,5 MWh/ml/an	43 m²/ml

*Densité calculée par rapport au seuil En'RnoV

Ces seuils sont des valeurs minimales annuelles et qui font références aux notions de densité thermique et de rentabilité économique.

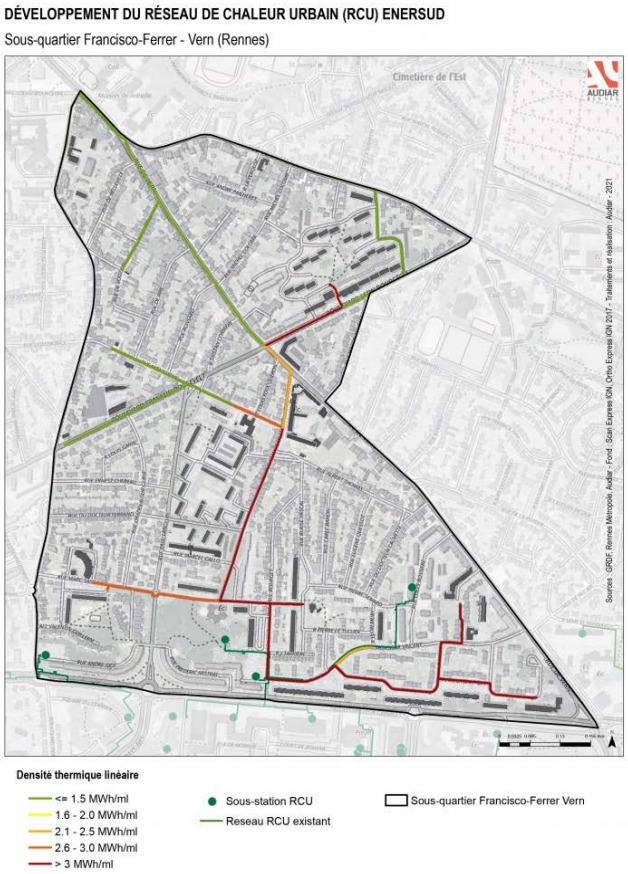
Le seuil de l'ADEME conditionne l'octroi de **Fond Chaleur**, indispensable au bouclage du montage économique d'un réseau de chaleur. **A noter que le Fonds Chaleur n'est octroyé que si le réseau est alimenté au minimum à 65% d'EnR&R.**

Le seuil En'RnoV détermine, quant à lui, **la possibilité économique du prolongement ou de la création du réseau de chaleur** par le gestionnaire du réseau (à Rennes : En'RnoV). Ainsi, il est plus pertinent de se baser sur le seuil d'En'RnoV pour être à la fois éligible au Fond Chaleur (notamment pour les régions Rennes Est, Rennes Nord, Chartres et Vézin dont les RCU ont des taux d'EnR&R supérieurs à 65%) et également être en accord avec le seuil de rentabilité du gestionnaire du réseau qu'est En'RnoV.

Le seuil de densité minimale est un ratio de surface chauffée (en m²) et **conformément à la future RE2020 : Cep<75kWhep/m²/an)** en fonction de mètres linéaire de réseau RCU **(conformément au seuil de En'RnoV : 2,5MWh/m²/an).** Il a été calculé d'après **les données de l'expérimentation E+C- en analysant les besoins moyens en ECS et chauffage de logements collectifs niveau E2** (en moyenne 78% du Cep). Ainsi, ce seuil nous donne un ordre de grandeur de densité à respecter pour être à la fois **conforme à la future RE2020 et au seuil En'RnoV.**

Questions à se poser pour le raccordement d'un projet à un RCU :

- Y-a-t-il un réseau de chaleur existant à proximité ?
- Les seuils sont-ils accessibles tout en gardant des consommations énergétiques maîtrisées ?
- Le projet a-t-il une densité bâtie suffisante pour que le raccordement à un réseau proche soit rentable d'un point de vue environnemental et économique ?



Carte des consommations énergétiques et densité thermique du réseau de chaleur de Rennes Sud
Source : Rennes Métropole

A l'échelle **de l'ilot**

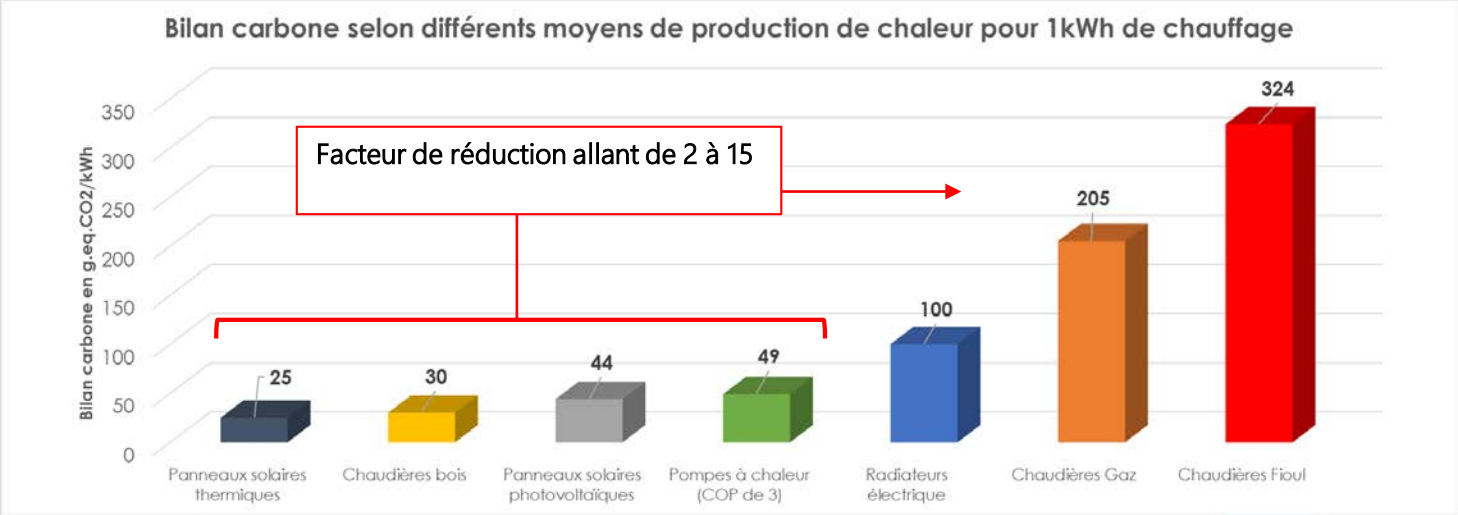
A l'échelle de l'opération d'aménagement | **A l'échelle de l'îlot** | A l'échelle du bâtiment

Fiche 7

Systèmes de production d'EnR décentralisés

Le secteur du bâtiment représente **44% de l'énergie consommée en France** et émet chaque année près de **123 millions de tonnes de CO2.** Parmi cette énergie consommée, la part du chauffage et des ECS sont estimées plus de 75% en 2018. De plus, rappelons qu'en 2020, **les énergies fossiles représentent la plus grande partie de l'énergie produite, soit 38%** (27% gaz et 11% pétrole), devant l'électricité (34%) et les EnR (24%). Enfin, à l'échelle bâtiment, **l'empreinte carbone de l'approvisionnement énergétique représente 32% sur l'ensemble de son cycle de vie.** Ainsi, les énergies renouvelables pour la production d'électricité et de chaleur constituent un enjeu majeur pour la construction bas carbone.

Impact carbone



Source :

- Panneaux solaires thermiques : ARDENTE Fulvio, BECCALI Giorgio, CELLURA Maurizio, LO BRANO Valerio, Life cycle assessment of a solar thermal collector, Université de Palerme, 2004.
- Chaudières bois, Panneaux solaires photovoltaïques, Pompes à chaleur (COP de 3), Radiateurs électrique, Chaudières fioul, Chaudières gaz : CARBONE 4. Chauffage électrique en France : une bonne idée pour le climat ? 2020.

LES PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES

Méthode d'intervention:
Les panneaux solaires thermiques permettent principalement de chauffer les ECS (Eaux Chaudes Sanitaires) collectifs et individuels grâce à l'irradiation solaire.

Les + :

- Source principale ou en appoint
- Possibilité de mutualisation des équipements à l'échelle du bâtiment
- L'ADEME Bretagne soutient les porteurs de projet grâce au Fonds Chaleur
- Frais de maintenance et de fonctionnement plutôt faibles
- Pas de consommation de foncier
- Technique largement maîtrisée

Les - :

- Une solution qui ne répond qu'à un seul type d'usage
- Investissement important : 2000 à 2500 € / logement environ (des coûts qui ne prennent pas en compte une autosuffisance)
- Performances conditionnées par les conditions météorologiques, production limitée en hiver
- Taux de couverture parfois inférieur à 50%, doit-être sous-dimensionné pour éviter les surchauffes l'été
- Source de production d'énergie intermittente

Enjeux
Cette solution permet une économie de carbone de 0,243 kg/kWh par rapport à une solution au gaz.

Points d'attention majeurs

- Utilisation de capteurs autovidangeables pour faciliter l'entretien
- Travailler avec des bureaux d'études « qualifiés » dans la chaleur solaire
- Recommandation d'utiliser les schémas Socol
- Responsabiliser et former les exploitants

Recommandations opérationnelles

- Viser une couverture de 50% des besoins en ECS par les panneaux solaires thermiques
- L'analyse de l'opportunité d'une démarche Smart Grid devra être incluse dans l'étude EnR pour optimiser les appels de puissance et favoriser la maîtrise et la flexibilité électrique des bâtiments, notamment par un pilotage énergétique mutualisé.

A l'échelle de l'opération d'aménagement | **A l'échelle de l'îlot** | A l'échelle du bâtiment

Systèmes de production d'EnR décentralisés

LES POMPES A CHALEUR

Méthode d'intervention:
Les PAC puisent l'énergie calorifique de l'air extérieur ou du sol pour la transformer en énergie valorisable pour le chauffage et les ECS. Avec un COP (rendement) de 4, une pompe à chaleur va générer près de 4 kWh utilisable pour 1kWh consommé.

Les + :
- PAC « classique » (AIR/AIR, AIR/EAU) :
  - Solutions multi-usages : chauffage, l'ECS et la ventilation/rafraichissement
  - Peut s'allier à d'autres EnR comme la géothermie pour augmenter les performances énergétiques
  - Des solutions éligibles à la RE2020 et au Fond Chaleur de l'ADEME
- PAC géothermique (EAU/EAU) :
  - Des performances stables pour les PAC géothermies (COP entre 4 et 5) et qui ne dépendent pas des aléas climatiques
  - Des solutions éligibles à la RE2020 et au Fond Chaleur de l'ADEME
- PAC au CO2 :
  - Taux de couverture de 100%. Pas d'appoint
  - Coût d'investissement moyen et entretien / maintenance limitée
  - Fonctionne toute l'année, faible encombrement
  - Peu de nuisances acoustiques et pas de risques légionelles

Les - :
- PAC « classique » (AIR/AIR, AIR/EAU) :
  - Des performances parfois limitées, dépendantes de la température extérieure
  - Coûts d'exploitation élevés
- PAC géothermique (EAU/EAU) :
  - Surcoût pour le forage et les sondes
  - Un potentiel à confirmer par des études spécifique (hydrogéologue)
  - Coûts d'exploitation élevés
- PAC au CO2 :
  - Nécessite une installation robuste car équipement sous pression
  - Une consommation d'espace en toiture

Enjeux
Les PAC peuvent économiser jusqu'à 2 tonnes de CO2 annuellement par logement (source: AFPAC) par rapport à un système utilisant du gaz ou du fioul. Un système PAC est en moyenne 4 fois moins émetteur qu'une solution gaz.

Points d'attention majeurs
- La région de Rennes ne peut bénéficier que de la géothermie très basse énergie (sur nappe) couplée à une pompe à chaleur (Source : BRGM) du fait de nappes aquilifères superficielles et discontinus.

Recommandations opérationnelles
- Privilégier les PAC Air/Eau collective double ou triple usages (chauffage, ECS et/ou rafraichissement) et les PAC géothermique nappe/eau

LES PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

Méthode d'intervention:
Les panneaux solaires photovoltaïques peuvent alimenter des postes divers (parties communes, réseaux…) du fait d'une production d'électricité.

Les + :
- Permet de répondre à une multitude d'usages (ECS, chauffage, ventilation, équipements hors RT, …)
- Un panneau photovoltaïque conserve 80 % de sa puissance jusqu'à 20 ans
- Technique largement maîtrisée
- Pas de consommation de foncier

Les - :
- Un coût d'investissement assez élevé, environ 375 €/m² pour le polycristallin (un logement nécessite 20m² de surface de panneaux pour une autosuffisance)
- Nécessite un aménagement des toitures adaptées (accessibilité, sécurité, surcharge)
- Performances conditionnées par les masques solaires, production limitée par temps couvert
- Production d'énergie intermittente

Enjeux
Une solution 4 fois moins émissive qu'un système au gaz tout en garantissant une certaine autonomie énergétique aux projets. Cela peut participer de la résilience d'un quartier.

Points d'attention majeurs
- Prendre en compte l'ensemble des masques solaires
- Concurrence des équipements et de la végétalisation en toiture

Recommandations opérationnelles
- Anticiper la perte d'espace liée à la présence des réseaux en toiture terrasse
- Entretenir régulièrement l'installation

A l'échelle de l'opération d'aménagement | **A l'échelle de l'îlot** | A l'échelle du bâtiment

Systèmes de production d'EnR décentralisés

LES CHAUDIERES BOIS

Méthode d'intervention:
Les chaudières bois alimentent les réseaux de chauffage et d'ECS par la combustion de matériaux biosourcés, généralement issus des déchets des scieries (granulés).

Les + :
- Une grande flexibilité d'usage
- Faibles coûts du combustible (20 à 30% moins cher que le gaz)
- La solution qui a le meilleur bilan carbone
- Peut-être éligible au Fond Chaleur de l'ADEME
- Cendres potentiellement valorisables pour l'épandage

Les - :
- Coûts d'investissement relativement important (1000 € /kW installé)
- Une emprise foncière à prévoir pour la livraison du combustible
- Nécessité d'avoir des ravitaillements périodiques
- Intégration foncière, technique et architecturale des chaufferies biomasse parfois compliquée sur l'existant

Enjeux
Il s'agit d'une des solutions les moins carbonées dans la production d'énergie avec une émissivité carbone 7 fois plus faible qu'une chaudière gaz.

Points d'attention majeurs
- Penser à une surface de voie publique destinée à l'approvisionnement des chaudières par camions, et à la localisation du stockage
- Approvisionnement local à privilégier

Recommandations opérationnelles
- Privilégier des installations ayant le label Flamme Verte
- Prévoir une chaudière supplémentaire pour assurer une autonomie énergétique en cas de panne ou vidange des autres chaudières
- Privilégier des produits labellisés pour le combustible (PEFC, France Bois Bûche, NF Bois de chauffage)

Tableau de synthèse de comparaison des systèmes de production d'EnR décentralisées

	Solaire thermique	Solaire photovoltaïque	PAC	Chaudières bois
Impact sur la réduction du **contenu carbone**	+++	+	-	++
Coût **financier**	+++	+	+	++
Capacité de **couverture énergétique**	+	+	+++	++
Réduction des **factures énergétiques** des ménages	++	-	+	+++

A l’échelle **du bâtiment**

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | **A l'échelle du bâtiment**

Fiche 8

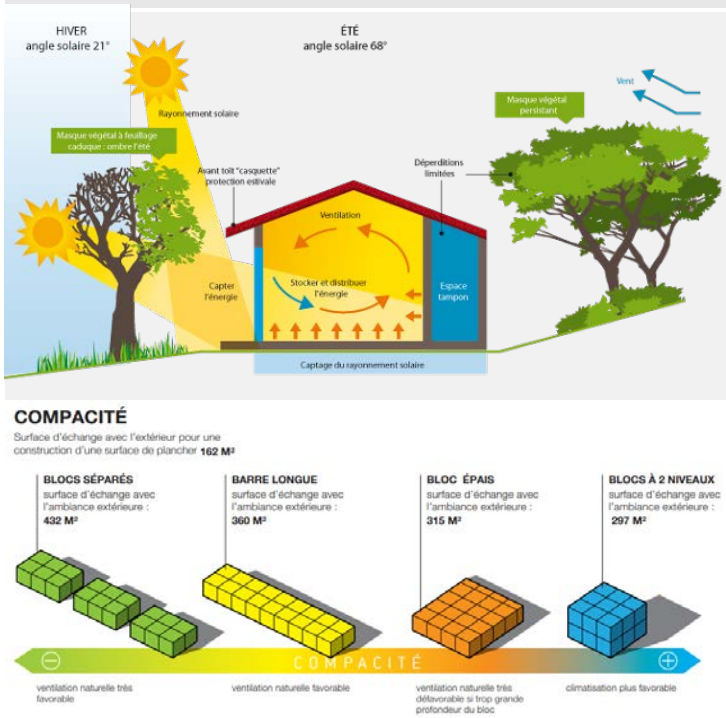
Conception bioclimatique

Impact carbone

35kWh/m²/an c'est la consommation énergétique d'un **bâtiment bioclimatique**
VS 50kWh/m²/an pour un **bâtiment RT2012**
Source : Actu-Environnement

- 30 % minimum de consommation énergétique pour un bâtiment bioclimatique

L'IMPLANTATION ET LA COMPACITÉ DU BÂTIMENT



Les + :
- Diminution des déperditions énergétiques et apport solaire gratuit = réduction des besoins de chauffage
- Accès à la chaleur et lumière naturelle pour un confort en période hivernale

Les - :
- Possibilités limitées en milieu urbain du fait de la densité et de l'orientation des parcelles
- Coût de l'étude d'ensoleillement
- Oriente l'architecture des bâtiments

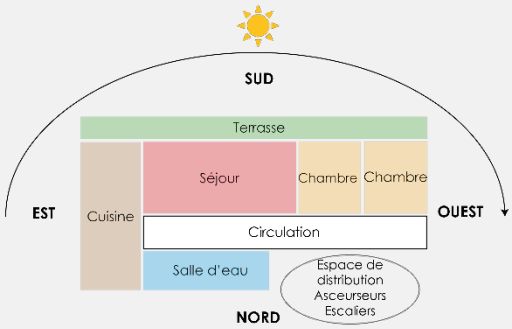
Enjeux
- Une approche anticipant les gains bioclimatiques, associée à une enveloppe optimisée, permet d'atteindre plus facilement un niveau **passif.**

Points d'attention majeurs
- Certaines architectures favorisant les apports solaires peuvent risquer d'augmenter les déperditions énergétiques. Les compromis optimaux (quantité de vitrage, compacité…) sont à étudier en conception pour garder la maîtrise du budget tout en proposant une architecture qualitative.

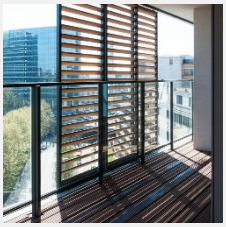
Recommandations opérationnelles
Réflexes aménageurs
- Viser **2h d'ensoleillement par logement le 21 décembre** (peut être modulé à 1h en milieu urbain dense/contraint) en réalisant une **étude d'ensoleillement** en phase pré-opérationnelle.
- Conjuguer une certaine compacité et une géométrie favorisant les apports solaires.
- Viser **zéro logement mono-orienté nord** et **zéro logement mono-orienté à partir du T3.**

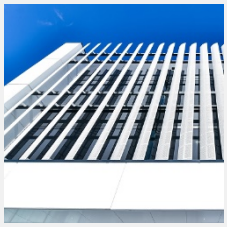
Conception bioclimatique

L'ENVELOPPE ET L'ORGANISATION INTERNE DU BÂTIMENT



Exemple de protections solaires en façades :





Méthode d'intervention:
La mise en place d'une enveloppe performante et une organisation intérieure réfléchie peut avoir de réels avantages thermiques et en termes de confort.

Les + :
- Apports énergétiques solaires gratuits
- Accès à la chaleur et à la lumière naturelle pour les pièces de vie
- Assure un confort d'été et d'hiver
- Réduction des dépenses énergétiques

Les - :
- Peut être difficile à mettre en œuvre de manière équitable sur l'ensemble des programmes

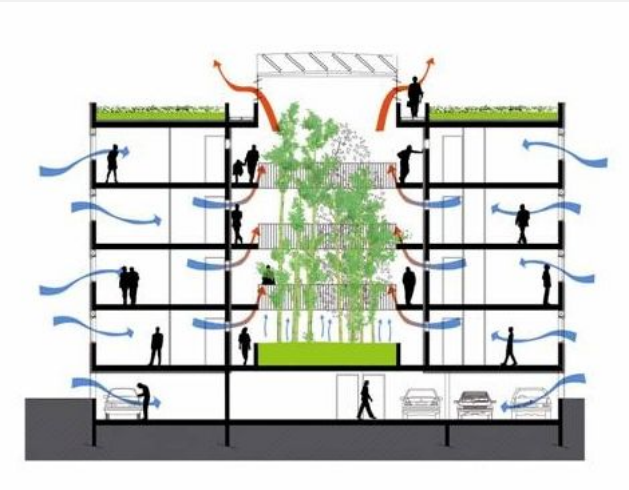
Enjeux
- Une isolation par l'extérieur (ITE) permet une réduction jusqu'à 25 à 30 % des déperditions énergétiques comparée à une isolation par l'intérieur.
- Une ITE combinée avec des isolants à forte inertie peut entraîner un déphasage jusqu'à 16h.

Points d'attention majeurs
- Sans protections solaire efficace, les apports solaires peuvent créer des surchauffes en période estivale.
- Prendre en compte les futurs usages pour que les solutions techniques soient utilisées telles qu'elles ont été pensées (exemple : des protections solaires utilisées pour garantir l'intimité et non pour protéger des rayons solaires).
- Les usagers de bâtiment bioclimatique doivent être accompagnés et sensibilisés pour éviter les surconsommations.

Recommandations opérationnelles
Réflexes aménageurs
- Rechercher l'intégration de volumes non chauffés pouvant assurer des fonctions tampons thermiques (serres, vérandas, jardins d'hiver, doubles peaux, etc.).
- Proposer des espaces à double usages (serres chaudes ou froides, espaces tampons, ...).
- Adapter l'épaisseur des bâtiments pour favoriser l'aménagement de logements traversants et limiter les logements à orientation défavorable.
- Viser 20 à 30% surfaces vitrées sur l'ensemble du bâtiment.
- Privilégier l'isolation par l'extérieur (avec des isolants ayant une forte inertie et un déphasage important comme la fibre de bois, le chanvre...).
- Mettre en place des protections solaires efficaces tout en restant perméables à la lumière et calibrées selon les orientations (à intégrer aux STD).

Conception bioclimatique

LA VENTILATION NATURELLE



Méthode d'intervention:
Tout comme l'orientation du bâtiment, cette solution se pense à la conception des bâtiments pour bénéficier au mieux des conditions aérauliques de l'environnement et ainsi accroître les bénéfices pour le confort des usagers en période estivale.

Les + :
- Participe fortement au confort d'été (peut être simulé en STD)
- Une solution adaptée à l'intensification des périodes de grandes chaleurs
- Permet une diminution des besoins de climatisation en été

Les - :
- Oriente l'architecture des bâtiments
- Possibilités limitées en milieu urbain dense
- Coût en étude aéraulique
- L'ambiance acoustique extérieur peut contraindre l'utilisation de la ventilation naturelle

Enjeux
Pour une vitesse aéraulique de 1,5m/s, la température ressentie peut diminuer jusqu'à 4°C en période estivale

Points d'attention majeurs
- Effet de la topographie à étudier afin d'éviter tout risque de turbulence et de favoriser une possible exploitation du gisement éolien
- Effet d'un obstacle sur le potentiel de ventilation : l'impact des bâtiments existants doivent être pris en compte afin d'évaluer la distance à respecter entre ces derniers et d'optimiser la forme géométrique.
- Ne pas oublier l'aspect sécurité et préserver l'intimité des occupants

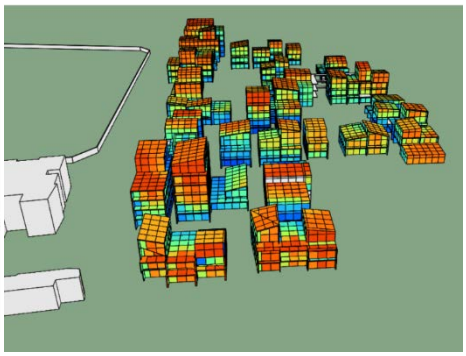
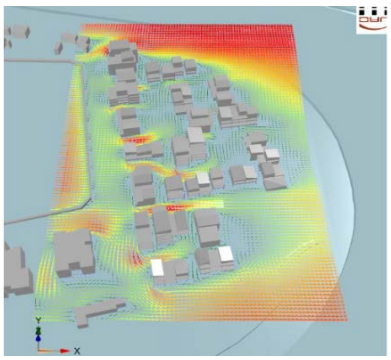
Recommandations opérationnelles
Réflexes aménageurs
- Mener une étude aéraulique pour identifier le potentiel de ventilation naturelle (pression sur les façades, vitesse aéraulique possible en ventilation naturelle).
- Favoriser les logements traversants permettant une meilleure circulation de l'air.
- Une façade ne doit pas concentrer plus de 70% des surfaces d'ouverture libre des baies.
- Avoir entre 2-4% d'entrées d'air de la surface du bâtiment pour avoir un renouvellement d'air efficace.

Conception bioclimatique

Retour d'expérience

Lors de la conception du projet de la ZAC Plaisance à Rennes, des modifications sur les solutions bioclimatiques ont été faites en vue d'améliorer les performances énergétiques du projet. En effet, le plan de masse a été repensé pour conjuguer forme urbaine et performance énergétique. La forme allongée des façades Sud des bâtiments, qui avait été pensée pour accroître les apports solaires gratuits, a été modifié pour aller vers plus de compacité des bâtiments car elle augmentait les déperditions linéaires du RCU. Des études aéraulique et d'ensoleillement ont été réalisées. L'architecture bioclimatique développée au sein du projet permet de couvrir 50% des besoins en chauffage des bâtiments par des apports solaires et 15% par des apports internes. Des exigences d'architecture bioclimatique (vérifiées par l'étude aéraulique et d'ensoleillement) ont été imposées:

- Orientation Sud des logements pour bénéficier des apports solaires gratuits en hiver tout en prévoyant des protections solaires pour la période estivale afin de prévenir les surchauffes,
- 2h minimum d'ensoleillement hivernal pour chaque logement.

Source : Notice environnementale-énergie Equipe C. Schorter / Probimmo / Coop de construction / Espacil ZAC Plaisance, 2016

Coût global

Coût des études associées :

- Analyse climatique locale
- Etude d'ensoleillement (≃5000-7000 €)
- Etude de lumière naturelle (FLJ)
- Etude de confort thermique dynamique (STD) (≃15000-20000 €)
- Etude du confort hygrothermique en période estivale
- Etude aéraulique (≃8000-10000 €)

Il est important de préciser que ces coûts sont à titre indicatif et variables suivant l'ampleur du projet.

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | **A l'échelle du bâtiment**

Fiche 9

Démolition–Reconstruction vs Réhabilitation

Avantages	Inconvénients
• La démolition-reconstruction est une solution parfois plus adaptée en cas de changement d'usage. • C'est également une solution plus rentable lors de la présence d'importantes contraintes sur l'existant.	• La démolition-reconstruction engendre une grande quantité de déchets à évacuer et à gérer avec les émissions de carbone et autres nuisances associées (ex : trafic routier) + la potentielle destruction de matériaux n'ayant pas atteint la fin de leur durée de vie conventionnelle. • Elle mobilise de nouveaux matériaux (et donc un impact carbone) pour des usages déjà assurés par le bâti existant (ex : structure…). • C'est une solution non envisageable pour des bâtiments classés ou inscrits.

Impact carbone

Points d'attention majeurs

- Le poids carbone des infrastructures et superstructures sont majeurs à l'échelle du bilan carbone (**350 kgCO2/m²**), pour un bilan global d'environ **900 kgCO2/m²**, soit **35% d'émissions évitées dans le cas d'une réutilisation de structures existantes**. Sur des critères énergie-carbone, il est prioritaire de **réutiliser les structures existantes**, limiter autant que possible les déconstructions–reconstructions et donc prioriser les rénovations, même lourdes.
- Dans le choix entre réhabilitation et reconstruction, l'impact carbone **est un paramètre à prendre en compte parmi d'autres** (enjeux urbains, paysagers, patrimoniaux, économiques, techniques…)
- Le **bilan carbone d'une démolition** puis d'une reconstruction dépend de **nombreux facteurs** (l'état de l'existant, l'utilisation de matériaux biosourcés, les performances énergétiques et les moyens de production d'énergie utilisés) et peut être plus ou moins avantageux comparé à une réhabilitation.

50kWh/m².an évités en reconstruction plutôt qu'en **réhabilitation** (dû aux meilleures performances énergétiques - pour un bâtiment tertiaire).
Source : DRIEA IDF, octobre 2020

420 kgCO2eq/m² évités pour un **bâtiment réhabilité** par rapport à un **bâtiment équivalent reconstruit à neuf** (pour un bâtiment tertiaire, à livraison). *Source : DRIEA IDF, octobre 2020*

1 600 tCO2eq c'est le **gain carbone estimé pour la rénovation lourde** d'un **bâtiment existant de 4 000m²** par rapport à une **démolition reconstruction**
Source : DRIEA IDF, octobre 2020

La **démolition** des fondations, structures et maçonneries émet
~300 kgCO2/m² de SDP.
Source : E6

Recommandations organisationnelles

- **Réhabiliter** dès que possible plutôt que démolir/ reconstruire.
- Se référer au guide ACV Rénovation **réalisé par l'Alliance HQE** comme aide à la décision pour choisir entre rénovation ou démolition/reconstruction.
- Une **Analyse de Cycle de Vie** devra être réalisée et mise à jour aux principales étapes du projet.
- En cas de démolition – reconstruction, il conviendra de **maximiser la déconstruction sélective et le réemploi de matériaux.** Se référer aux recommandations organisationnelles des fiches Métabolisme urbain et Réemploi
- Dans le cas d'une rénovation, viser le niveau de performance énergétique **BBC Effinergie Rénovation.**

Démolition - Reconstruction

Retour d'expérience

Une étude de l'alliance HQE sur des **bâtiments rénovés** a permis de faire un premier retour d'expériences sur les **consommations énergétiques après rénovation**. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Logements collectifs (LC)

Bâtiments de bureau ou administratifs (B)

Tertiaires autres (A)

Nombre d'usages		4 usages				Tous usages
Méthode d'évaluation		DPE étiquette Energie		DPE étiquette Climat		Bilan BEPOS
Nom du projet	Zone climatique	Avant rénovation	Après rénovation	Avant rénovation	Après rénovation	Après rénovation
LC1	H1a	D	B	F	D	E2
LC2	H1a	G	C	D	B	E1
B1	H2b	-	B	-	A	E2
B2	H2b	-	A	-	A	= E3
B3	H1a	-	B	-	B	E1
B4	H1a	E	C	C	B	< E1
B5	H1c	E	B	E	A	E2
B6	H1a	D	B	D	C	= E1
A1	H1a	-	B	-	B	E2
A2	H1b	-	B	-	A	E3

Estimation des économies d'énergie après rénovation

- LC1 → ~ 119,5 kWep/m².an évités
- LC2 → ~ 330 kWep/m².an évités
- B4 → ~ 160 kWep/m².an évités
- B5 → ~ 210 kWep/m².an évités
- B6 → ~ 119,5 kWep/m².an évités

Source : Guide HQE performance, premières observations pour les bâtiments rénovés.

Coût global

- **Coût moyen d'une rénovation énergétique** en logements collectifs serait estimé à **304€/m²** avec un coût moyen économisé de **356€/kWh/m²/an** – *Source : Etude sur les coûts de le rénovation énergétique, DREAL*
- **L'ADEME** a également établie une **matrice pour évaluer le coût moyen d'une rénovation énergétique** pour passer d'une classe énergétique à une autre (classe DPE) :

Matrice ADEME — Classe d'arrivée

(€/m²)	F	E	D	C	B	A
G	76	141	182	229	304	396
F		64	105	153	227	320
E			38	88	163	254
D				47	122	212
C					75	167
B						105

Aides

- Dispositif EcoTravo de Rennes Métropole : Pour les maisons individuelles, conseils, aides financières à l'audit et aux travaux de rénovation énergétique/ Pour les copropriétés privées permet de bénéficier de conseils gratuits et d'aides financières dans le cadre d'un projet de rénovation énergétique globale
- Accélérer la rénovation énergétique des logements dans les territoires : aide à la mise en place d'une politique publique ambitieuse
- Être accompagné en ingénierie pour la rénovation énergétique des bâtiments publics : aide de la Banque des Territoire

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | **A l'échelle du bâtiment**

Fiche 10

Rénovation Bas Carbone

Avantages

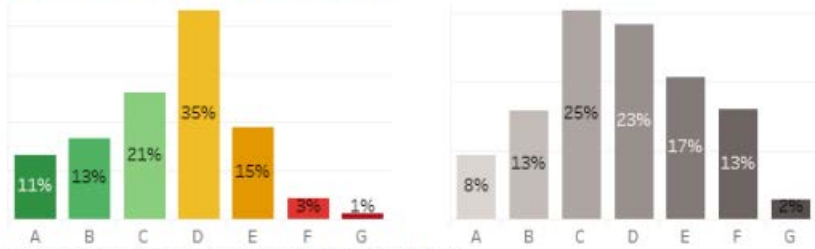
- Permet de diminuer les consommations énergétiques donc les émissions de carbone du bâtiment et le prix de la facture énergétique
- Permet de réduire l'utilisation de nouvelles ressources par rapport à une démolition/ reconstruction
- Permet d'améliorer la qualité de vie des habitants

Inconvénients

- Peut s'avérer complexe dans le cas d'un changement d'usage du bâtiment (en fonction de la structure et des usages existants)

Impact carbone

Répartition des logements rennais (estimation faite sur 24 644 logements) par classe DPE (Diagnostic de Performance Énergétique) en énergie à gauche, en émissions de GES à droite.

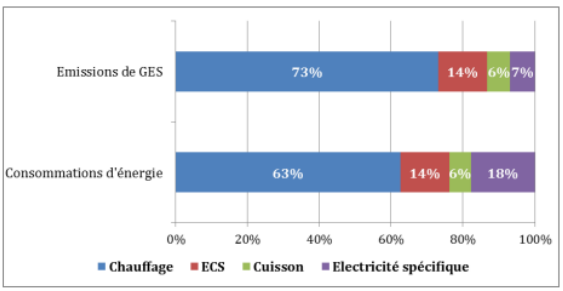


Source : observatoire de l'énergie et des gaz à effet-de-serre en Bretagne

« Un logement du parc des années 1948-1974 émet sur l'ensemble de son cycle de vie environ 2 fois plus que la construction neuve juste règlementaire. »

Source: BBCA

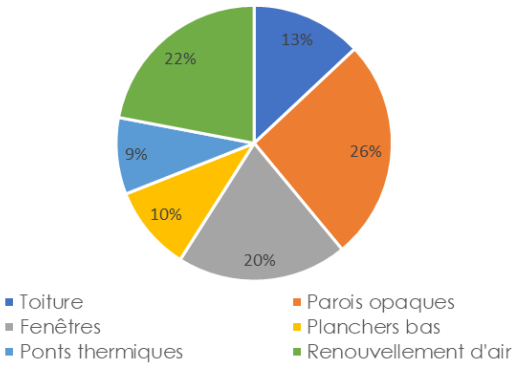
La répartition des consommations et des émissions de GES dans le secteur résidentiel



Source : Observatoire régional de l'énergie et des gaz à effet de serre, Rennes Métropole

Source: PLU Rennes - 2019

Répartitions des déperditions énergétiques dans un logement collectif non isolé



Source: Université de Lille

Points d'attention majeurs

- Trouver les **points de synergie entre rénovation thermique et adaptation des usages** : confort du logement (été, hiver, visuel), travailler l'adaptation au vieillissement si cela est identifié comme un enjeu de territoire, prendre en compte la santé, revoir les espaces non adaptés aux usages, proposer des nouveaux espaces partagés,…

Recommandations opérationnelles

Réflexes bailleurs

- Viser systématiquement des **rénovations performantes** (équivalent du niveau BBC rénovation) plutôt que des interventions dispersées, qui peuvent diluer le budget pour un résultat moins significatif au global.
- Assurer une **bonne étanchéité du bâtiment** et favoriser une **isolation par l'extérieur** pour diminuer les ponts thermiques.
- Favoriser **l'utilisation de matériaux biosourcés pour l'isolation comme la fibre de bois**
- Privilégier le **remplacement des anciens moyens de productions de chaleurs par des EnR** et des **anciennes menuiseries par des menuiseries double vitrage** en bois ou PVC qui ont meilleur bilan carbone que l'aluminium.
- La mise en place d'une VMC double flux permettra de réduire les déperditions par renouvellement d'air.
- Se référer au guide ACV Rénovation **réalisé par l'Alliance HQE.**

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | **A l'échelle du bâtiment**

Fiche 11

La construction Bois

Avantages

- Meilleur isolant thermique (15 fois plus performant que le béton)
- Puits à carbone
- Légèreté (avantage pour une surélévation)
- Ressource renouvelable et recyclable

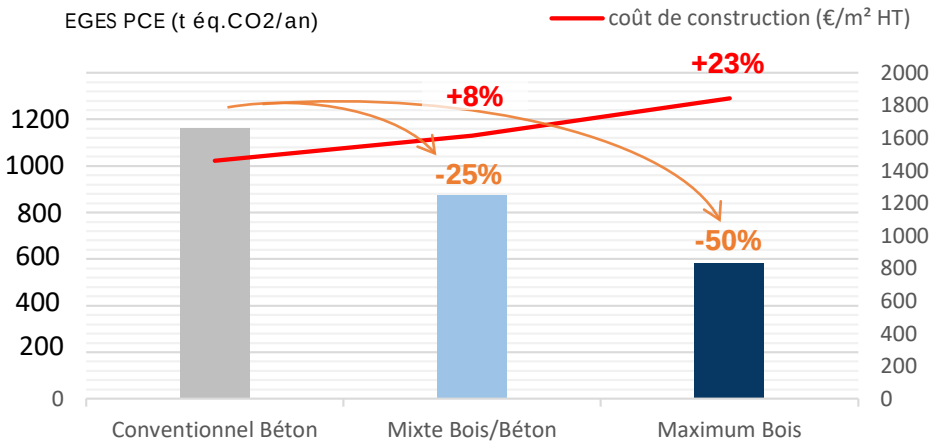
Inconvénients

- Isolation acoustique
- Matériau hygroscopique et putrescible
- Filière en cours de développement
- Réglementation incendie française aujourd'hui peu adaptée à la construction en structure bois

Impact carbone

Diminution des émissions de CO2éq estimée entre 40 et 50% par rapport à un scénario référence de bâtiments béton conventionnel en maximisant l'usage du bois en structure et second œuvre.

Comparatif coût / émissions de GES*



*Calculé à partir de l'outil Bas Carbone de ALTOSTEP sur un projet type

Points d'attention majeurs

- **La filière bois sera amenée à être fortement sollicitée sur les prochaines années mais n'est pas encore suffisamment développée pour couvrir toutes les demandes.** En 2021, cette conjoncture entraîne des retards dans les projets bois. Il faut donc anticiper au maximum les demandes en matière premières.
- Procédés constructifs et architecturaux : le bois présente des caractéristiques structurelles différentes de celles du béton et nécessite donc de revoir les trames et formes architecturales. Pour limiter et maîtriser les surcoûts, il convient d'anticiper ce point dès l'Esquisse avec l'intégration d'un BE construction bois dès le démarrage du projet.
- Les **contraintes liées à la règlementation incendie** sont à intégrer au plus tôt dans la conception car elles peuvent influencer les matériaux à mettre en œuvre autour du bois (doublages, etc).

Recommandations opérationnelles

- **Niveau minimal à exiger: niveau 2** du label biosourcé, soit **24kg/m² SDP**
- La **labellisation FSC ou PEFC** sera à fournir pour justifier la durabilité de la filière d'exploitation employée
- Une **Analyse de Cycle de Vie** devra être réalisée et mise à jour aux principales étapes du projet.

La construction Bois

OSSATURE BOIS

Mode de construction le plus répandu, apprécié pour sa souplesse et rapidité de pose.
Très utilisée en maison individuelle, adaptable à l'immeuble collectif inférieur à R+5.
L'ossature bois peut aussi être utilisée uniquement en façade (cf. ci-dessous).

Méthode d'intervention:
Le bâtiment se construit niveau par niveau, avec des montants de la hauteur d'un étage et des poutres soutenant le plancher. Entre les montants sont placées les baies vitrées ou les isolants.

Les + :
- Adaptée aux zones sismiques
- Rapidité de mise en œuvre
- Compétitif budgétairement

Les - :
- Contraintes architecturales en termes de grands volumes intérieur et grandes ouvertures

POTEAUX POUTRES

La structure porteuse en poteaux et de poutres demande des pièces de grande longueur, assemblées rigidement entre elles et très résistantes mécaniquement.

Méthode d'intervention:
La structure poteau-poutre offre à l'architecte la liberté d'oser les grands volumes intérieurs et les larges ouvertures en façades. Entre les éléments porteurs, les remplissages peuvent être des baies vitrées, des ossatures bois non porteuses, des éléments de murs isolés qui peuvent être préfabriqués.

Les + :
- Liberté architecturale pour les grands volumes grâce aux longues portées

Les - :
- Demande des pièces très résistantes et de grandes longueurs

PANNEAUX CLT

Les panneaux massifs structurels en bois lamellé-croisé, collées ou cloutées, sont multi-usages.

Méthode d'intervention:
La performance mécanique des panneaux CLT permet de les utiliser pour tous les usages structurels du bâtiment, tant murs extérieurs et intérieurs que dalles de plancher, supports de couverture ou toitures-terrasses. Les panneaux permettent de réaliser des structures à plusieurs étages ainsi que des porte-à-faux.

Les + :
- Rapidité de construction
- Adapté aux immeubles de grandes hauteurs

Les - :
- Coût plus élevé
- Nécessite une grande quantité de bois
- Très peu de production en France
- Peu de flexibilité en cas d'évolution des usages

La construction Bois

Retour d'expérience

Le premier immeuble rennais 100% bois (planchers en bois massif CLT, poteaux/poutres en bois lamellé collé, façade en ossature bois comprenant un panneau CLT sur la face interne) a vu le jour sur la ZAC Madeleine.
Il s'agit de l'immeuble de programmation tertiaire Ywood labellisé BBCA Neuf -Niveau Excellence.

Immeuble tertiaire bois Ywood - Rennes

Coût global

En adaptant la forme architecturale du bâtiment et en anticipant suffisamment sa conception, une construction bois (ossature + CLT) présente un surcoût entre 10 et 15% par rapport à une construction béton.
Ces coûts induits peuvent être maîtrisés lorsque l'équipe de maîtrise d'œuvre réussit à concilier conception et contraintes de chantier, c'est-à-dire en multipliant les interactions architecte/constructeur.

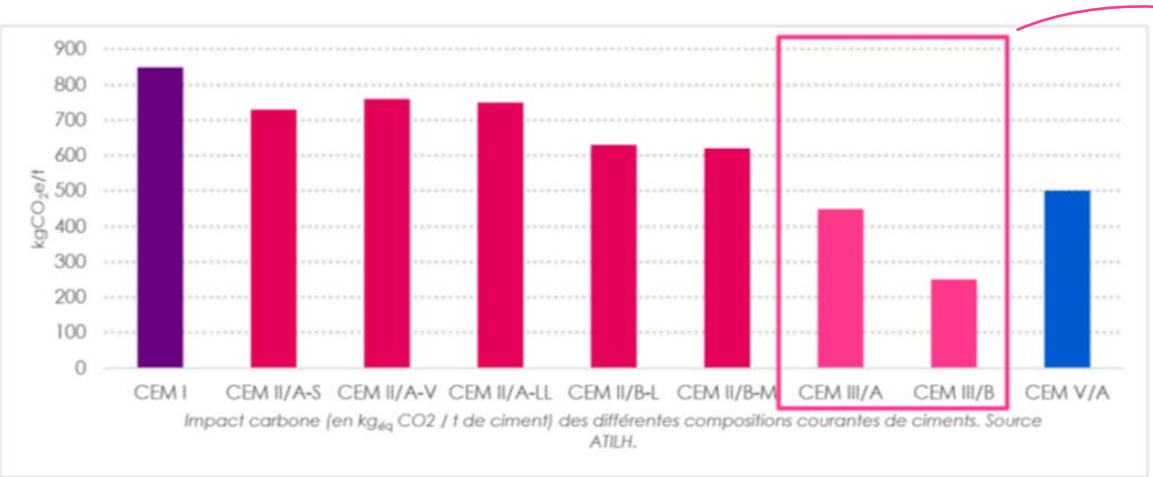
Fiche 12

La construction en Béton moins carboné

Avantages	Inconvénients
• Impact carbone du béton réduit • Mêmes performances mécaniques que le béton classique par une formulation de béton générant moins d'émissions de GES • Facilité de mise en œuvre	• Utilisation de ressources naturelles non renouvelables • Impact écosystémique de production important • Temps de prise plus long

Impact carbone

Le béton moins carboné permet de faire une économie carbone d'environ 35% par rapport à un béton classique.



Les ciments CEM III/A et B incluent une grande proportion de laitiers (entre 36 et 80%) dans leur formulation afin d'éviter l'usage de clinker pesant sur le poids carbone du béton.

Impact carbone (en kg éq CO2 / t de ciment) des différentes compositions courantes de ciments. Source ATILH.

Points d'attention majeurs

- La réduction d'impact engendrée doit être considérée au regard de plusieurs critères, notamment l'épuisement des ressources fossiles. La fabrication du béton moins carboné nécessite tout de même l'extraction de matériaux non durables tel que le sable et ces extractions ont des impacts écosystémiques importants.
- Privilégier l'usage du béton moins carboné pour les infrastructures difficilement réalisables avec d'autres matériaux, tel que les parkings souterrains.

Coût global

€

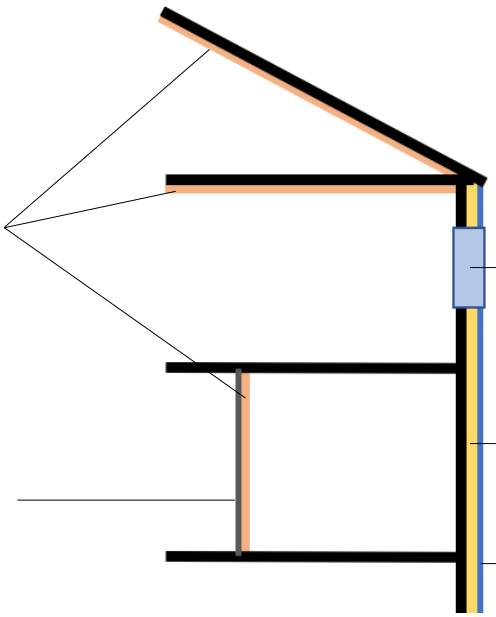
L'usage du béton moins carboné représente un surcoût compris entre **7 et 10%** par rapport à un béton standard sur des ouvrages classiques type voiles béton.

Fiche 13

Les éco-matériaux en Second Œuvre

Les éco-matériaux sont considérés comme plus résilients pour la planète. Ils proviennent, soit des ressources naturelles locales, soit du recyclage.
Trois types d'éco-matériaux peuvent être distingués:
- Les « **biosourcés** » : le bois, la paille, le chanvre, le roseau…
- Les « **géosourcés** » : la terre crue
- Les « **recyclés** » issus de produits industriels reconditionnés pour la construction: journaux, textiles, matériaux de construction issus des démolitions, etc.

Avantages	Inconvénients
• Propice au développement de l'économie circulaire sur un territoire • Favorise potentiellement des filières locales • Faible coût carbone • Ressources renouvelables	• Usage pouvant nécessiter une adaptation des formes architecturales • Peut complexifier la réglementation incendie



Points d'attention majeurs

- Certains éco-matériaux présentent des caractéristiques hygroscopique et putrescible plus importantes. Cette sensibilité à l'eau nécessite l'installation d'un pare-vapeur adéquat.
- Au vu du peu de retours d'expérience d'usage de certains matériaux, il est nécessaire de bien anticiper le projet afin de garantir une bonne mise en œuvre.

Les éco-matériaux en Second Œuvre

Impact carbone

		Impact carbone Cycle de vie (kgCO2e/m²)	Production	Construction	Utilisation	Fin de vie
Isolants classiques	Laine de verre	17.7	14.5	3.19	0	0.26
	Laine de roche	32.4	29	2.92	0	0.47
	Polyuréthane	56.6	46.2	5.43	0	5.02
	Polystyrène expansé	28.1	23	1.81	0	3.29
Isolants biosourcés	Fibre de coton	2.31	2.04	0.26	0	0.013
	Fibre de Lin	8.62	-0.93	2.6	0	6.95
	Laine de chanvre	8.62	-0.93	2.6	0	6.95
	Laine et fibre de bois	10.2	9.26	0.9	0	0.028

Gain carbone entre 40 et 90%

D'après les fiches FDES du Ministère pour la transition écologique – pour R= 5 m² K/W

		Impact carbone Cycle de vie (kgCO2e/m²)	Production	Construction	Utilisation	Fin de vie
Menuiseries extérieures	Aluminium	345	316	25.1	0	3.44
	PVC	170	149	17.5	0	3.74
	Bois	113	75.9	23.1	4.7	9.48

→ Gain carbone entre 30 et 70%

D'après les fiches FDES du Ministère pour la transition écologique – pour triple vitrage

Coût global

L'utilisation de matériaux biosourcés en isolation peut représenter un **surcoût de 30% par rapport aux isolants classiques.**

De même, les **menuiseries extérieures bois présente un surcoût entre 40 et 50% par rapport à du PVC.**

A l'échelle de l'opération d'aménagement | A l'échelle de l'îlot | **A l'échelle du bâtiment**

Fiche 14

Le bâtiment performant et passif

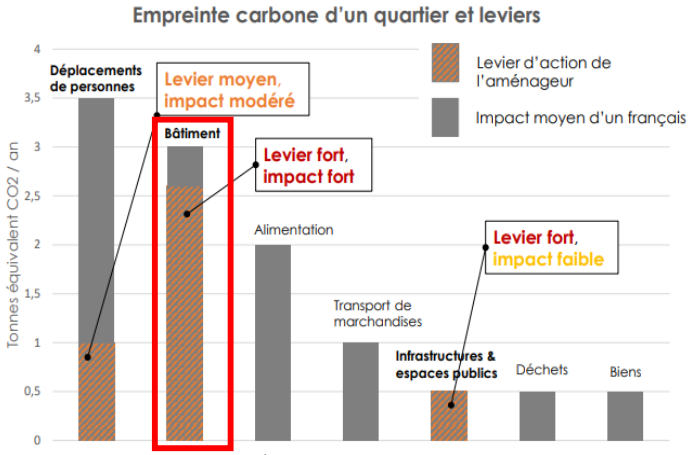
Avantages

- Des besoins énergétiques très faibles
- Un confort des usagers grandement amélioré (acoustique, hygrométrique, …)
- Un impact carbone du bâtiment très réduit sur le poste énergie d'exploitation
- Une réduction jusqu'à 75% de la facture énergétique comparé à la RT2012
- Une solution qui peut être rentable s'il on prend en compte les économies d'énergie
- Une labellisation bâtiment passif comme gage de qualité et valorisable à la vente

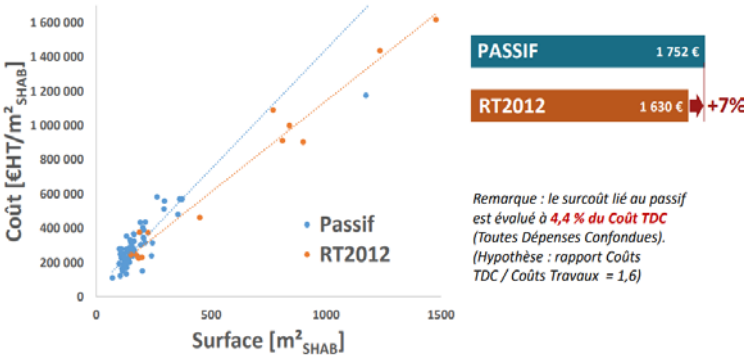
Inconvénients

- Un surcoût moyen de construction entre 5 et 15% (mais pouvant être limité si bien anticipé)
- Pas d'optimisation imposée sur le bilan carbone des matériaux mis en œuvre pour atteindre cette performance énergétique.
- Coût de labellisation (si labellisation)

Impact carbone



Source : BBCA Quartier



Source : Les acteurs du passif en Pays de la Loire, FFB - 2020

30 kg.eq.CO2 / m² est économisé seulement pour le chauffage d'un bâtiment passif*

**comparé à un bâtiment rennais de performance énergétique moyenne alimenté au gaz pour les besoins en chauffage*

Un bâtiment passif (CEP<15kWh/m²/an pour le chauffage) **a des besoins de chauffage 10 fois plus faibles** que la moyenne des logements rennais

Points d'attention majeurs

- Il peut y avoir un écart important entre les consommations de chauffages théoriques et réelles, la mise en place d'hypothèses basées sur les habitudes des futurs usagers est primordiale.
- Une conception passive va de pair avec une conception bioclimatique.
- Levier d'action de l'aménageur fort par rapport à l'empreinte carbone moyenne d'un français
- L'enveloppe thermique, l'étanchéité et les systèmes de ventilations sont les leviers majeurs pour concevoir un bâtiment passif.

Recommandations opérationnelles

Réflexes aménageurs

- Viser le label **Passivhaus à minima grade « classique » (en plus des objectifs du Socle Commun du référentiel)**
- Faire appel à un bureau d'étude thermique formé à la conception passive

Le bâtiment performant et passif

Retour d'expérience

Nom du projet : La filature
MOA : MATMUT
MOE : Artefact, Oteis, Solares Bauen…
Coût : 42,7 M€ HT soit 2400 € HT / m² SDP

Localisation : Rouen
Date de livraison : 2017
Surface : 17 660 m² SDP / 12 355 m² SU

Performances énergétiques : Plus grand bâtiment tertiaire labellisé PassivHauss en France à sa livraison. Isolation très performante de l'enveloppe thermique, triple vitrage avec filtre solaire, ventilation double flux haute efficacité (>90%), PAC sur boucle d'eau dans les pieux de fondation, émission de chaud et de froid par poutres climatiques sur les plateaux de bureaux, éclairage LED sur sondes d'intensité lumineuse, toiture végétalisée, atrium et puits de lumière apportant lumière et ventilation naturelles, Gestion Technique Centralisée des organes techniques…
Besoins de chauffage = 15 kWh/m²/an (≤ 15 kWh/m²/an du label)
Besoins de froid = 1 kWh/m²/an (≤ 15 kWh/m²/ du label)
Besoins en énergie primaire = 113 kWh/m²/an (≤ 120 kWh/m²/an du label)
Etanchéité à l'air = 0,3 vol/h (≤ 0,6 vol/h du label)
Surcoût de 14% sur ce projet, avec un retour sur investissement estimé à 18 ans.

Source : Julien Tragin – Artefact - 2017

Coût global

En anticipant dès le départ une conception de niveau passif, il est possible de maîtriser en grande partie les surcoûts induits par cette performance par rapport à un bâtiment règlementaire.
Aujourd'hui, en moyenne, les surcoûts observés sont de 5 à 15% pour les bâtiments de logements. Ils sont désormais quasiment inexistants en bâtiments tertiaires.

Bibliographie

Bibliographie

BRGM. SOLENV – Evaluation environnementale des technologies de traitement de sols et des eaux souterraines pollués. [en ligne]. Disponible sur : https://bibli.ec-lyon.fr/sites/default/files/legacy-files/regles_de_presentation_dune_bibliographie.pdf.

THE SHIFTERS. Synthèse du rapport AR6 du GIEC publié le 09/08/2021. [en ligne]. Disponible sur : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/08/Synthese_Rapport-AR6-du-GIEC_09-08-2021_Shifters.pdf.

ADEME. Carbone organique des sols. [en ligne]. Disponible sur : https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-22284-sols-agricoles.pdf.

CARBONE 4. Chauffage électrique en France : une bonne idée pour le climat ?. [en ligne] Disponible sur : https://www.carbone4.com/wp-content/uploads/2020/06/Publication-FE-Chaleur-et-%C3%A9lectricit%C3%A9-.pdf.

ADEME. Documentation Base Carbone. Renouvelable. Disponible sur : https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?renouvelable.htm. (Page consultée le 05/11/2021)

ARDENTE Fulvio, BECCALI Giorgio, CELLURA Maurizio, LO BRANO Valerio, Life cycle assessment of a solar thermal collector, Université de Palerme, 2004. Disponible sur : file:///C:/Users/sacha.barreau/Downloads/Life_cycle_assessment_of_a_solar_thermal_collector.pdf.

Agence d'urbanisme de Bordeaux Métropole. État et perspective du stationnement privé sur le territoire de Bordeaux Métropole. 2015. Disponible sur : https://www.aurba.org/wp-content/uploads/2015/12/Etude_stationnement_prive_Bordeaux_M%C3%A9tropole.pdf.

USIRF. FDES – Analyse de cycle de vie de l'enrobé bitumineux à chaud représentatif français et d'une chaussée en enrobé bitumineux. 2005. Disponible sur : https://www.routesdefrance.com/wp-content/uploads/FDES-USIRF_Rapport.pdf.

Observatoire E+C-. Données excel téléchargeables sur : http://observatoire.batiment-energiecarbone.fr/statistiques/experimentation-en-chiffres/

Ministère de la transition écologique. Chiffres clés de l'énergie – Édition 2020. p.27. Disponible sur : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/datalab_70_chiffres_cles_energie_edition_2020_septembre2020.pdf

BASE INIES. Données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment. Espace consultation. Disponible sur : https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html

BBCA Quartier. Les grands chiffres de l'empreinte carbone du quartier. Disponible sur : https://www.batimentbascarbone.org/bbca-quartier/

Bibliographie

Dossier mobilités décarbonées : Enjeux et solutions, Construction21, Mars 2021. Disponible sur : https://www.construction21.org/france/articles/h/dossier-mobilites-27-micromobilite-et-environnement-to-share-or-not-to-share.html

Diagnostic PCAET de Rennes Métropole, Novembre 2017.

Etude pré-opérationnelle de mobilités, ZAC de Saint-Vincent-de-Paul, CODRA, Chronos.

Mathieu Durand, Jean-Baptiste Bahers, Thomas Bonierbale, Hélène Beraud, Bruno Barroca. Vers une économie circulaire… de proximité ; Métabolisme urbain, empreinte environnementale et politique de gestion des déchets. [Rapport de recherche] ADEME. 2016. Disponible sur : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01662474/document

ADEME. BATI'RECUP. Le réemploi ou la mise en pratique de l'économie circulaire, Mai 2021. Disponible sur : http://www.reseau-breton-batiment-durable.fr/sites/default/files/outils/rbbd_webinaire_reemploi_-_batirecup_compressed-1.pdf

Bellastock. ADEME. REPAR#2 : Le réemploi passerelle entre architecture et industrie. Disponible sur : https://issuu.com/bellastock/docs/bs_repar2_rapport_n_bd_extrait_issu

Vers un nouveau modèle d'aménagement soutenable du territoire. Le projet Métabolisme urbain de Plaine Commune. Disponible sur : https://eco.plainecommune.fr/fileadmin/user_upload/Mini_Sites/L_Espace_Eco/1_Nos_atouts/Plaquette_projet_MU.pdf

Neo-eco. Etude de métabolisme urbain sur le périmètre de 12 quartiers prioritaires NPNRU sur le territoire d'Est Ensemble.

LA META. Neo-éco. LMH. Vilogia. Accompagnement pour la mise en place d'une démarche d'économie circulaire.

Actu-environnement. Allez plus loin que la réglementation. La performance énergétique des bâtiments. Disponible sur : https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/energiebat/concept_energie_batiment.php4

ERT2012. Les principes de base d'une conception bioclimatique. Disponible sur : https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/

Notice environnementale-énergie, ZAC Plaisance, 2016.

DRIEA IDF. Réhabilitation vs reconstruction à neuf ?. Disponible sur : http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rehabilitation_vs_construction_neuve.pdf

Alliance HQE. Bâtiments rénovés au regard de E+C- et de l'économie circulaire. Disponible sur : http://www.hqegbc.org/wp-content/uploads/2019/01/20190131-Premi%C3%A8res-observations-B%C3%A2timents-r%C3%A9nov%C3%A9s-au-regard-de-EC-et-de-l%C3%A9conomie-circulaire.pdf

E6 Consulting. Enjeux carbones et secteur de la construction. Disponible sur : http://www.e6-consulting.fr/enjeux-carbones-et-secteur-de-la-construction/

Bibliographie

Actu environnement. Etude économique : coûts et bénéfices d'un plan de rénovation des passoires énergétiques à l'horizon 2025. Disponible sur : https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28489-scenario-renovons-2017.pdf

Cereco. Observatoire de la région Grand Est. Coûts de la rénovation énergétique. Disponible sur : http://cereco.net/web/wp-content/uploads/2019/03/Co%C3%BBt-de-la-r%C3%A9novation.pdf

Elioth. Le vrai du faux béton bas carbone. Disponible sur : https://elioth.com/le-vrai-du-faux-beton-bas-carbone/?fbclid=IwAR0Os4ejwSRvyin_5dwmOojWACfaSVvk5g7VdLfSUo7WVCgaRGwW6ZmJb1Y

La maison passive. Comparatif entre standard passif et RT2012. Disponible sur : https://www.lamaisonpassive.fr/la-construction-passive/etude-comparative-entre-standard-passif-et-rt-2012/

Les acteurs du passif en pays de la Loire. FFB. Construction passive : une opportunité pour la maîtrise d'ouvrage. Disponible sur : https://www.novabuild.fr/sites/default/files/rendez-vous/documents/2020/10/ppt_support_pleniere_passive_oct2020.pdf

Le toit vosgien. Présentation de deux projets du toit vosgien à Saint-Die-Des-Vosges. Disponible sur : https://slidetodoc.com/48-h-pour-etre-passif-presentation-de-deux/

PLU Rennes 2019. Disponible sur : https://metropole.rennes.fr/consulter-les-documents-du-plan-local-durbanisme-intercommunal-plui

Evaluation de l'impact carbone du quartier « ZAC des Etangs » à Dompierre-sur-Yon, Mathilde RIOU et François MONNET, 22 janvier 2020. Disponible sur : https://www.dompierre-sur-yon.fr/wp-content/uploads/2020/06/Additif-15-U94-05-Annexe1_EtudeBasCarbone.pdf

Bibliographie

DOCUMENTS CADRE DE RENNES METROPOLE
PCAET
https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/inline-files/PCAET_RM_2019-24_0.pdf

PLUi RM et orientations d'aménagement Santé Energie Climat
https://metropole.rennes.fr/consulter-les-documents-du-plan-local-durbanisme-intercommunal-plui

PLH : programme local de l'habitat
https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/file-PolPub/Le_Plan_Local_de_l_Habitat_de_Rennes_Metropole_-_2015-20.pdf

PDU : plan de déplacements urbains
https://metropole.rennes.fr/le-plan-de-deplacements-urbains-pdu-2019-2030

GAEP Guide aménagement des espaces publics (AUDIAR)
https://www.audiar.org/publication/urbanisme-et-planification/espaces-publics-et-morphologie-urbaine/guide-damenagement-des-espaces-publics

Guide des bâtiments commerciaux – Alec du Pays de Rennes – en cours

Etude Métabolisme Urbain de Rennes Métropole - en cours

Annexes

Synthèse de l'audit mené sur 11 ZAC métropolitaines

Profils de performance énergétique et bioclimatisme

Sur les 11 ZAC étudiées, l'ensemble des documents de conception et de suivi a permis de dégager les freins généralement observés et les leviers suivants :

Freins

- Une diversité de labels demandés rendant le choix et la hiérarchisation difficile entre les exigences
- Un seuil de taille critique et des difficultés de rentabilité pour les projets passifs (~30 logements), en particulier isolés
- La RT2012, voire la RE2020 sont souvent considérés comme suffisamment exigeantes en termes de performance énergétique et en particulier de sobriété

Leviers

- De nombreux tests et opérations passives sont disponibles sur la Métropole, permettant d'objectiver un **retour d'expérience** si les données sont capitalisées. L'opportunité de mettre en œuvre un observatoire sur ces opérations pourrait permettre de les mettre en réseau et de disposer d'exemples concrets. Dans l'idéal, cet observatoire ne serait pas uniquement dédié aux opérations passives mais également étendu à un **retour d'expériences de toutes les opérations certifiées par CERQUAL, sur les sujets liés à l'énergie, au bas carbone et à la qualité de vie.**

Forts de ces constats, les points suivants sont retenus pour être intégrés au présent référentiel :

→ Il est nécessaire de **bien cadrer les labels à mobiliser (généraliste ou spécifique), en fonction des objectifs visés** et de l'impact économique et organisationnel induit.

→ L'étude du **seuil de rentabilité économique de la construction est un paramètre dimensionnant pour les projets**, quels que soient les programmes (la forme du bâtiment entre également en compte).

→ Les **gains environnementaux et les coûts relatifs à l'augmentation des performances énergétiques doivent être objectivés et partagés** entre les différents acteurs impliqués, notamment en comparaison avec **l'impact carbone des matériaux**, pour identifier **le(s) levier(s) sur lequel mettre l'effort à partir d'un objectif de performance donné.**

→ Les études d'ensoleillement menées pourraient bénéficier d'un **cadrage des objectifs donnés** *(cf fiche Bioclimatisme à l'échelle urbaine)*.

→ Il est crucial de prendre en compte des **conditions climatiques dégradées** (scénario 2050, qui intègrent une augmentation de la durée et de la fréquence des canicules) dans les études de conception. Ce point a notamment vocation à **limiter le recours à la climatisation installée en exploitation**.

Synthèse de l'audit mené sur 11 ZAC métropolitaines

Approvisionnement thermique et électrique

Il est difficile de **connaître et maîtriser le développement** des réseaux de chaleur dans le temps.
Pour des bâtiments neufs avec **des besoins thermiques parfois trop faibles**, le réseau de chaleur n'est pas toujours une solution rentable.

- **Le réseau de chaleur est un des outils majeurs pour la transition bas carbone, en particulier ceux de Rennes Métropole dont le contenu carbone est plus performant que la moyenne nationale.** En effet, le mix énergétique des réseaux de chaleur de Rennes Métropole est globalement vertueux avec une part importante d'énergies **renouvelables** *(ils font partie des 70 réseaux de chauffage français labellisés éco-réseaux de chaleur en 2017 par l'association Amorce sur plus de 530 réseaux recensés en France, ce label signifiant notamment qu'ils utilisent au moins 50% d'énergie renouvelable ou de récupération)* pouvant évoluer encore davantage dans le temps.

- Rennes Métropole porte une forte volonté de mettre en place des outils de communication sur les développements prévisionnels de ces réseaux, notamment de développement de l'innovation en vue de récupérer d'autres sources de chaleur tierce d'EnR intermittentes décentralisées : ECS solaire thermique, micro réseau de chaleur biomasse, boucle tempérée, récupération d'énergie fatale industrielles ou tertiaire (datacenter),…

- L'impossibilité de raccordement au réseau de chaleur urbain a souvent donné lieu à une augmentation de la performance carbone de l'approvisionnement thermique (exemples des ZAC Plaisance, ZAC Madeleine) ; ou à l'augmentation de l'ambition environnementale globale (ZAC de la Courrouze).

- Des solutions de **chauffage collectif** sont priorisées dans les différentes programmations, plutôt que des systèmes individuels non mutualisés.

- On note un bon développement des approvisionnements énergétiques renouvelables sur le territoire, qui sont relativement variés (géothermie, chaudière bois).

→ Les réseaux de chaleur sont un levier majeur pour limiter l'impact carbone en exploitation. Des prescriptions sur la sobriété énergétique et les modes alternatifs de production renouvelable sont à rechercher pour les opérations ne pouvant être raccordées.

→ La production photovoltaïque est un levier d'action sur la performance énergie - bas carbone du bâtiment, **à objectiver selon les typologies.**
À Rennes, il est possible de faire appel à des **sociétés de tiers investisseurs et de la SEM énergie locale.**

Synthèse de l'audit mené sur 11 ZAC métropolitaines

Matériaux

Les filières de production et de réalisation ne sont **pas encore matures sur les matériaux biosourcés.** La filière bois rencontre néanmoins un développement plus important, avec toutefois une forte pression actuellement constatée sur la ressource.
Les démarches de réemploi sont aujourd'hui marginales.
Les innovations liées aux matériaux sont souvent concentrées sur un îlot.

- Des démarches déjà entreprises par la Métropole, notamment avec l'AMI Bois, la réalisation d'un guide des écomatériaux, des rencontres sur les matériaux biosourcés avec l'IAUR, etc.
- L'opération de la Courrouze lance une démarche **de réemploi à l'échelle urbaine.**
- Rennes Métropole mène actuellement (2021-2022) une **étude sur le métabolisme urbain**, visant à faire un état des lieux des ressources métropolitaines disponibles et à mettre en place une économie circulaire des matériaux de construction et d'aménagement sur le long terme.

→ Nécessité d'harmoniser et de cadrer les différents outils carbone pour permettre un impact sur les projets (ACV* à l'échelle du bâtiment et du quartier, outils simplifiés pour effectuer des simulations…

Nécessité de clarification des conditions et leviers carbone efficaces pour une massification des solutions bas carbone, ainsi que des synergies avec la qualité architecturale et le confort du logement pour ses occupants.
Un travail sur la réversibilité et les changements d'usage possibles à approfondir.

Mobilités

- Des difficultés à réaliser des parkings mutualisés : complexité de gestion, impact perçu sur la qualité de vie, coût du foncier, contraintes de densité…

- L'anticipation de l'équipement en électricité des stationnements.
- Une intégration réussie de stationnement en superstructure sur plusieurs opérations, amenant un savoir-faire métropolitain.
- Les locaux vélos en RDC, des cheminements doux qualitatifs sont bien intégrés aux projets.

→ **Rationaliser la construction de parkings** est un levier majeur pour la construction bas carbone : il est estimé que la construction d'une place de parking enterré émet environ 10 tonnes équivalent CO2 (valeur standard BBCA pour un parking d'un seul niveau de sous-sol).

Synthèse de l'audit mené sur 11 ZAC métropolitaines

Portage et processus : procédures de consultation

- Une forte augmentation des coûts de construction et des prix du logement est constatée entre 2017 et 2019. Difficultés à fixer au plus juste les ambitions environnementales et crainte d'engendrer des problématiques économiques voire des consultations non fructueuses.

- Les entreprises dénoncent parfois des coûts de construction incompatibles avec les ambitions environnementales.
- Les facteurs d'(in)cohérence entre l'enveloppe budgétaire et les prescriptions (exemple : construction passive) sont souvent mal connus : il est complexe d'identifier les projets proposant des ambitions environnementales réalistes par rapport au budget et à la faisabilité technique.
- La péréquation globale entre les programmes induit des écarts de prix sur l'accession libre.
- Une approche globale permettant d'élargir le coût de la construction au coût de l'aménagement et au coût du revient, incluant l'analyse de la marge des promoteurs et la charge foncière, n'est pas maîtrisée à ce jour.
- La pertinence des procédures de consultation trop ouvertes, mobilisant trop d'opérateurs, peut être questionnée car elle amène une certaine insécurité des opérateurs sur le long terme (dialogues compétitifs coûteux et chronophages).
- **Les sujets énergie/carbone sont souvent peu décisifs dans l'attribution des lauréats.**

- Une diversité de procédures déjà expérimentées à Rennes permettent un retour d'expérience riche sur les (dys)fonctionnements.
- Le dialogue compétitif **bien cadré** est une procédure intéressante car itérative, permet de mutualiser les compétences et d'affiner les cahiers de charges.
- Les opérateurs rennais font preuve de volontarisme (propositions plus ambitieuses que la demande du cahier des charges observé sur plusieurs ZAC lors des consultations).

→ Nécessité d'une clarification des impacts économiques d'une construction bas carbone, avec éventuellement l'accompagnement de l'aménageur par une compétence « économie de la construction durable ».

→ Nécessité d'avoir un **socle de base d'objectifs partagés** dès le stade de la consultation promoteur qui constituent l'engagement minimum. Objectifs suivis dans les **documents contractuels** (CCCT,…) avec éventuellement système de séquestre.

Synthèse de l'audit mené sur 11 ZAC métropolitaines

Portage et processus : accompagnement énergie-carbone

- Une absence de suivi au-delà du permis de construire est généralement constatée, avec des difficultés rencontrées pour la mettre en œuvre.
- Il est nécessaire de faire le lien entre les prescriptions énergie-carbone et le cadre de vie / la qualité architecturale, ainsi que de les hiérarchiser correctement.

- La démarche ADDOU, indépendante d'un AMO, sur les 2 ZAC où elle a été menée, a été bénéfique au portage des objectifs environnementaux globaux.
- L'intervention de l'ALEC sur 2 projets a également permis d'analyser le respect de la charte développement durable et le suivi des lots sur le volet énergétique. L'imposition de visas en pré-PC a permis une meilleure tenue des objectifs énergétiques.
- Une forte implication publique et politique est constatée sur les sujets énergie-carbone.

→ Nécessité de bien définir le rôle et les leviers de l'aménageur pour le contrôle des projets au-delà du PC, et de cibler l'accompagnement spécifique sur les sujets énergie-carbone.

Portage et processus : Capitalisation

- Une seule opération possède des données de consommations énergétiques sur la/les premières années d'exploitation. Ce suivi est généralement difficile à mettre en œuvre. La capitalisation des données en exploitation permettrait toutefois à la Métropole de vérifier l'atteinte des objectifs de performance en exploitation (maîtrise énergétique notamment, usages…) et de constater les éventuels écarts.

- Volonté de mise en place d'un suivi et d'un retour d'expérience collectif à l'échelle de Rennes Métropole. Ce suivi existe via l'observatoire CERQUAL mais se concentre sur l'atteinte du niveau de performance, sans suivre les consommations sur les premières années de mise en exploitation.
- Le phasage étalé de certaines ZAC (exemple de la Courrouze notamment) permet de bénéficier du retour d'expérience des premières phases pour progresser sur les suivantes.
- Il existe de nombreuses opérations sur le territoire métropolitain avec des ambitions élevées, voire un caractère expérimental.

→ La capitalisation permet un **partage du retour d'expérience** en interne et vers l'extérieur sur la base de projets réalisés. Le cas échéant, cela permet de corriger certaines demandes et de **mettre à jour les ambitions métropolitaines** à la lueur des projets réalisés.

Synthèse des ateliers

Les supports présentés dans l'annexe jointe sont les **CR et supports des 6 ateliers réalisés sur l'année 2021** :

Atelier #1 - Identifier les leviers et points de blocage pour une opération remarquable sur les volets carbone et énergie

Atelier #2 - La question énergétique dans les projets urbains de Rennes Métropole

Atelier #3 - La question du carbone dans les projets urbains de Rennes Métropole

Atelier #4 - Présentation et appropriation du référentiel

Atelier #5 - Moyen de suivi et de contrôle du référentiel

Atelier #6 - Partage des orientation possibles du référentiel

Hôtel de Rennes Métropole
4 avenue Henri Fréville
CS 93111
35031 Rennes Cedex
Téléphone
02 99 86 60 60

Direction de l'Aménagement Urbain et de l'Habitat
Mission Nouvelles Fabriques de la Ville
4 avenue Henri Fréville
CS 20723
35207 RENNES Cedex 2
dauh@rennesmetropole.fr