



Etude Analyse de cycle de vie

Bilan des émissions de gaz à effet de serre

Régénération urbaine du centre commercial Auchan le Sillon à Saint-Herblain (44)

Référence : 2025.1528 E02 A
Le 02/12/2025

Rédigé par : Léo HUREAU

Vérifié par : Julia MALINVERNO

Vizea Agence Grand-Ouest, 14 rue Cécile Brunschvicg, 44000 Nantes

Groupe Vizea - LesEnR, SAS au capital de 500 000 euros - 492 275 631 RCS de Nanterre

59 avenue Augustin Dumont - 92240 Malakoff - Tel : 01 84 19 69 00 - contact@vizea.fr -

Ce document est la propriété de Vizea. Il ne doit pas être reproduit, cité ou communiqué sans son accord préalable





Sommaire

<u>Contexte de l'étude</u>	3
• Présentation du projet • ACV, BEGES, de quoi parle-t-on ? • Stratégies nationale et ambitions locales	
<u>Méthodologie d'évaluation des émissions GES</u>	10
• Méthodes du BEGES • Focus sur le réemploi • Le plan masse utilisé • Formalisation de scénarii	
<u>Bilan GES de référence</u>	20
• Emissions totales • Analyse par postes d'émissions • Bilan global	
<u>Leviers de réduction de l'impact carbone</u>	27
• Analyse par leviers • Bilan global et leviers supplémentaires • Scenario optimal	
<u>Autres leviers mobilisables</u>	38
<u>Annexes (dont note sur le réemploi)</u>	49

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation des émissions GES

3. Bilan GES de référence

4. Leviers de réduction de l'impact carbone

5. Autres leviers mobilisables

6. Annexes



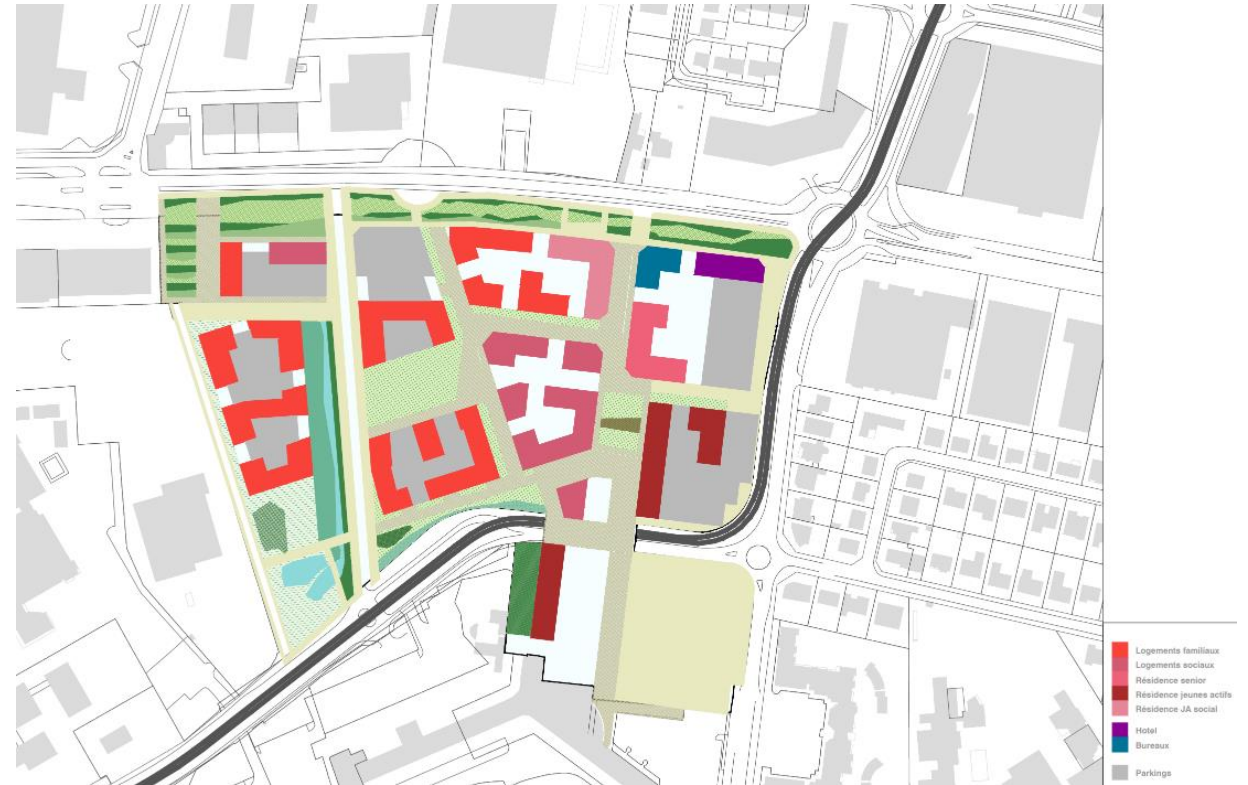
Contexte

Présentation du projet

L'opération Cholière Angevine et Morlière-Thébaudières (Sillon de Bretagne) est située dans la ville de Saint-Herblain, elle-même dans l'agglomération de Nantes Métropole.

C'est un projet urbain visant à déconstruire le supermarché Auchan situé au nord du Sillon de Bretagne, ainsi que deux autres bâtiments, pour y implanter un nouveau quartier.

L'objectif est ainsi de réhabiliter 2 bâtiments et de construire 8 nouveaux bâtiments. L'emprise totale des bâtiments est de 45 250 m². La surface de plancher totale prévue est de 97 118 m². Au global, cela correspond donc à 70 868 m² de logements, soit environs 736 logements, 23 138 m² de commerces et 3 914 m² de bureaux et d'hôtel.



Programmation du quartier (Source : Leclercq Associés, Périmètre-s)

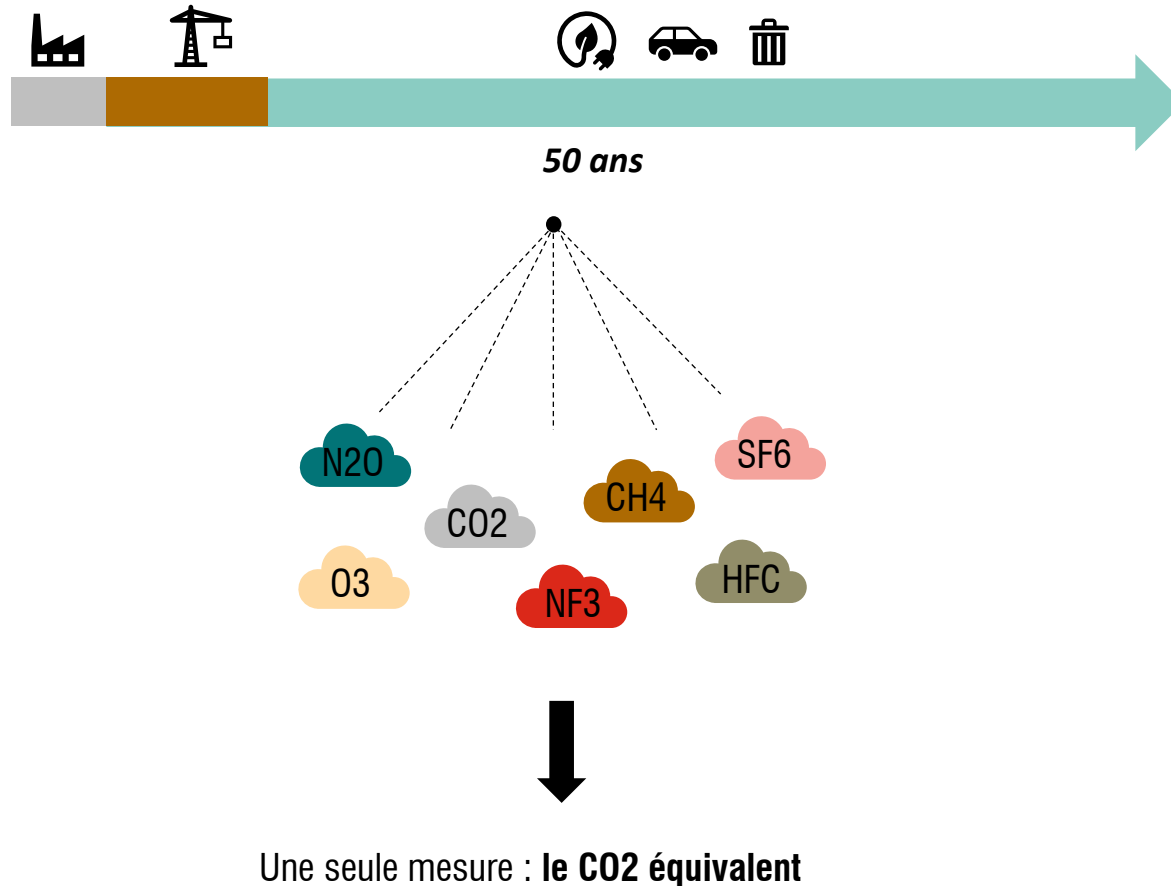
BEGES, ACV, kesako ?



Le Bilan des Emissions de Gaz à Effets de Serre a ainsi pour objet de comparer **un scénario de référence** d'aménagement avec **un ou plusieurs scénarios alternatifs** au projet au regard de ses ambitions environnementales fixées à la fois par la réglementation et par les documents cadres territoriaux.

Contexte

BEGES, ACV, pourquoi ?



L'objectif de cette étude est de calculer **l'ensemble des émissions GES** issues de la construction du quartier, depuis la production des matériaux nécessaires jusqu'à la vie des habitants dans le quartier. La durée classiquement utilisée est de 50 ans.

De plus, l'étude vise également à proposer des scénarios alternatifs du même quartier, afin de mettre en avant les **leviers de décarbonation de l'aménagement et d'éclairer le choix** des aménageurs dans la conception des espaces publics, et sur les **niveaux d'ambitions** à imposer aux opérateurs privés.

La mesure utilisée dans la présente étude est le **kg ou la tonne de CO2 équivalent**. Il s'agit de la mesure usuelle d'émissions de gaz à effet de serre. L'ensemble des gaz émis par le quartier seront donc **concaténés dans cette unique unité**.

Contexte

La démarche bilan de Gaz à Effet de Serre

Un levier pour :

- **Faire face à l'épuisement des ressources énergétiques** : engager une transition vers les énergies renouvelables en s'orientant par exemple vers le déploiement de réseau de chaleur.
- **Endiguer le réchauffement climatique** : en limitant les émissions de GES (Gaz à Effet de Serre), responsables de nombreux impacts environnementaux et sanitaires.
- **Réduire la facture énergétique** : presque la moitié de l'énergie en France et le quart des émissions de GES proviennent de l'usage des bâtiments.
- **Anticiper les réglementations** à venir.



Qui consiste à :

- **Collecter les données brutes** sur les différents postes suivants : construction (programmation, réhabilitation, réemploi, démolition, matériaux), consommations énergétiques du projet, changement d'occupation du sol, déplacements engendrés par le projet, les espaces publics (espaces verts, voiries, éclairages) et leur entretien.
- **Utiliser le logiciel UrbanPrint** développé par le CSTB et Efficacity pour l'ADEME afin d'évaluer les impacts environnementaux des projets en analyse cycle de vie.
- **Tracer un bilan des besoins énergétiques** et visualiser les consommations énergétiques par typologie de bâtiments.

L'objectif de l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre est donc d'identifier les enjeux clés en vue d'amorcer une transition vers :

- ✓ **La Sobriété** : en limitant les consommations matérielles et énergétiques liées aux besoins fonctionnels des usagers ;
- ✓ **L'Efficacité** : en adoptant des systèmes et solutions performantes ;
- ✓ **Le Renouvelable** : en faisant appel aux principes renouvelables plutôt que fossiles ou non valorisables.

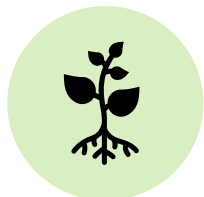
Contexte

La stratégie nationale

La réalisation de bilans carbone (à l'échelle territoriale ou quartier) constitue un levier pour répondre à la stratégie nationale sur le plan environnemental représentée notamment aux travers ces différents objectifs :

Objectifs nationaux

2018



ZERO artificialisation nette des sols

2019



Loi LOM
Mobilités alternatives
Indépendance automobile

2020



70% de valorisation des déchets de chantier

2022



RE 2020
Réglementation environnementale des constructions neuves échelonnée jusqu'en 2031



2023



Elargissement de la REP au secteur du **bâtiment**

2024



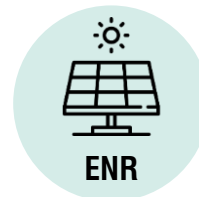
Loi AGE3
Obligation de tri à la source des biodéchets

2030



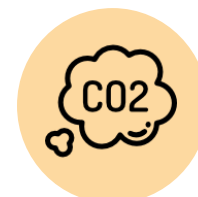
-20% des consommations énergétiques

2030



32% de la production énergétique

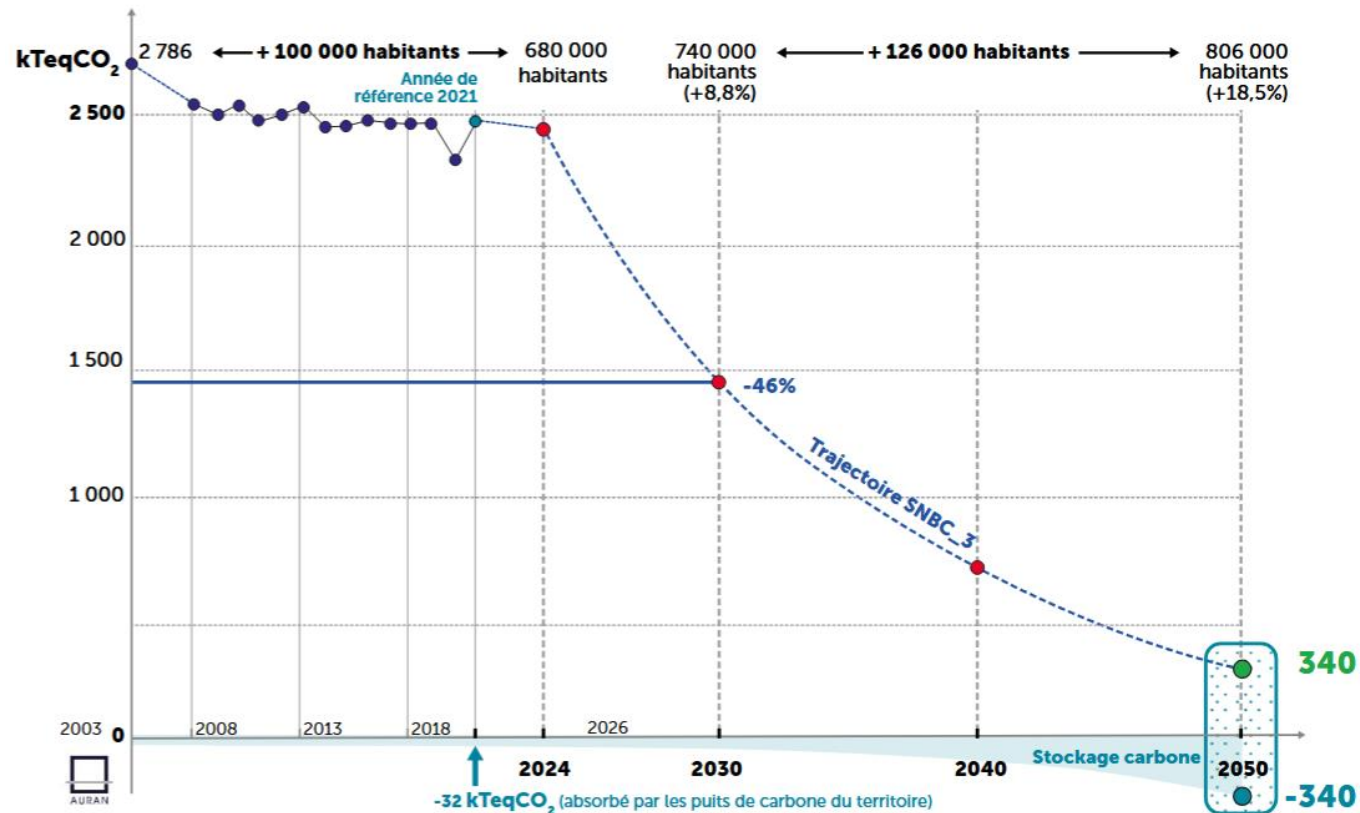
2050



Neutralité
Carbone

Préambule

Ambitions locales



La trajectoire de neutralité carbone prend en compte l'évolution démographique.

Schéma de la trajectoire de la neutralité carbone de Nantes Métropole d'ici 2050 (Source : PCAET Nantes Métropole)

L'aménagement du Sillon de Bretagne doit s'inclure dans des logiques politiques et environnementales plus larges.

A l'échelle régionale, le SRADDET des Pays de la Loire a fixé en 2022 un objectif de **réduction de 80% des émissions de GES** par rapport à 2012 à **horizon 2050**.

A l'échelle locale de Nantes Métropole, le PLUm de 2019 expose un objectif de **réduire de moitié les émissions de GES par habitant**. Le PCAET de 2024, quant à lui, rejoint la stratégie nationale SNBC en s'incluant dans un scénario de **neutralité carbone en 2050**. Pour ce faire, il propose des objectifs de -46% d'émissions de GES internes d'ici 2030 et -86% d'ici 2050.

Ces objectifs que s'est donné Nantes Métropole, ne seront atteints que si un **effort important et constant** est réalisé sur tous les fronts. Les aménagements urbains, grands émetteurs de carbone, doivent donc, eux aussi, être particulièrement vertueux.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation des émissions GES

3. Bilan GES de référence

4. Leviers de réduction de l'impact carbone

5. Autres leviers mobilisables

6. Annexes

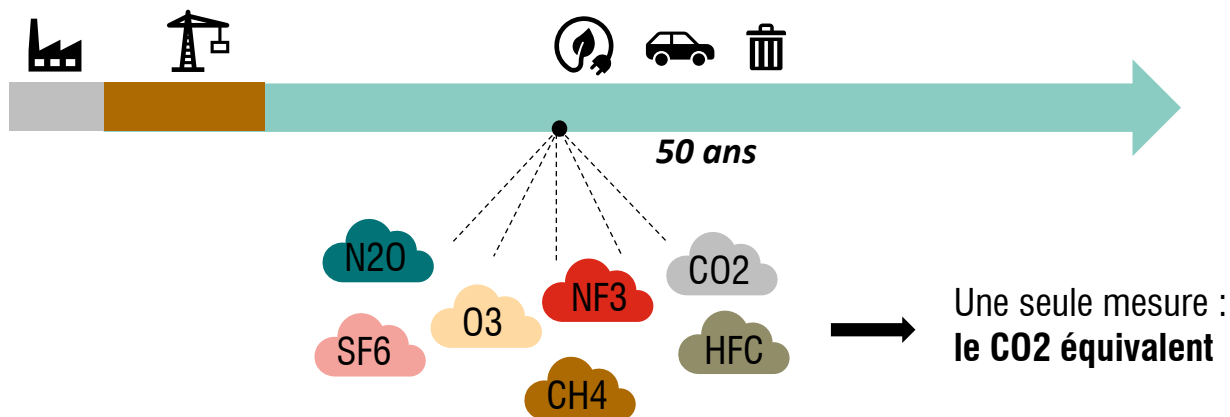


Méthodologie

Qu'est-ce que le CO₂e ? D'où viennent les GES ?

Gaz à effet de serre	Durée de vie (ans)	PRG sur 100 ans	Équivalent carbone (kilos)	Origine des émissions
Gaz carbonique (CO ₂)	100	1	0,2727	Combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz), agriculture et élevage intensifs, déforestation
Méthane (CH ₄)	12	25	6,27	Exploitation des rizières, des décharges d'ordures, des élevages bovins, des fuites sur les réseaux
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	120	298	81,27	Industries du froid et automobile, excès d'épandages d'engrais
Les HFC (hydrofluorocarbures)	1,5 à 264	124 à 14 800	33,81 à 4 035,96	Systèmes de climatisation et de réfrigération
Les PFC (perfluorocarbures)	2 600 à 50 000	7 390 à 12 200	2 015,25 à 3 326,94	Systèmes de climatisation et de réfrigération, extincteurs
SF ₆ (hexafluorure de soufre)	3 200	22 800	6 217,56	Équipements électriques et semi-conducteurs

Source : 4^{ème} rapport du GIEC de 2007



Le protocole de Kyoto a identifié six gaz à effets de serre : CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFC et PFC. Chacun de ses gaz possède leur propre pouvoir réchauffant et leur propre durée de vie.

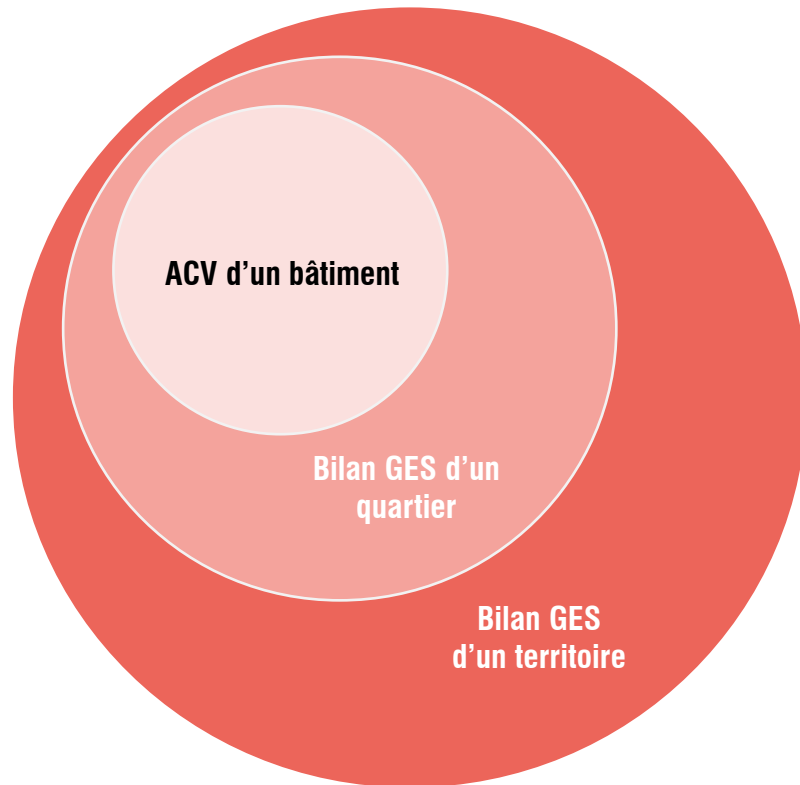
Afin de pouvoir les comparer, on utilise le CO₂e (CO₂ équivalent).

La notion de CO₂e a été introduite par le GIEC. Il s'agit de l'unité de mesure utilisée pour comparer les émissions de GES sur la base de leur « Potentiel de Réchauffement Global » (PRG). Cette unité permet donc de comparer les impacts des différents GES et de cumuler leurs émissions.

Le tableau ci-contre présente les valeurs de références de comparaison entre les 6 GES. Par exemple, sur 100 ans, le N₂O a un PRG 298 fois plus élevé que le CO₂, ainsi l'impact sur l'effet de serre d'un kilo de N₂O équivaut à celui de 81 270 kilos de CO₂.

Méthodologie

Les différentes échelles du bilan GES



L'échelle d'une opération d'aménagement

Le Bilan GES à l'échelle d'une opération d'aménagement n'est pas réglementaire mais fortement recommandé pour inscrire un projet dans une démarche à faible impact carbone. La réalisation d'un bilan GES fait partie du socle commun du référentiel Energie-Bas Carbone de Rennes Métropole.

Le **Bilan GES de l'opération du Sillon de Bretagne** a été réalisé à partir d'UrbanPrint. Il s'agit du premier outil de référence pour appliquer la méthode de calcul de la performance Quartier Energie Carbone développé depuis 2018 par le CSTB et Efficacity pour l'ADEME.

Le Bilan GES est basé sur une **durée d'exploitation de 50 ans** concernant tous les aménagements mis en œuvre.

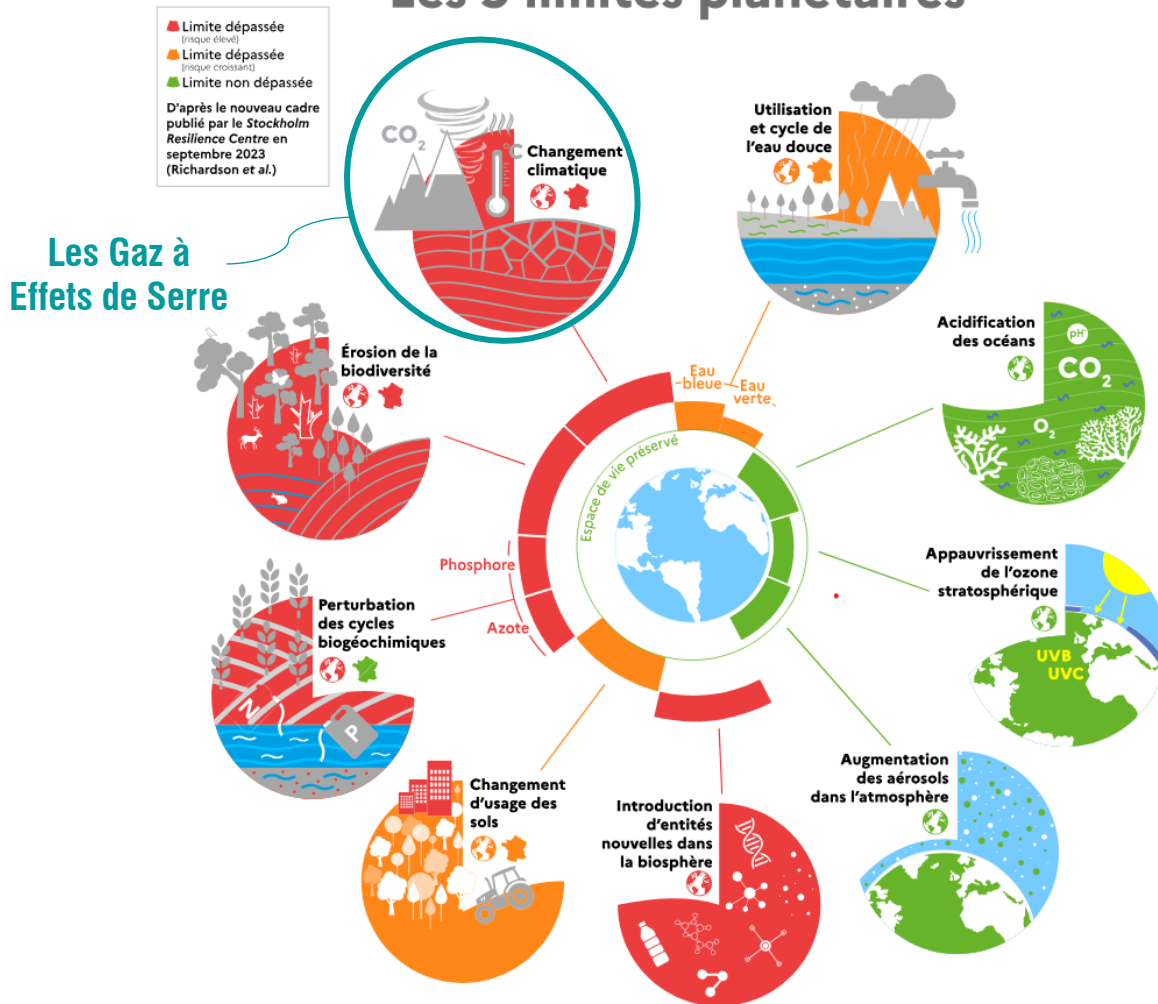
Il est divisé en grands postes d'émissions correspondant à deux phases : la **phase chantier** et la **phase exploitation**. Ces postes sont **l'énergie, les produits de construction et équipements, l'eau, les déchets, la mobilité et le chantier**. Cette séparation en différents postes permet aux différents acteurs du projet d'identifier leurs leviers d'action plus aisément.

Les résultats seront issus d'une **Analyse Cycle de Vie (ACV) dynamique**. En effet, le logiciel UrbanPrint permet d'appliquer l'ACV dynamique qui imprime une pondération des émissions selon les années, en cohérence avec la RE2020.

Méthodologie

Un bilan essentiel, mais incomplet

Les 9 limites planétaires



Source : notre-environnement.gouv.fr

Source : CGDD, 2023

Un bilan (seulement) GES

Le Bilan GES n'est focalisé que sur un aspect de la crise environnementale globale actuelle : les émissions de GES. Cette focalisation fait sens dans le cadre de la lutte contre le dérèglement du climat induit par ces émissions. Néanmoins, il est essentiel de garder à l'esprit qu'il s'agit d'un unique indicateur dans une palette très large.

Ainsi, si les résultats du bilan GES fournissent des informations cruciales sur l'impact d'un procédé, d'un matériau, d'une activité ou d'un projet, il est important de prendre du recul vis-à-vis de ces derniers afin de prendre en compte d'autres aspects tout aussi essentiels de leurs impacts (cycle de l'eau, acidification des océans, impact sur la biosphère, diminution des ressources, etc.). **Certains aspects peuvent en effet être peu émetteurs de GES mais poser d'autres problèmes conséquents au niveau environnemental.**

Le bilan GES est donc une partie capitale d'une analyse des impacts d'un projet, mais ne fait véritablement sens qu'en le prenant en compte dans une réflexion environnementale plus large et plus complète.

Méthodologie

L'outil UrbanPrint

Afin de réaliser le bilan Gaz à effet de serre (GES) du quartier, le logiciel **UrbanPrint** a été utilisé. Le développement de cet outil est réalisé par Efficacity et s'appuie sur la méthode Quartier Energie Carbone de l'ADEME.

Cette méthode prend notamment l'hypothèse d'une **durée de vie d'un bâtiment de 50 ans**.

Les émissions de CO2 eq sont modélisées par l'outil selon **six postes d'émission** :



Energie



**Produits de construction
et équipement**



Eau

Déchets



Mobilité



Chantier



Méthodologie

FOCUS : le réemploi

4

Préparation

Va du nettoyage à la transformation.

- Révision
- Nettoyage des surfaces
- Purgé des mortiers
- Restauration des surfaces
- Traitement de surface
- Redimensionnement
- Découpe

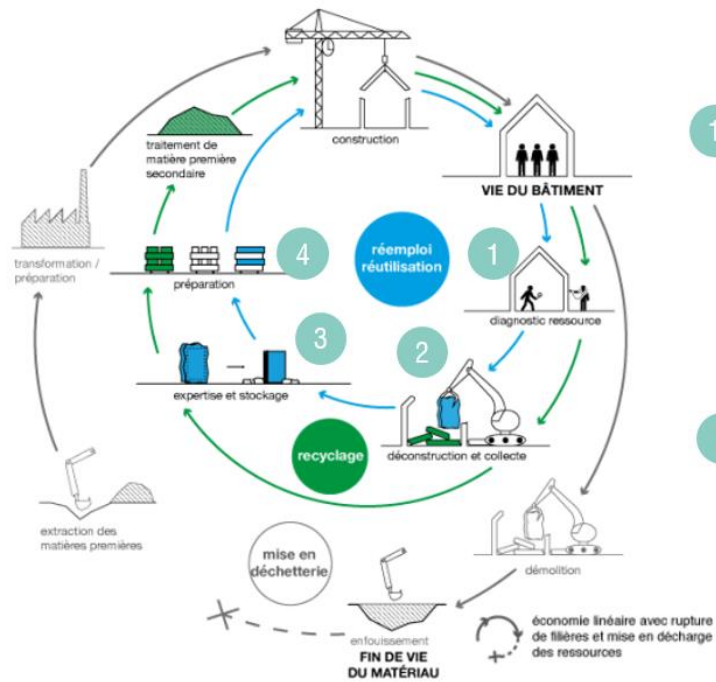
3

Expertise et Stockage

Conditionnement comme pour du neuf.

Optimisation pour :

- stockage,
- transport,
- la manutention
- et la gestion des stocks.



1

Diagnostic ressource

- Diag PEMD réglementaire
- Diag ressources non réglementaire mais essentiel

2

Dépose sélective

Précaution et soin
Méthodologie
Moyens humains et techniques



procédés d'économie circulaire
en filières courtes et locales

Le réemploi constitue un **levier important** de réduction des déchets et de l'impact de la construction. Il consiste en la **récupération d'éléments constructifs** lors de travaux de transformation ou de démolition pour leur trouver de nouveaux usages dans d'autres projets.

Le réemploi peut être utilisé pour différents usages :

- Revêtements extérieurs (bordure béton, mobilier urbain)
- Sanitaires
- Charpente
- Menuiseries
- CVC
- ...

De manière classique, les matériaux de réemploi ne sont **pas comptabilisés** dans les émissions GES du projet.

Dans le cas de l'opération du Sillon de Bretagne, des opportunités de **réemploi internes** au projet sont possibles avec la démolition de nombreux bâtiments. **L'étude menée par Wigwam Ingénierie** sera reprise dans la présente étude afin d'enrichir les leviers de réduction des émissions de GES.

Méthodologie

Le base du bilan : le plan masse

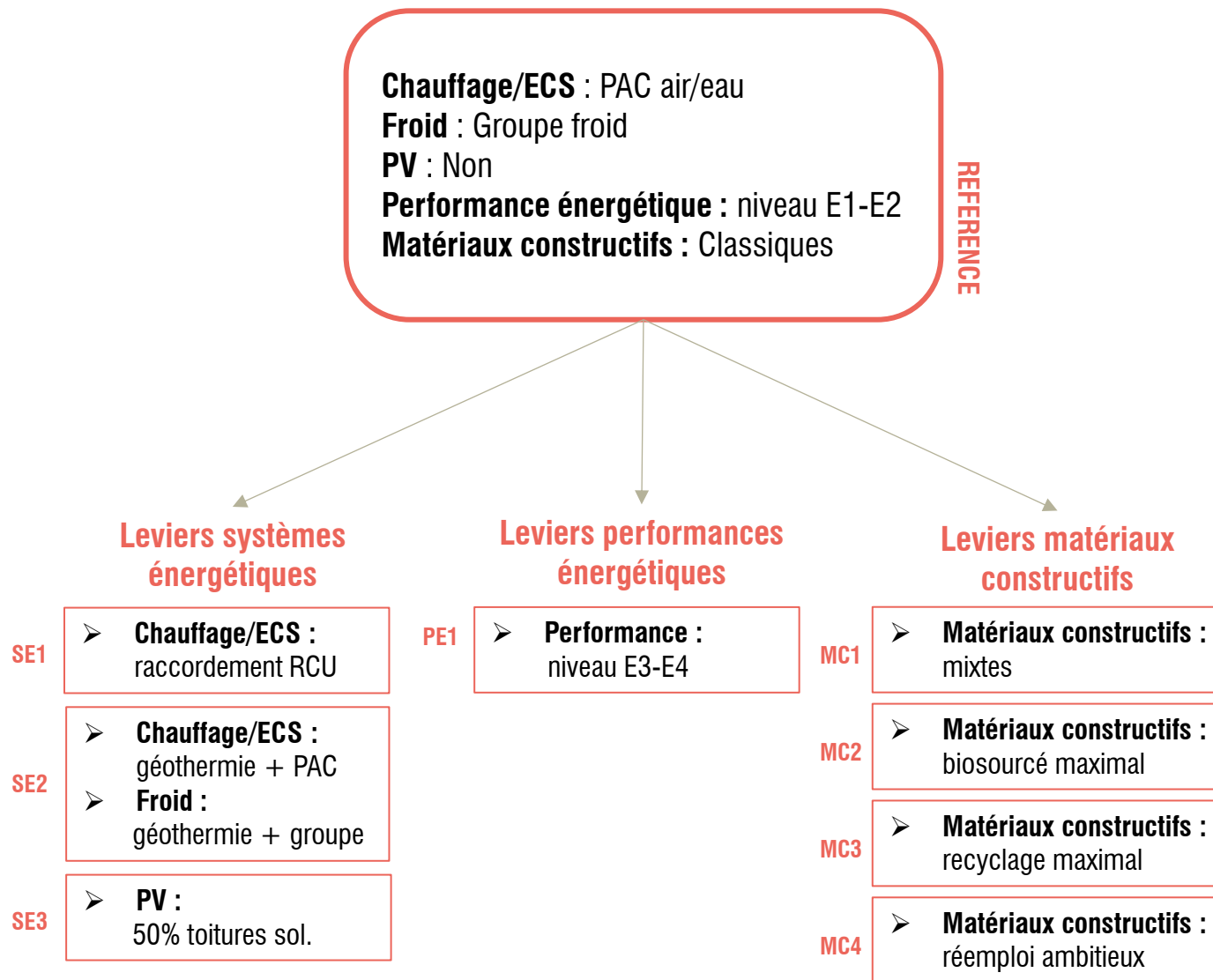


Le plan masse constitue le socle de l'étude d'analyse en cycle de vie, ou BEGES. Le plan utilisé a celui présenté ci-contre, disponible à date de **septembre 2025**. L'étude ne prend donc pas en compte les évolutions postérieures.

D'une manière globale, les îlots A1, A2 et I ont été modélisés comme étant issus de **réhabilitation** de bâtiments existants. Les autres îlots ont été considérés comme **neufs**. Les bâtiments initialement présents et voués à être **déconstruits** ont bien été pris en compte.

Méthodologie

Formalisation de leviers à modéliser



La logique de l'étude ACV est structurée autour de **leviers**.

L'objectif est de définir un **scénario de référence**, cohérent avec l'étude d'approvisionnement en énergie renouvelable, dans lequel aucun effort environnemental n'est particulièrement mis en place. Un bilan d'émissions de GES est alors possible.

A partir de ce bilan de référence, il est alors possible de simuler la mise en place de leviers de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le cœur de la présente étude est alors de **modéliser** ces leviers, de **calculer** leur impact carbone et d'**analyser** leur pertinence dans le projet.

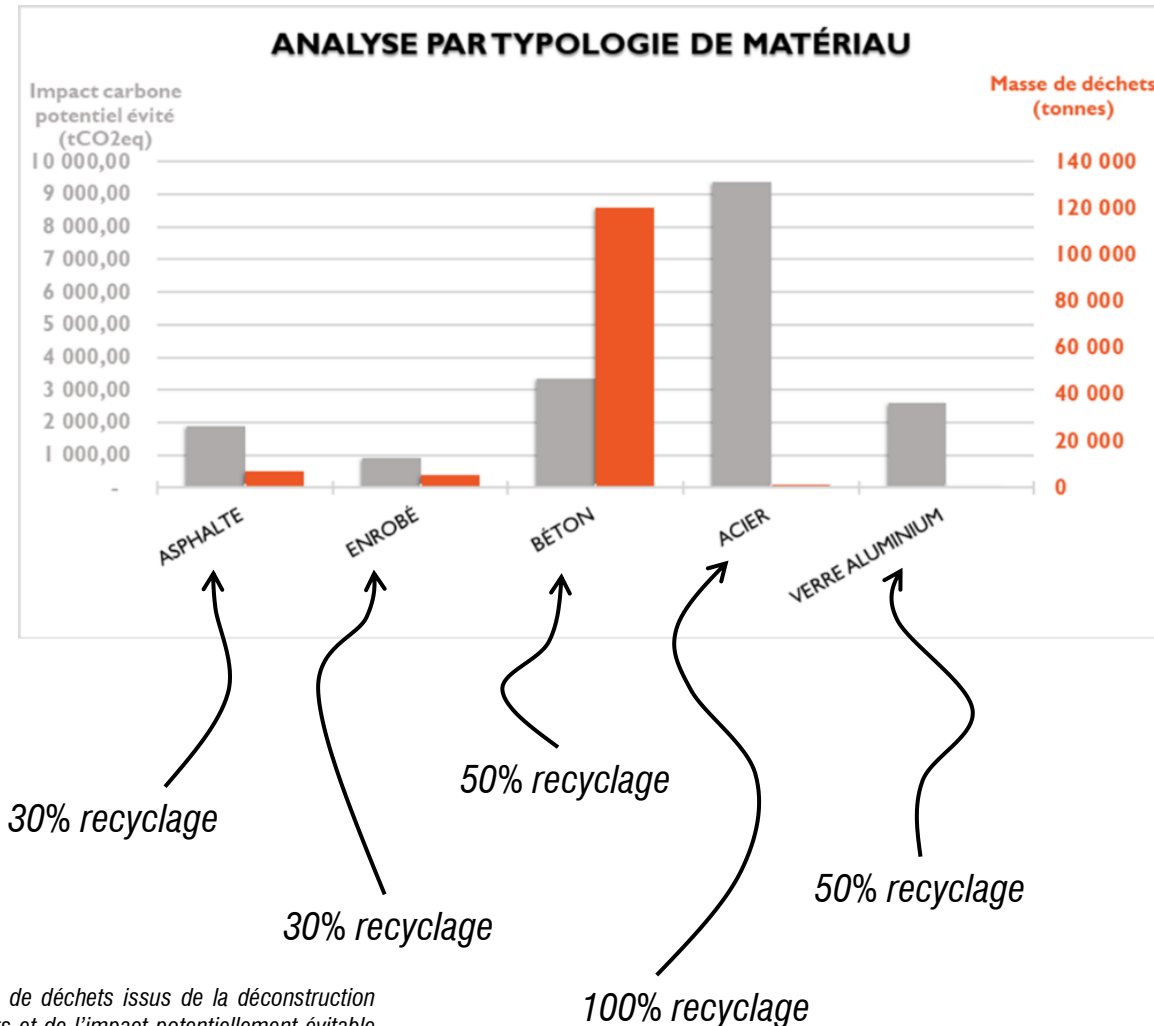
En cohérence avec l'étude EnR, trois types de leviers seront étudiés en profondeur ici :

- Les leviers sur les **systèmes énergétiques**, pour lesquels seront étudiés un raccordement au réseau de chaleur de Nantes Nord Chézine, la mise en place de géothermie ou de panneaux photovoltaïques ;
- Les leviers sur les **performances énergétiques**, où sera étudiée une amélioration des performances énergétiques des bâtiments ;
- Les leviers sur les **matériaux constructifs**, en faisant varier le taux de matériaux biosourcés dans les matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, ou encore en analysant l'impact du recyclage et du réemploi.

Chacun des leviers modélisés sera décrit précisément dans la suite de l'étude, notamment sur la signification des niveaux de biosourcé, de réemploi ou encore les niveaux E1, E2, E3 et E4.

Méthodologie

Focus sur : le recyclage des matériaux



Masse totale de déchets issus de la déconstruction des bâtiments et de l'impact potentiellement évitable
(Source : étude Wigwam Ingénierie, 2023)

Le projet dispose d'un **potentiel de réemploi et de recyclage considérable**. En effet, la déconstruction de bâtiment offre une opportunité de réemploi et de réutilisation de matériaux majeure. Il s'agit d'un levier efficace et particulièrement pertinent pour réduire les émissions GES du quartier dès sa construction.

Une étude sur les matériaux recyclables a été menée en 2023 par Wigwam Ingénierie. Elle se base sur les hypothèses et le plan masse disponibles en juillet 2023. Elle fournit les masses de déchets totales attendues et les émissions de GES potentiellement évitées en réutilisant, réemployant ou recyclant les matériaux.

Pour la présente étude, notre retour d'expérience et l'analyse de retours d'expérience extérieurs, couplés à notre connaissance des réglementations, nous a permis de mettre en avant un scénario envisageable de réemploi et de recyclage des matériaux.

Pour l'asphalte et les enrobés, il est possible de recycler pour réinjecter dans les nouveaux enrobés. Toutefois, des normes contraignent les taux de recyclage. Un taux de **30% de recyclage** a donc été choisi.

Pour le béton, la norme donne un seuil maximal d'intégration de béton recyclé de 30% maximum. En ajoutant du recyclage pour les voiries, le taux de **50% de recyclage** a été choisi.

L'acier est largement recyclé en France et les filières sont solides. Un taux de **recyclage de 100%** a été appliqué.

Le verre aluminium, enfin, est moins bien recyclé. Néanmoins, il existe des filières. Un taux de **50% de recyclage** a été défini pour simuler un projet vertueux.

Méthodologie

Focus sur : le réemploi

Sous-poste	Taux de réemploi simulé
Chauffage ventilation climatisation	15%
Revêtement des sols - murs et plafonds - chape - peintures - produits décoration	8%
Superstructure - maçonnerie	5%
Réseaux d'énergie (courant fort)	
Fondations et infrastructure	
Façades et menuiseries extérieures	15%
Cloisonnement - doublage - plafonds suspendus - menuiseries intérieures	8%
Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	
Espaces extérieurs	
Installations sanitaires	5%
Couverture - étanchéité - charpente - zinguerie	5%
Réseaux de communication (courant faible)	

En ce qui concerne le réemploi, il apparaît qu'il s'agit d'un levier majeur de réduction des émissions carbone du quartier. Pour simuler l'impact de ce dernier, une modélisation du réemploi a été élaborée et calculée.

Les taux de réemploi exposés sur le tableau ci-contre proviennent de différents retours d'expériences :

- Etude menée par le programme européen Interreg
- REX de la maison des Canaux à Paris
- REX de plusieurs projets portés par Vizea

Les taux présentés sont des taux globaux ambitieux mais réalistes. Ce sont eux qui seront simulés dans le calcul de l'impact carbone du réemploi.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

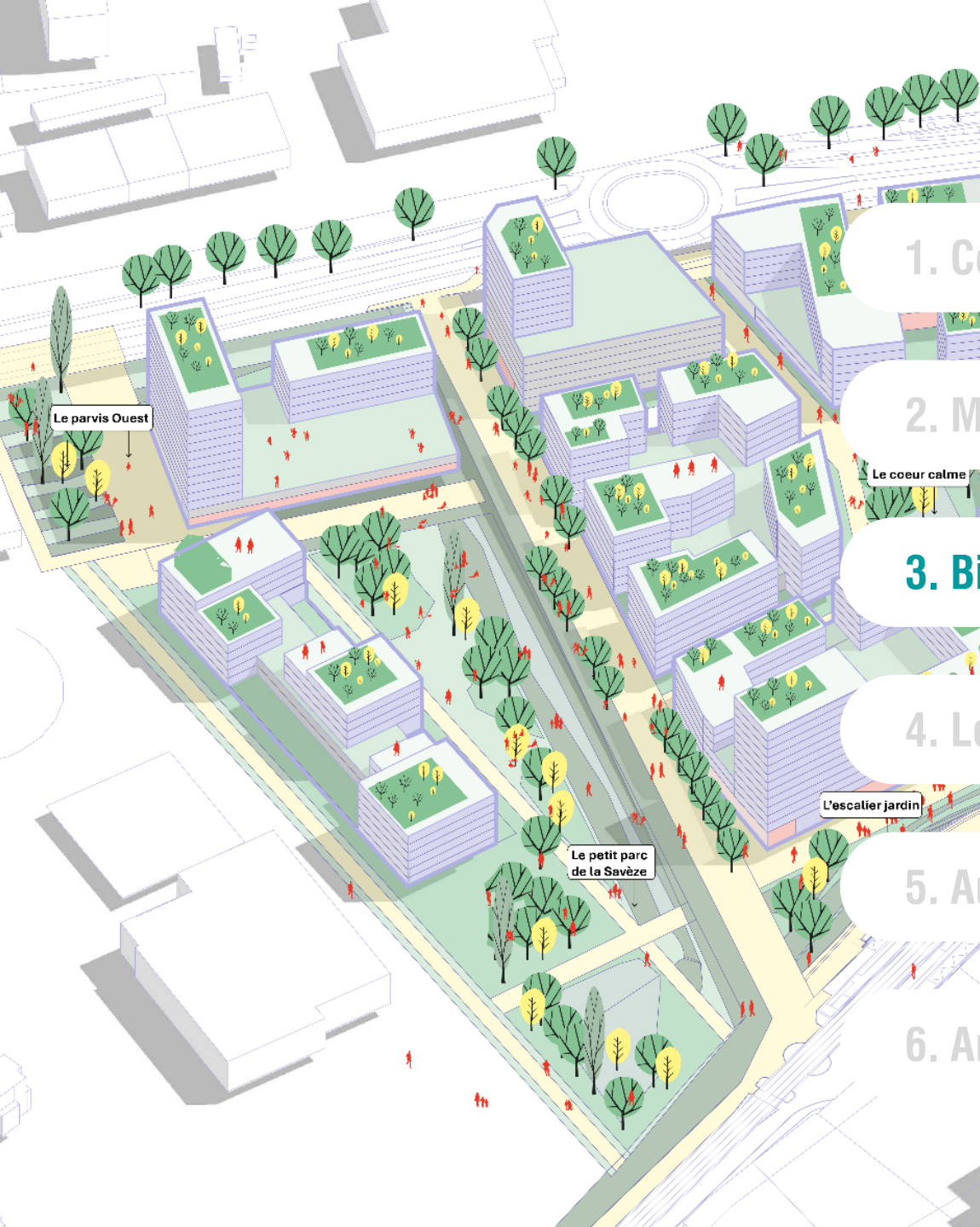
2. Méthodologie d'évaluation des émissions GES

3. Bilan GES de référence

4. Leviers de réduction de l'impact carbone

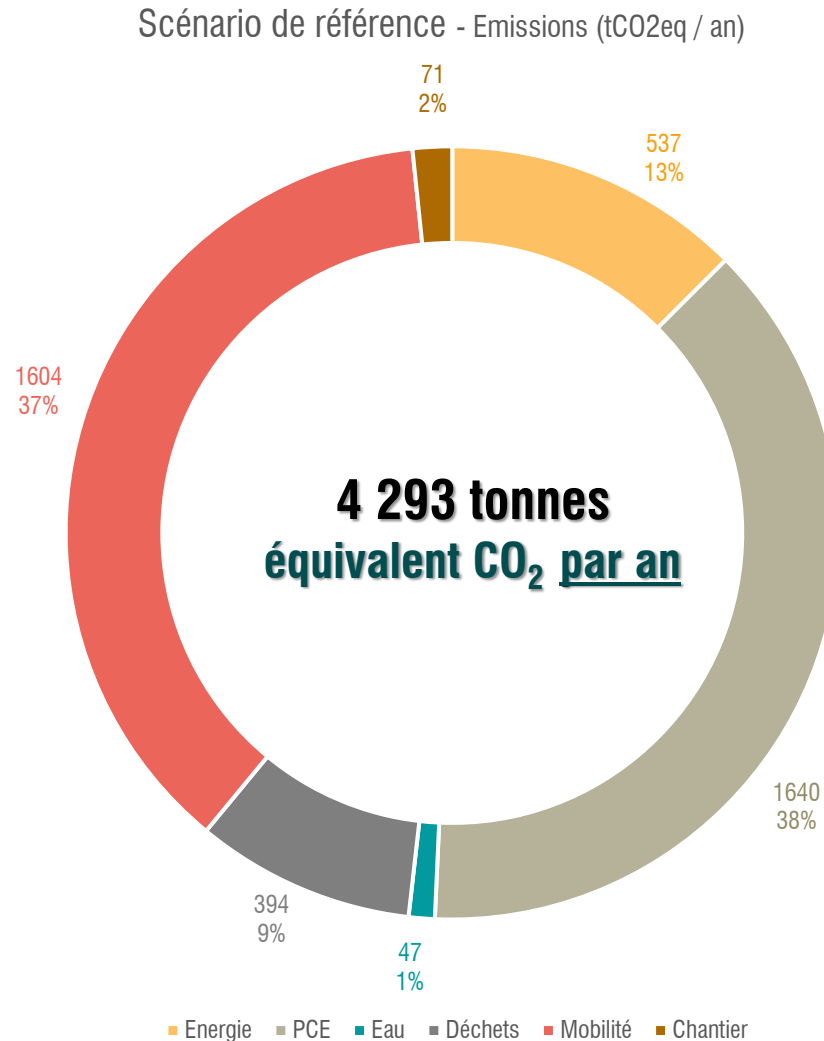
5. Autres leviers mobilisables

6. Annexes



Analyse

Scénario de référence : répartition des émissions



Le scénario de référence utilisé dans cette étude correspond à un scénario de quartier avec un minimum d'efforts en termes d'impacts environnementaux.

Concrètement, les matériaux de construction sont « classiques », fondés sur le béton. Les systèmes énergétiques modélisés sont des pompes à chaleur à l'échelle des bâtiments.

Ce scénario constitue le point de repère de l'étude. Le total des émissions **annuelles** du quartier représente **4 293 tonnes** de CO₂eq.

Deux postes d'émissions constituent **les trois quarts** de ces dernières :

- Les produits de construction et équipements (PCE) qui représentent 38% des émissions
- La mobilité des habitants du quartier, avec 37%.

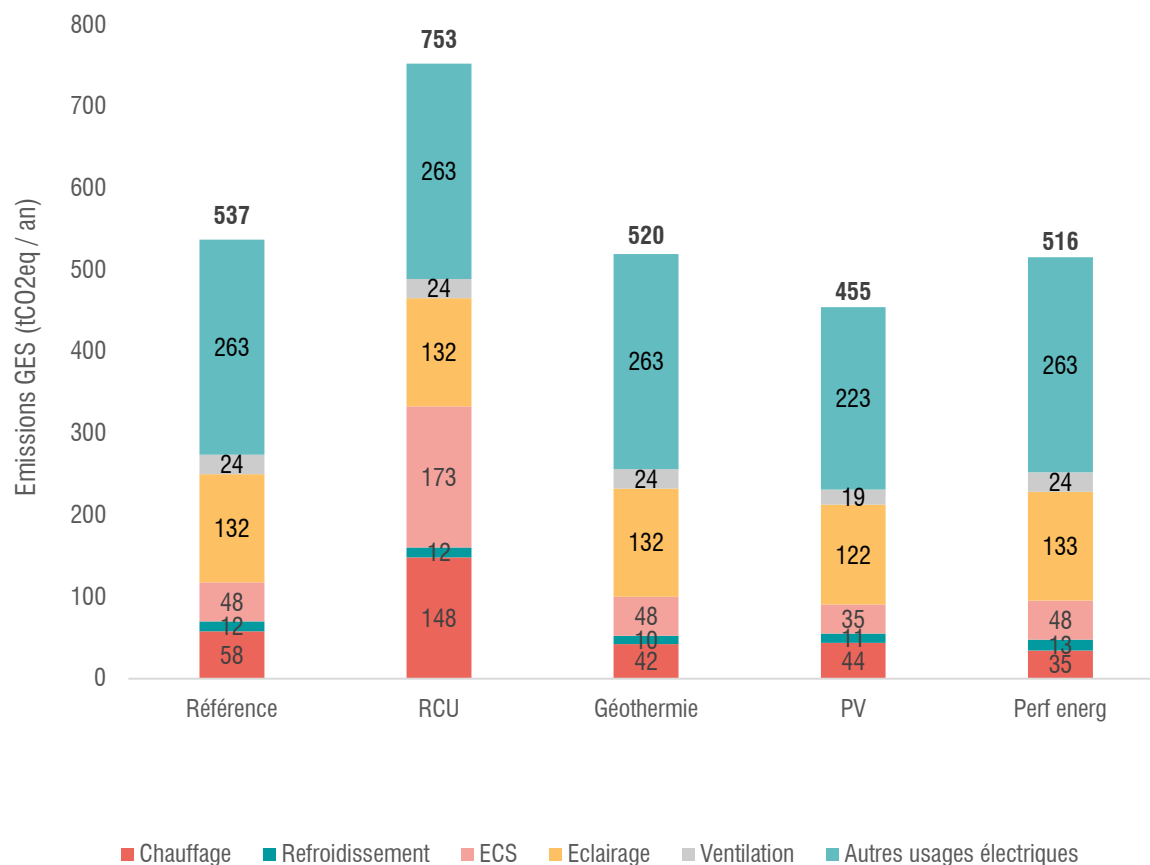
L'énergie et la gestion des déchets, avec respectivement 13% et 9% du total, constituent également des postes notables.

Dans la suite de ce rapport, l'ensemble des postes d'émissions seront étudiés pour en dégager des **leviers de réduction** des émissions.

Analyse

Poste : Energie

Poste Energie - Comparaison des scénarios



Sur la thématique de l'énergie, qui représente **13% des émissions totales**, cinq scénarios ont été étudiés :



- Le **scénario de référence** présenté précédemment
- Le **scénario SE1**, simulant un rattachant des bâtiments au réseau de chaleur de Saint-Herblain pour 100% des besoins en ECS et en chauffage
- Le **scénario SE2**, simulant la mise en œuvre de géothermie pour couvrir des besoins de chaud et de froid
- Le **scénario SE3**, simulant la mise en place de panneaux photovoltaïques de manière massive (50% sur toutes les toitures pertinentes)
- Le **scénario PE1**, dans lequel les performances énergétiques des bâtiments sont poussées (équivalent à des bâtiments E3-E4).

Il apparaît que le raccordement à un réseau de chaleur engendre une augmentation importante des émissions totales du quartier, avec +40% d'émissions sur le poste énergie par rapport à la référence.

La mise en œuvre de géothermie et améliorer la performance énergétique des bâtiments sont des leviers de réduction des émissions de GES limités. Ils permettent de réduire les émissions du poste énergie de 3% et 4% respectivement.

Le photovoltaïque donne des valeurs de réduction d'émissions supérieures et apparaît comme le levier énergétique le plus efficace, avec **-82 tCO2eq/an**, soit une réduction de **15%** du poste concerné.

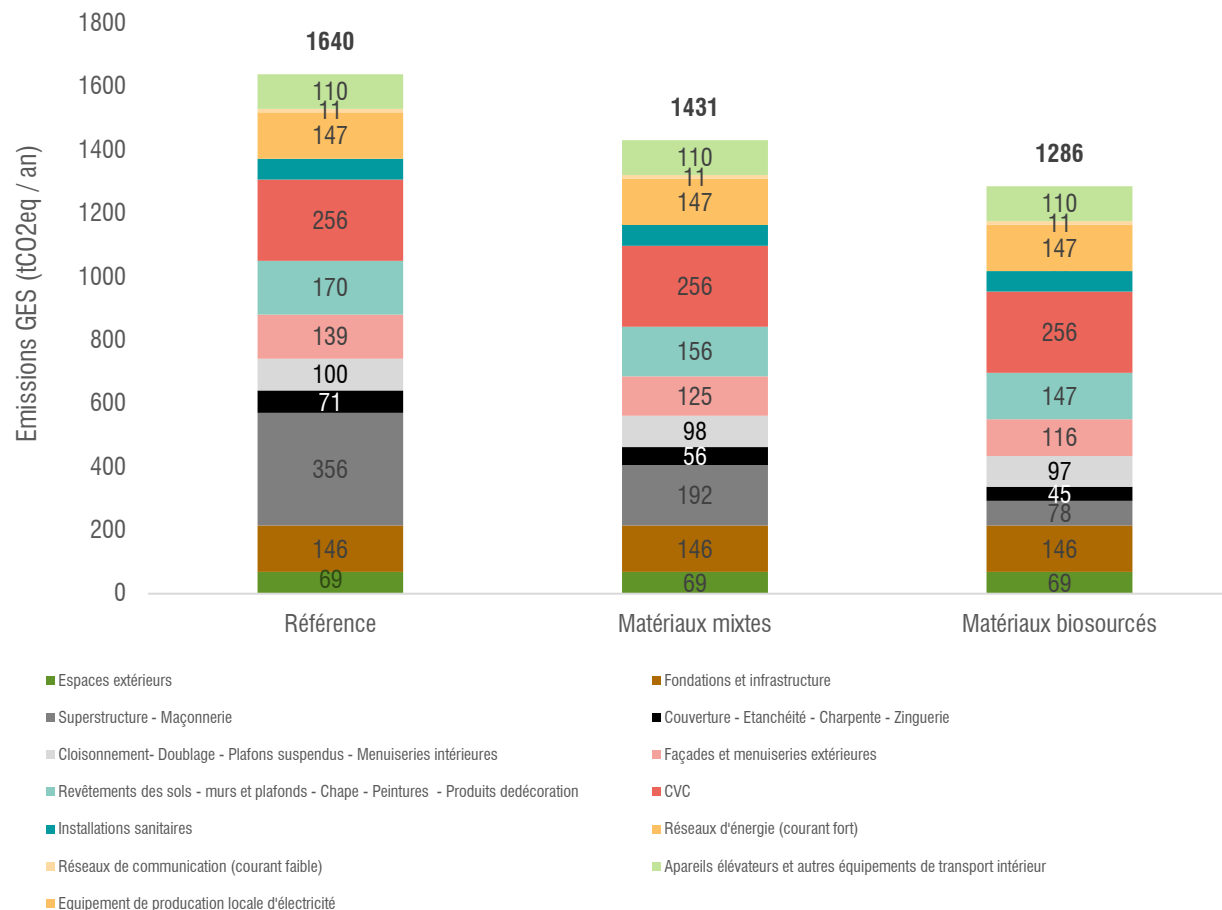
NB : La part de gaz modélisée dans le réseau de chaleur (issue des bilans annuels du réseau) est de 30%. Cette part de gaz relativement importante induit des émissions de GES conséquentes. Le scénario RCU a donc des émissions supérieures à celles d'un scénario sans réseau de chaleur. Afin de réduire significativement les émissions GES énergétiques du quartier, la réduction de la part d'énergie fossile dans le mix du réseau de chaleur serait particulièrement efficace.

Analyse

Poste : PCE



Poste PCE - Comparaison des scénarios



Sur la thématique des matériaux, premier poste d'émissions de GES du quartier avec près de **40% du total**, trois scénarios ont été étudiés :

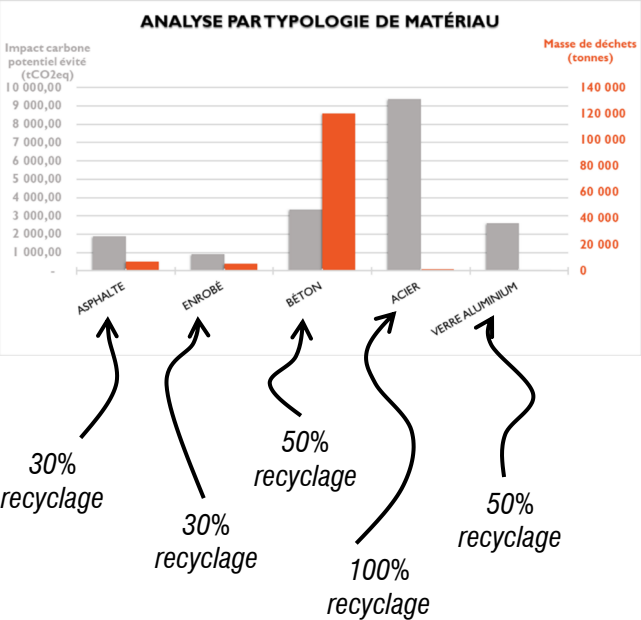
- Le **scénario de référence** présenté précédemment
- Le **scénario mixte (MC1)**, pour lequel tous les bâtiments ont été simulés avec un recours à une part non négligeable de matériaux biosourcés sans pour autant abandonner une utilisation importante de matériaux classiques (exemple : structure béton, façade biosourcée)
- Le **scénario biosourcé (MC2)**, pour lequel tous les bâtiments susceptibles d'être en partie biosourcés ont été simulés avec un recours, pour façade et structure, de manière très forte à des matériaux biosourcés (bois par exemple) et géosourcés (terre crue par exemple)

Il apparaît que la mise en œuvre de biosourcé permet de réduire efficacement les émissions GES du projet. Ainsi, le passage d'un mode constructif « classique » à un mode constructif « mixte » permet de réduire les émissions du poste de **209 tCO2eq/an**, soit **-13%**.

En allant plus loin et en développant le biosourcé de manière très ambitieuse sur le projet, la réduction peut atteindre 354 tCO2eq/an, soit une diminution de **22%** du poste PCE.

Analyse

Poste : PCE



-259 tCO2eq/an
soit **-16%** du poste PCE



-106 tCO2eq/an
soit **-6,5%** du poste PCE

Sous-poste	Taux de réemploi simulé
Chauffage ventilation climatisation	15%
Revêtement des sols - murs et plafonds - chape - peintures - produits décoration	8%
Superstructure - maçonnerie	5%
Réseaux d'énergie (courant fort)	
Fondations et infrastructure	
Façades et menuiseries extérieures	15%
Cloisonnement - doublage - plafonds suspendus - menuiseries intérieures	8%
Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	
Espaces extérieurs	
Installations sanitaires	5%
Couverture - étanchéité - charpente - zinguerie	5%
Réseaux de communication (courant faible)	

En supplément des scénarios biosourcés, la thématique matériaux de construction du projet a été complétée par deux autres leviers : le recyclage des matériaux présents et le réemploi.

Pour le recyclage, les hypothèses explicités précédemment amènent à une réduction notable des émissions de GES du poste PCE : 259 tonnes de CO2eq évitées chaque année pendant 50 ans, soit une diminution de 16% sur le poste.

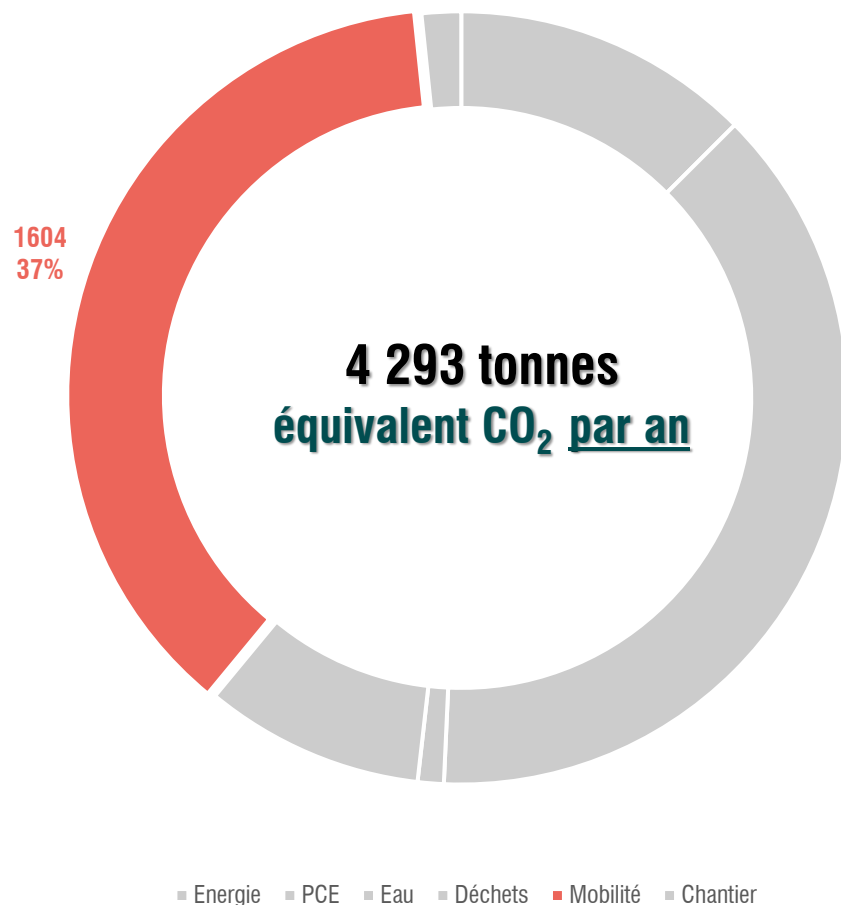
Le réemploi, quant à lui, permet de réduire les émissions de 106 tonnes de CO2eq, soit -6,5% des émissions du poste.

Ces deux leviers sont donc particulièrement efficaces pour réduire l'impact du quartier sur toute sa durée de vie. En outre, ils sont cumulables entre eux, et avec une mise en œuvre de matériaux biosourcés.

Analyse

Poste : Mobilité

Scénario de référence - Emissions (tCO₂eq / an)



La mobilité constitue le premier poste d'émissions du quartier sur les 50 ans d'analyse, avec près de 40% du total.

Réduire ces émissions dépend d'une **politique globale** à l'échelle nationale, régionale et de la métropole, avec la mise en place d'alternatives à la voiture individuelle. La réduction de l'impact de la mobilité dépend aussi de **changements individuels** à l'échelle du citoyen.

Néanmoins, l'aménagement du quartier, ses **connexions** avec le reste de la métropole et les équipements disponibles pour les futurs habitants et employés de Baud – Chardonnet vont fortement conditionner les parts modales.

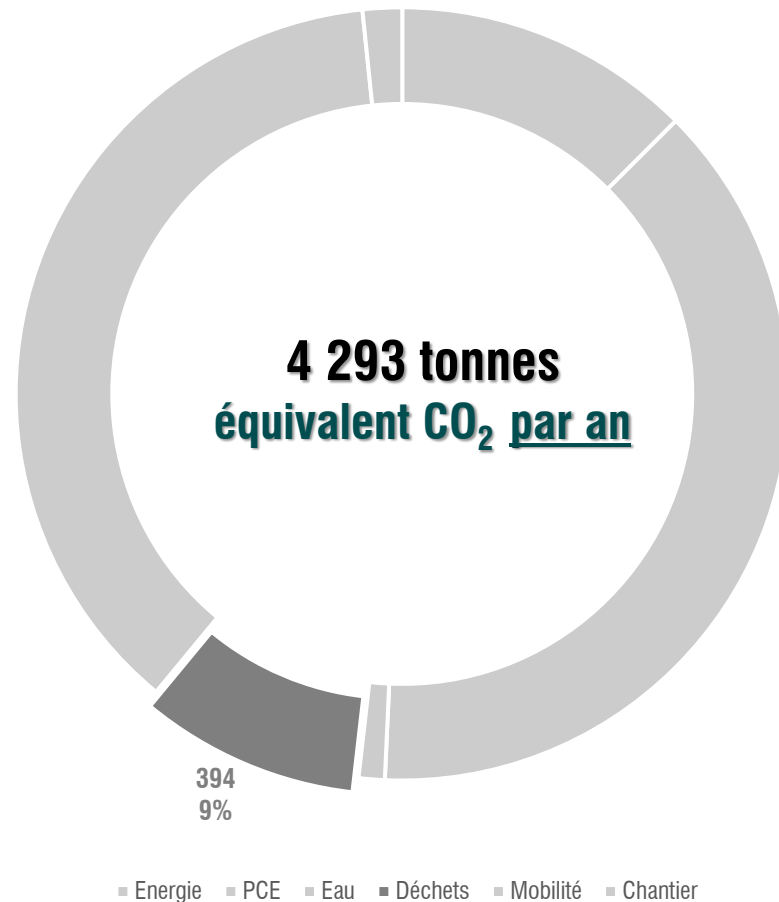
Il est donc essentiel de prévoir des **aménagements urbains** centrés autour des modes actifs (pistes cyclables, zones piétonnes, ...), des **équipements** facilitant leur utilisation (garages à vélos facilement accessibles, bornes de réparation, casiers sécurisés, ...), et des **installations dédiées à la mobilité électrique** (borne de recharge VAE, IRVE, ...).

Le PDU de Rennes Métropole a pour objectif la diminution de la part modale de la voiture individuelle de **59 à 49%**. Si cet objectif est atteint, les émissions du quartier pourraient être réduites de **17%**, soit plus de **420 tCO₂eq/an**.

Analyse

Poste : Gestion des déchets

Scénario de référence - Emissions (tCO₂eq / an)



Avec **9% du total**, les émissions GES liées à la gestion des déchets est un sujet important pour le quartier.

L'essentiel des émissions sont issues de la gestion des déchets non recyclés.

Trois échelles se distinguent pour réduire l'impact de ce poste :

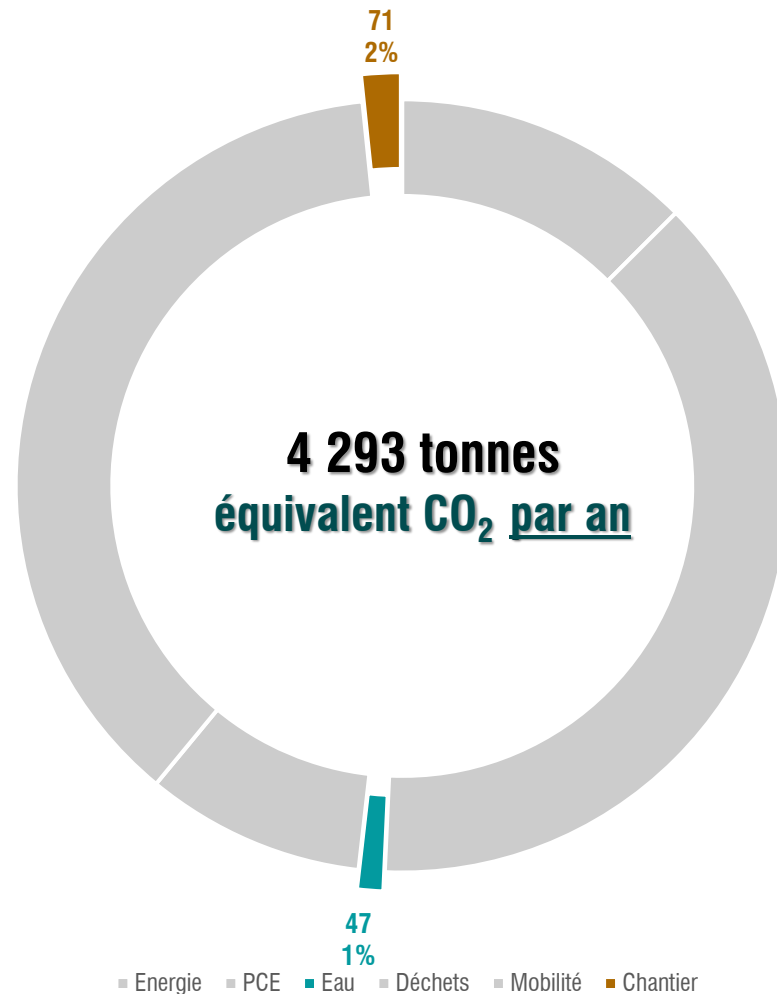
- L'échelle de l'agglomération, pour ce qui concerne le traitement et la gestion des déchets, qui peut permettre un traitement plus ou moins carboné.
- L'échelle du quartier, dans ses choix de gestion, par exemple avec la mise en place de compostage de quartier.
- L'échelle individuelle, avec la limitation de la production de déchets.



Analyse

Autres postes

Scénario de référence - Emissions (tCO₂eq / an)



Les postes eau et chantier représentent respectivement **1%** et **2%** des émissions totales.

Ces postes sont donc moins impactant que ceux vus précédemment mais **non négligeables**.

Le poste chantier est particulièrement faible, notamment de par l'**absence de sous-sols** dans les bâtiments, diminuant grandement les enjeux autour de l'excavation des terres. Les émissions proviennent essentiellement des travaux et modes de gestion.

Quant à la gestion de l'eau, les émissions sont issues des eaux usées et de leur traitement et de la gestion de l'eau potable.



Analyse

Bilan global

	Scénario de référence	Scénario RCU	Scénario Géothermie	Scénario PV	Scénario Perf energie	Scénario mixte	Scénario biosourcé	Scénario recyclage	Scénario réemploi
Energie	537	753 + 40%	520 - 3%	455 - 15%	516 - 4%	537	537	537	537
PCE	1640	1640	1640	1657 + 1%	1640	1431 - 13%	1286 - 22%	1381 - 16%	1534 - 6,5%
Eau	47	47	47	47	47	47	47	47	47
Déchets	394	394	394	394	394	394	394	394	394
Chantier	1604	1604	1604	1604	1604	1604	1604	1604	1604
Mobilité	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Total	4293	4509	4276	4228	4272	4084	3939	4034	4188



Emissions sur le poste

Différence d'émissions entre le poste et la référence

Les différents scénarios étudiés ici permettent des **réductions significatives** d'émissions de gaz à effet de serre au niveau des postes PCE et énergie, respectivement les 2^e et 3^e plus gros postes d'émissions. Etudiés de manière supplémentaire, le réemploi et le recyclage permettent également des réductions importantes.

En outre, pour maximiser les réductions d'émissions, un **cumul des leviers** est nécessaire. Dans la suite de l'étude, les leviers déjà présentés et ceux restants seront ainsi analysés de manière environnementale et financière afin de dégager un **scénario optimal** en termes de réduction de l'impact du quartier sur le changement climatique.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

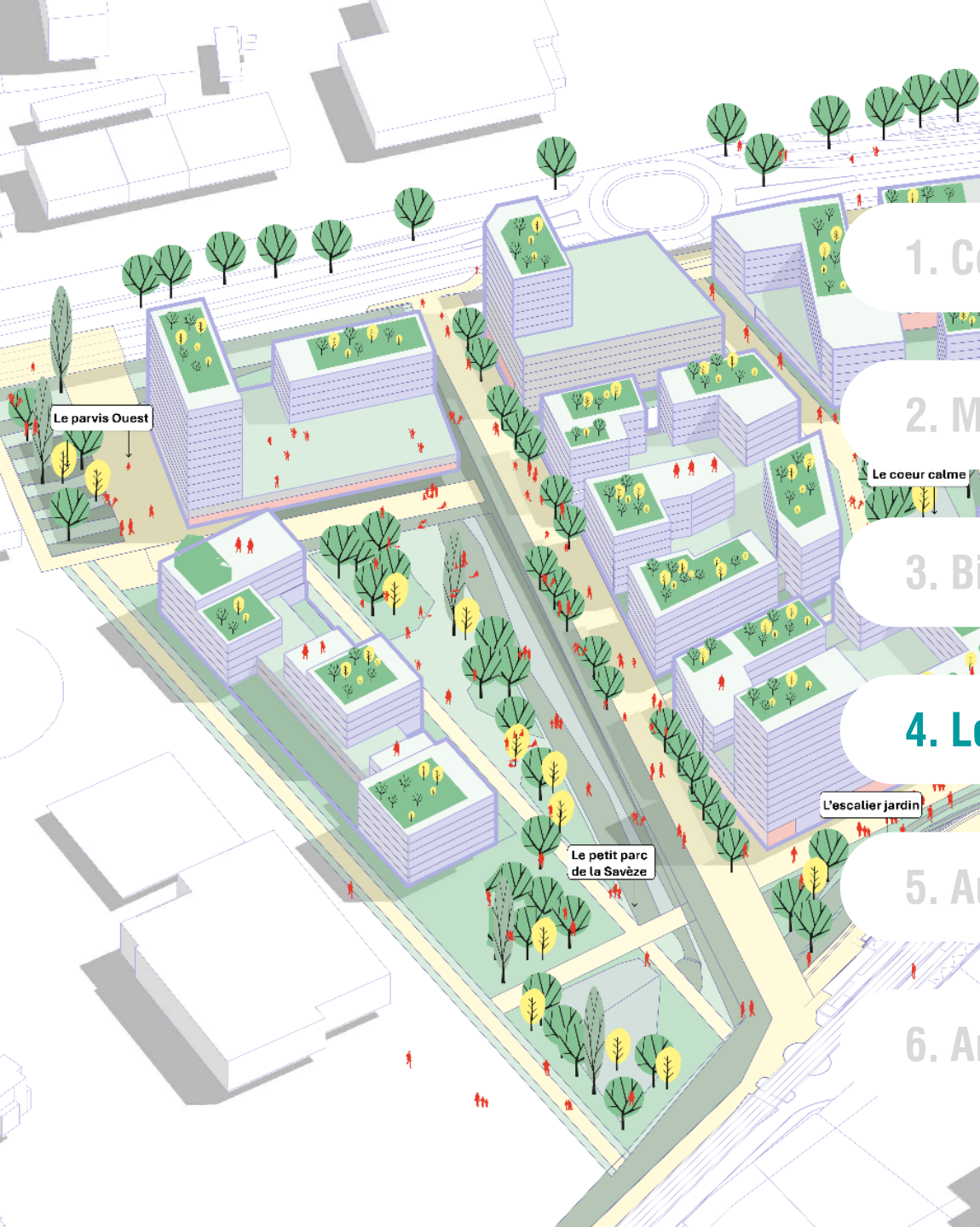
2. Méthodologie d'évaluation des émissions GES

3. Bilan GES de référence

4. Leviers de réduction de l'impact carbone

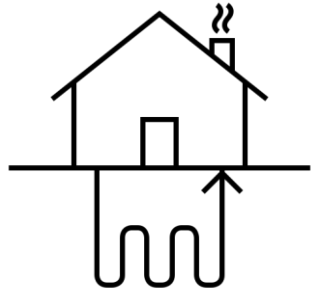
5. Autres leviers mobilisables

6. Annexes



Analyse

Leviers de réduction – Géothermie



Levier étudié :

Mise en place de **géothermie** pour une partie des besoins en chauffage et froid.

permet



Impact carbone

-17,6 tCO₂eq/an

-878 tCO₂eq sur 50 ans

-0,5% des émissions totales

nécessite



Impact financier
et technique

464 k€ d'investissement mais
coût de la chaleur inférieur ensuite
(cf Etude EnR)

Paramètres :

Le premier levier de réduction des émissions GES étudié est le passage d'une production de chaleur et de froid uniquement par des pompes à chaleur eau-air à une production mixte avec **une partie de géothermie**.

Dans ce scénario, une partie des besoins en chaud et une partie des besoins en froid du quartier sont couverts par de la géothermie. Ce scénario a été modélisé dans Urbanprint mais est davantage détaillé et quantifié dans l'**étude d'opportunités** en développement d'énergies renouvelables.

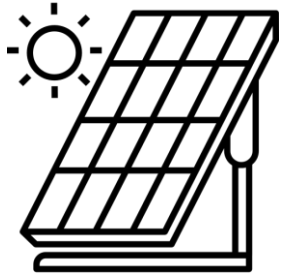
Résultats :

L'impact carbone, bien qu'assez faible, est toutefois notable : **-0,5%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente un peu moins de **900 tonnes** de CO₂ envoyées dans l'atmosphère terrestre.

Il est important de noter en outre que la mise en œuvre de la géothermie permet d'autres avantages : baisse de la consommation électrique via des PAC, utilisation d'une source de chaleur renouvelable, etc.

Analyse

Leviers de réduction – Photovoltaïque



Levier étudié :

Mise en place de panneaux photovoltaïques pour couvrir une partie des besoins en électricité.

permet



Impact carbone

-65,4 tCO2eq/an

-3 270 tCO2eq sur 50 ans

-1,5% des émissions totales

nécessite



Impact financier
et technique

865 k€ d'investissement mais
retour sur investissement de 5 ans
(cf Etude EnR)

Paramètres :

Le second levier de réduction des émissions GES étudié la mise en œuvre d'une **production photovoltaïque** sur le quartier. Pour cela, l'ensemble des bâtiments susceptibles d'accueillir du PV ont été modélisés avec 50% de leur toiture recouverte de panneaux.

Ce scénario a été modélisé dans Urbanprint mais est davantage détaillé et quantifié dans l'**étude d'opportunités** en développement d'énergies renouvelables.

Résultats :

L'impact carbone est notable : **-1,5%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente **3 270 tonnes** de CO2 non envoyées dans l'atmosphère terrestre.



Analyse

Leviers de réduction – Performances énergétiques



Levier étudié :

Augmenter la performance énergétique des bâtiments.




Impact carbone

-21,5 tCO₂eq/an
-1 075 tCO₂eq sur 50 ans
-0,5% des émissions totales




Impact financier
et technique

+5 à 10 €/m² SHAB

Type d'isolation, rafraîchissement,
protections solaires, ...



Paramètres :

L'**amélioration de la performance énergétique** des bâtiments est un levier de réduction de l'impact du quartier. En passant une majorité des bâtiments d'un niveau équivalent à celui d'un bâtiment E1-E2 à celui d'un bâtiment E3-E4, on peut observer une diminution des émissions totales.

Ce scénario a été modélisé dans Urbanprint mais est davantage détaillé et quantifié dans l'**étude d'opportunités** en développement d'énergies renouvelables. En effet, dans cette dernière est utilisé un critère plus précis et plus pertinent : le **Bbio**.

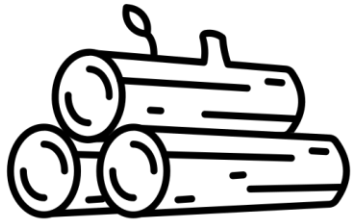
Résultats :

L'impact carbone est faible mais néanmoins notable : **-0,5%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente **1 075 tonnes** de CO₂ évitées.

En outre, cela rentre parfaitement dans une logique de sobriété énergétique voulue par les politiques européennes, nationales et locales.

Analyse

Leviers de réduction – Matériaux mixtes



Levier étudié :

Utiliser des matériaux biosourcés de manière importante mais avec des procédés constructifs toujours fondés sur des matériaux classiques



Impact carbone

-208,9 tCO₂eq/an
-10 446 tCO₂eq sur 50 ans
-4,9 % des émissions totales



Impact financier
et technique

+10% par rapport aux matériaux
classiques

Mise en œuvre possible sur charpente,
bardage bois, menuiseries intérieures, ...

Paramètres :

L'utilisation de matériaux biosourcés apparaît comme un moyen efficace de réduire l'impact carbone du projet. Dans un premier temps, l'implémentation de **matériaux biosourcés** sans pour autant sortir d'une logique de matériaux classiques a été simulée.

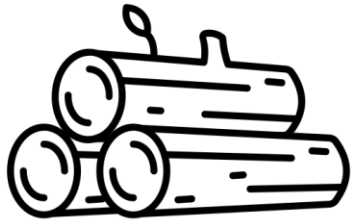
Résultats :

L'impact carbone est important : **-5%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente près de **10 500 tonnes** de CO₂ évitées.

Le biosourcé apparaît donc comme un levier majeur de décarbonation du projet.

Analyse

Leviers de réduction – Matériaux biosourcés



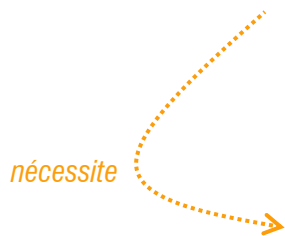
Levier étudié :

Utiliser des matériaux biosourcés de manière massive mais avec des procédés constructifs fondés sur ces matériaux



Impact carbone

-353,9 tCO₂eq/an
-17 694 tCO₂eq sur 50 ans
-8,3 % des émissions totales



Impact financier
et technique

+20% par rapport aux matériaux
classiques

Mise en œuvre au niveau des structures des
bâtiments

Paramètres :

L'utilisation de matériaux biosourcés apparaît comme un moyen efficace de réduire l'impact carbone du projet. Dans un second temps, l'implémentation de **matériaux biosourcés** d'une manière massive et ambitieuse a été modélisée. Les bâtiments susceptibles de l'être ont été modélisés avec un taux de biosourcé très important, nécessité leur implémentation dans du gros œuvre.

Résultats :

L'impact carbone est très important : **-8,3%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente près de **17 700 tonnes** de CO₂ évitées.

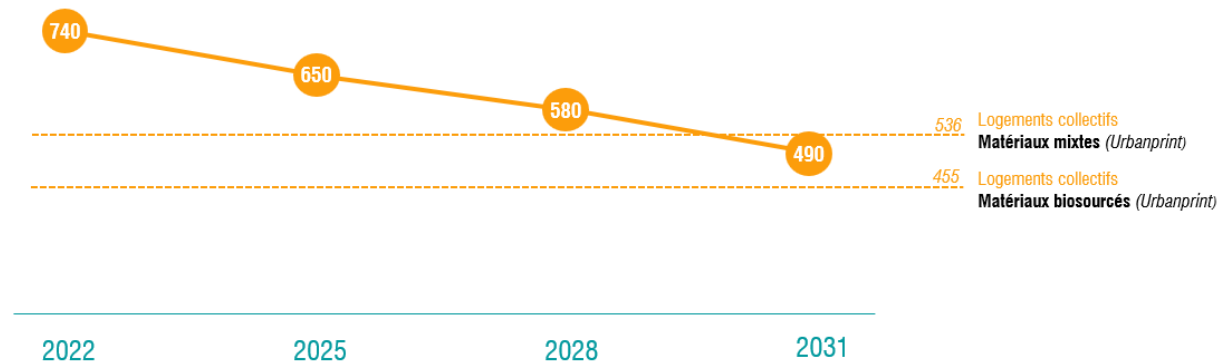
Le biosourcé apparaît donc comme un levier majeur de décarbonation du projet.

Résultats et leviers

Et la RE2020 dans tout ça ?

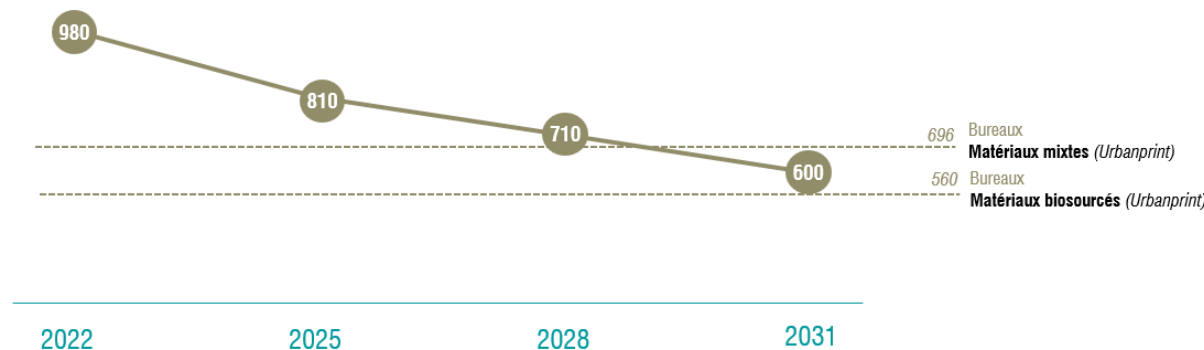
Impact carbone dynamique (kgCO₂/m² sur 50 ans)

Evolution des seuils IC Construction – Logements collectifs



Evolution des seuils IC Construction – Bureaux

Impact carbone dynamique (kgCO₂/m² sur 50 ans)



Quel lien entre le paramétrage des types de matériaux dans l'outil Urbanprint et les seuils de la RE2020 ?

Le logiciel Urbanprint, utilisé pour réaliser cette étude, ne permet pas de caractériser les bâtiments modélisés selon leur niveau ICconstruction. Il permet cependant de modéliser un taux de biosourcé dans les matériaux de construction avec trois entrées possibles : classique, mixte ou biosourcé.

Procédés constructifs classiques :

- Pour les logements collectifs, cela représente 616 kgCO₂eq/m² sur 50 ans, soit un niveau intermédiaire entre RE2020 seuil 2025 et RE2020 seuil 2028.
- Pour les bureaux, cela représente 831 kgCO₂eq/m², soit au-dessus du niveau RE2020 seuil 2025.

Procédés constructifs mixtes :

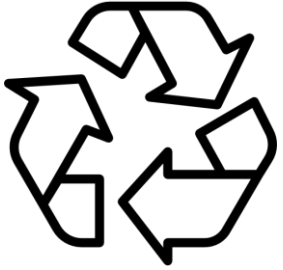
- Pour les logements, cela représente un niveau intermédiaire entre RE2020 seuil 2028 et RE2020 seuil 2031.
- Pour les bureaux, cela représente également un niveau intermédiaire entre RE2020 seuil 2028 et RE2020 seuil 2031.

Procédés constructifs fondés sur le biosourcés :

- Pour les logements, cela représente un niveau supérieur au niveau RE2020 seuil 2031.
- Pour les bureaux, cela représente également un niveau supérieur au niveau RE2020 seuil 2031.

Analyse

Leviers de réduction – Recyclage



Levier étudié :

Recycler une partie des matériaux des bâtiments existants

permet



Impact carbone

-258,8 tCO₂eq/an

-12 940 tCO₂eq sur 50 ans

-6,0 % des émissions totales

nécessite



Impact financier
et technique

Surcoûts liés aux études et stockage **limités**

Récupération, gestion, traitement et stockage
des matériaux recyclés

Paramètres :

A l'aide de l'étude réalisée en 2023 par Wigwam Ingénierie, des taux de recyclage des matériaux du site ont été modélisés. Cela permet de mettre en avant le potentiel de décarbonation du site permis par le recyclage.

Résultats :

L'impact carbone est important : **-6%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente près de **13 000 tonnes** de CO₂ évitées.

Le recyclage est particulièrement pertinent ici, dans un projet où l'on déconstruit un immense bâtiment pour en reconstruire d'autres.

Analyse

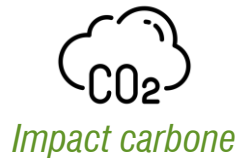
Leviers de réduction – Réemploi



Levier étudié :

Utiliser des matériaux issus du réemploi, que ce soit des éléments issus de la déconstruction des bâtiments ou de fournisseurs extérieurs

permet



Impact carbone

-105,6 tCO2eq/an

-5 278 tCO2eq sur 50 ans

-2,5 % des émissions totales

nécessite



Impact financier
et technique

Surcoûts liés aux études et stockage **limités**

Filière locale à définir, enjeux de stockage des matériaux et de disponibilité

Paramètres :

La mise en œuvre d'une **stratégie de réemploi** à l'échelle du projet est un moyen de réduire les émissions de GES. En réemployant des matériaux et objets, le projet peut s'inscrire dans une démarche vertueuse de décarbonation. Les taux de réemploi simulés ont été précisés plus haut dans ce document.

Résultats :

L'impact carbone est notable : **-2,5%** des émissions totales sur les 50 ans de vie modélisés du quartier. Cela représente près de **5 300 tonnes** de CO2 évitées.

Le réemploi est particulièrement pertinent ici, dans un projet où l'on déconstruit un immense bâtiment pour en reconstruire d'autres. Des sources de réemploi sont de plus présentes dans la région nantaise mais aussi en Bretagne.

Analyse

Leviers de réduction – Autres leviers

Compostage de quartier

Gain carbone (tCO2eq/an)	Gain carbone (% du projet)	Coût	Enjeux techniques
- 248,6	-5,8%	Installation des composteurs et gestion	Infrastructures, communication, emprise

Réemploi in situ des terres de terrassement maximal

Gain carbone (tCO2eq/an)	Gain carbone (% du projet)	Coût	Enjeux techniques
- 17,7	-0,4%	A définir via étude dédiée	Enjeux de stockage et de gestion des flux

Paramètres :

D'autres leviers permettent de réduire l'impact carbone du quartier. Deux sont notables : la mise en place d'une gestion des déchets organiques via compostage de quartier et le réemploi de terres in situ.

Résultats :

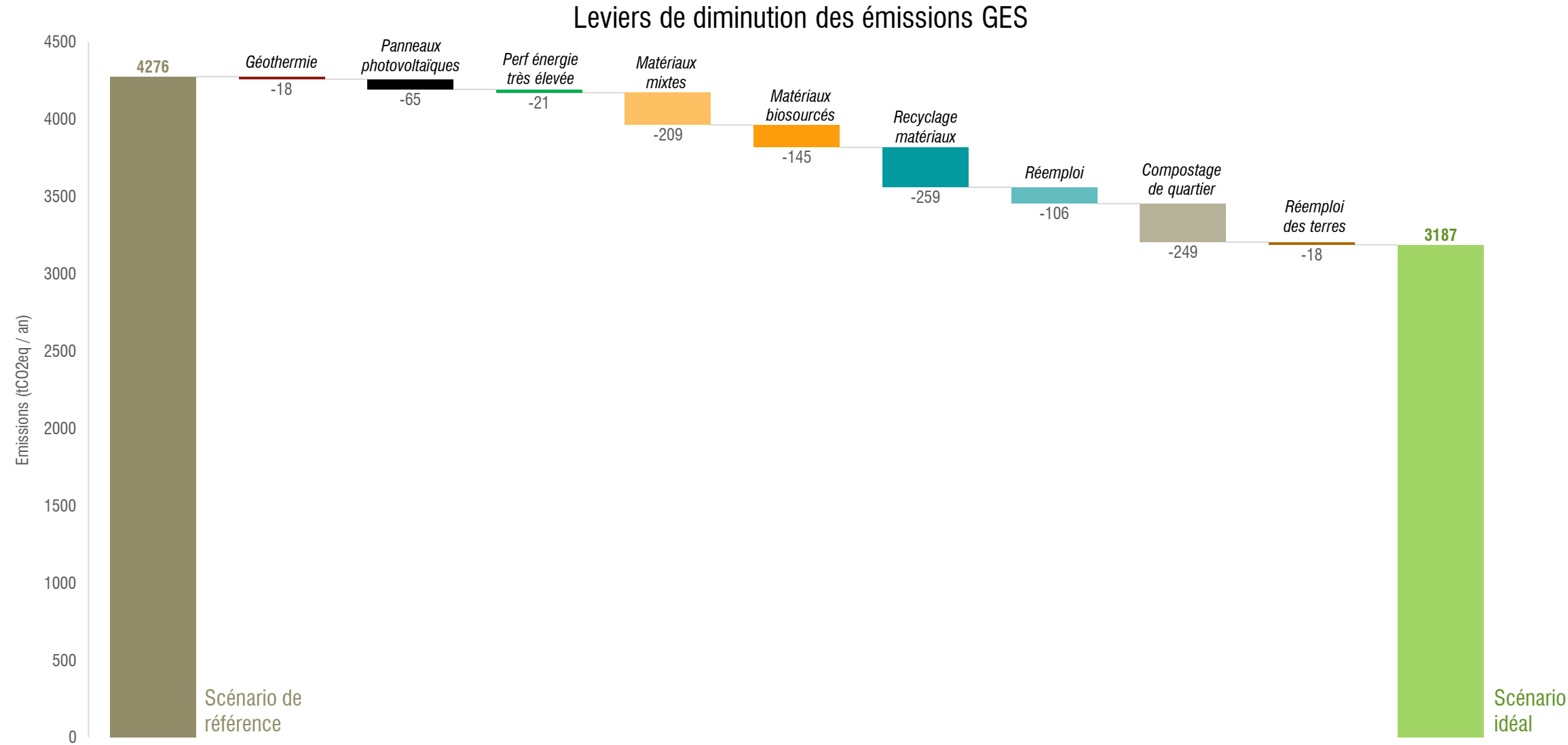
Pour le compostage de quartier, l'impact carbone est important et ne doit pas être négligé. Près de 250 tonnes de CO2eq peuvent ainsi être évitées chaque année, soit **12 430 tonnes** sur 50 ans et près de **6%** des émissions totales du quartier.

Pour le réemploi de terres in situ, l'impact est plus limité : 17,7 tonnes chaque année, soit **885 tonnes** au total et **0,4%** des émissions.

Résultats et leviers

Leviers de réduction – Bilan

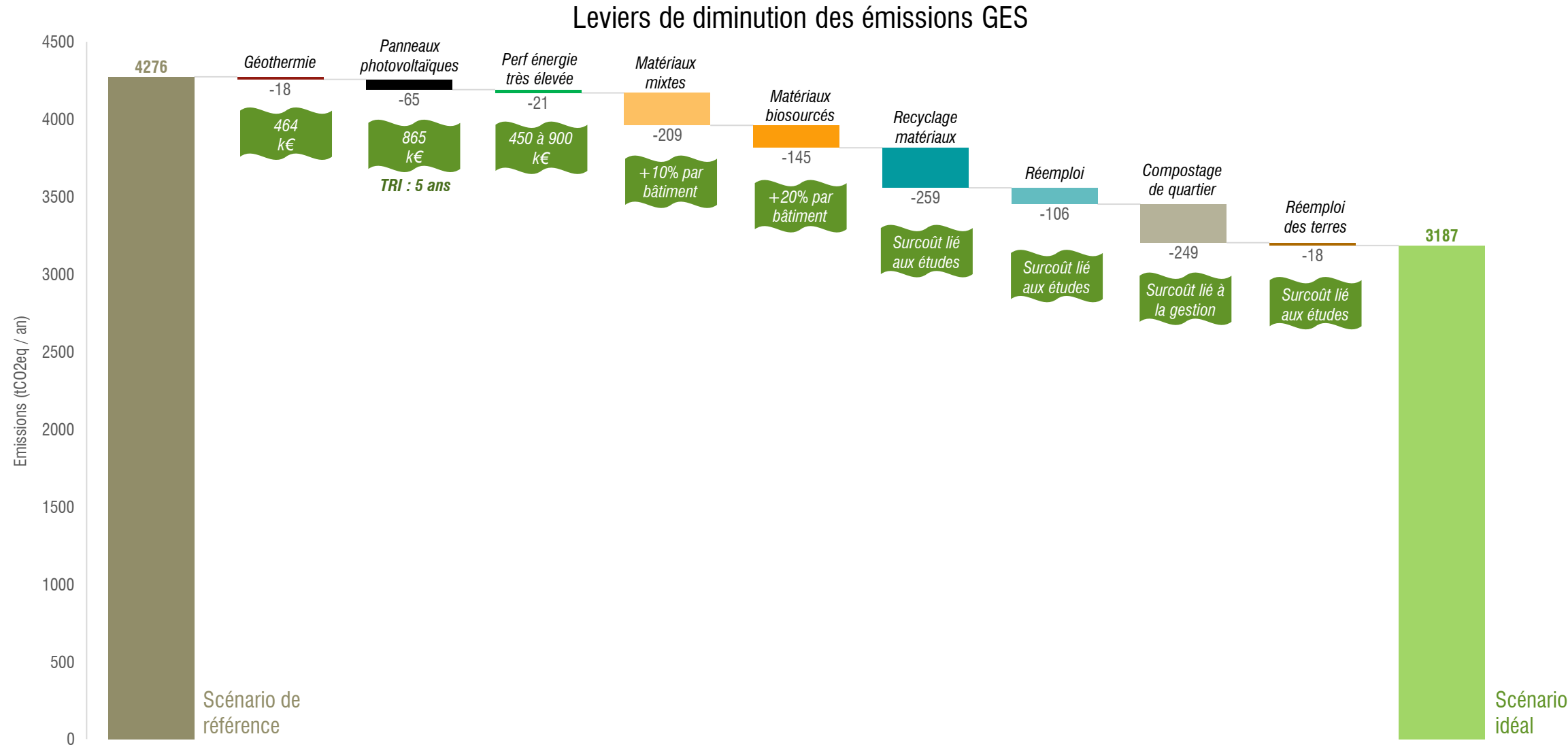
NB : les surcoûts présentés ici (en vert) sont indicatifs et représentent des ordres de grandeur. Ils ont été calculés à l'aide des données présentées précédemment et des surfaces prévues pour être construites dans le projet.



Résultats et leviers

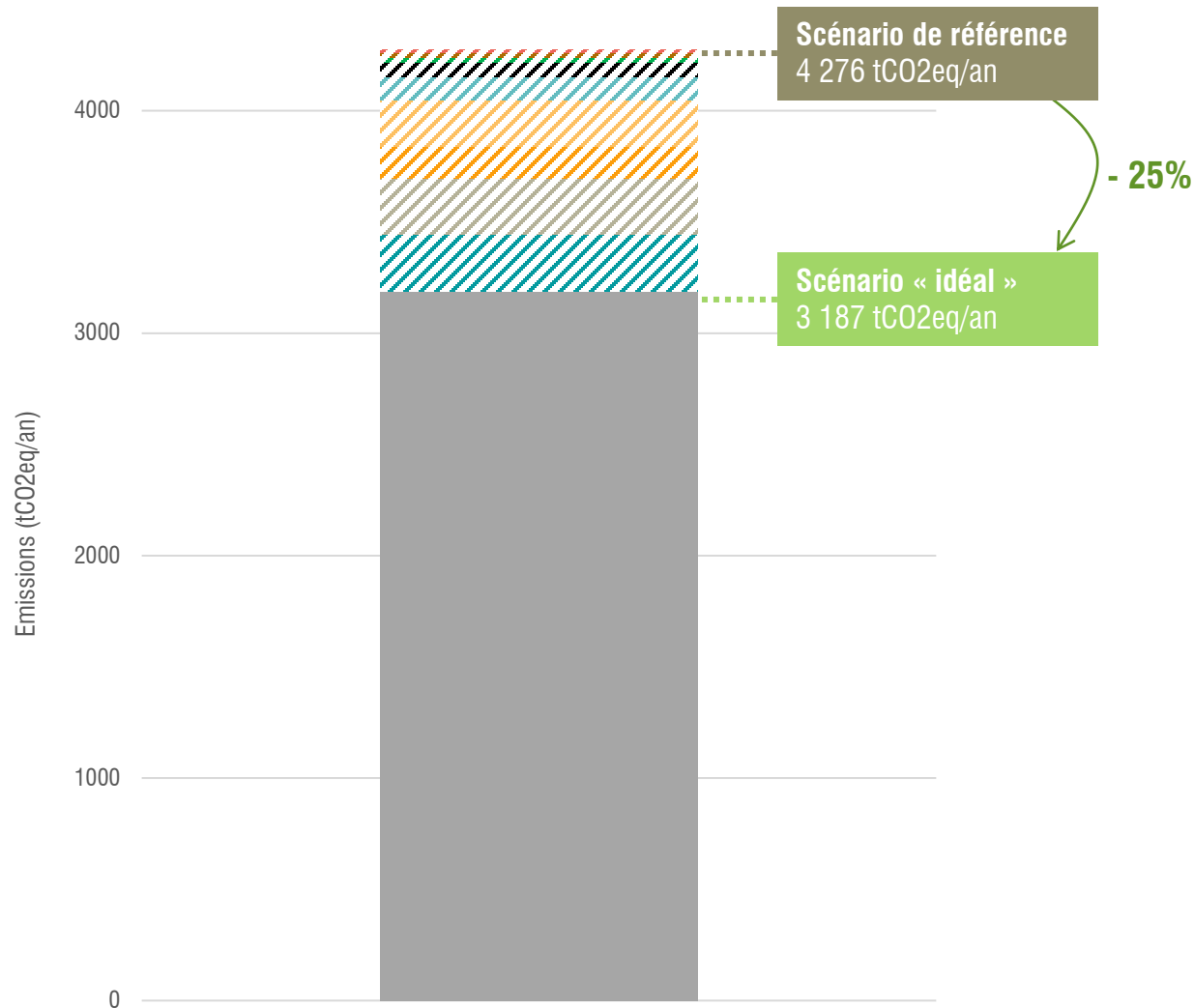
Leviers de réduction – Bilan

NB : les surcoûts présentés ici (en vert) sont indicatifs et représentent des ordres de grandeur. Ils ont été calculés à l'aide des données présentées précédemment et des surfaces prévues pour être construites dans le projet.



Résultats et leviers

Leviers de réduction – Bilan



Conclusion

Les leviers de réduction des émissions de gaz à effet de serre étudiés dans ce document ont mis en avant la possibilité de **décarboner en partie** le projet du Sillon de Bretagne. Ainsi, la mise en œuvre du biosourcé, du recyclage et du réemploi sont des pistes qui apparaissent comme pertinentes et efficaces pour le projet.

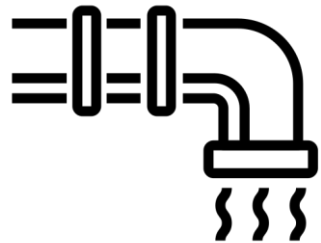
L'implémentation de l'ensemble de ces leviers permet de **réduire les émissions de 25%** et de passer de 4 300 tonnes émises chaque année pendant 50 ans à 3 200 tonnes de CO2eq.

Le projet dispose toutefois d'un **socle irréductible d'émissions** induites. La construction des bâtiments et la vie de ses usagers ne peuvent être entièrement décarbonées.

Néanmoins, la position du quartier en cœur de ville, proche des services de transports, mais aussi l'absence de sous-sols sont des choix qui ont déjà permis de limiter les émissions carbonées du quartier.

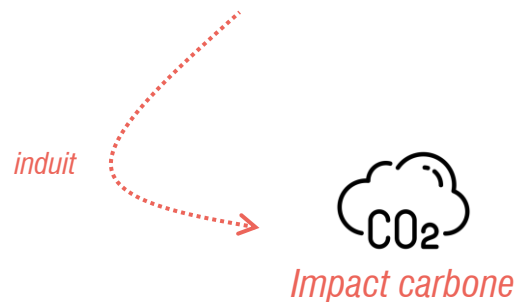
Résultats et leviers

Réseau de chaleur urbain



Levier étudié : SE1

Relier les bâtiments au réseau de chaleur urbain de Saint-Herblain



+216 tCO₂eq/an

+10 800 tCO₂eq sur 50 ans

+2,5% des émissions totales

par rapport au scénario de référence

Conclusion

Intégrer les bâtiments du quartier au réseau de chaleur urbain de Saint-Herblain engendre une augmentation des émissions carbone du quartier.

Ces émissions sont essentiellement dues au **taux de gaz** dans le réseau de chaleur, à savoir entre 25 et 30%. Les émissions sont dues à la combustion du gaz.

Néanmoins, comme l'a montré l'étude d'opportunité en énergies renouvelables, relier le quartier au réseau de chaleur est **particulièrement pertinent énergétiquement** parlant. En outre, les documents cadres nationaux, régionaux et métropolitains orientent vers de type de mutualisation énergétique.

Il est toutefois important de noter que les objectifs environnementaux nationaux et locaux sont de **diminuer les parts d'énergies fossiles dans les réseaux de chaleur urbains**, en augmentant par exemple la part de biogaz. Cette évolution permettrait ainsi, à l'avenir, de réduire les émissions du réseau de chaleur, et donc, du quartier.

Enfin, pour limiter l'impact du quartier relié au réseau de chaleur, **diminuer les consommations énergétiques** apparaît comme particulièrement pertinent : augmenter la performance énergétique des logements permettra de moins consommer l'énergie carbonée du réseau de chaleur. Il pourrait ainsi s'agir là d'un axe majeur de la stratégie environnemental de l'opération.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

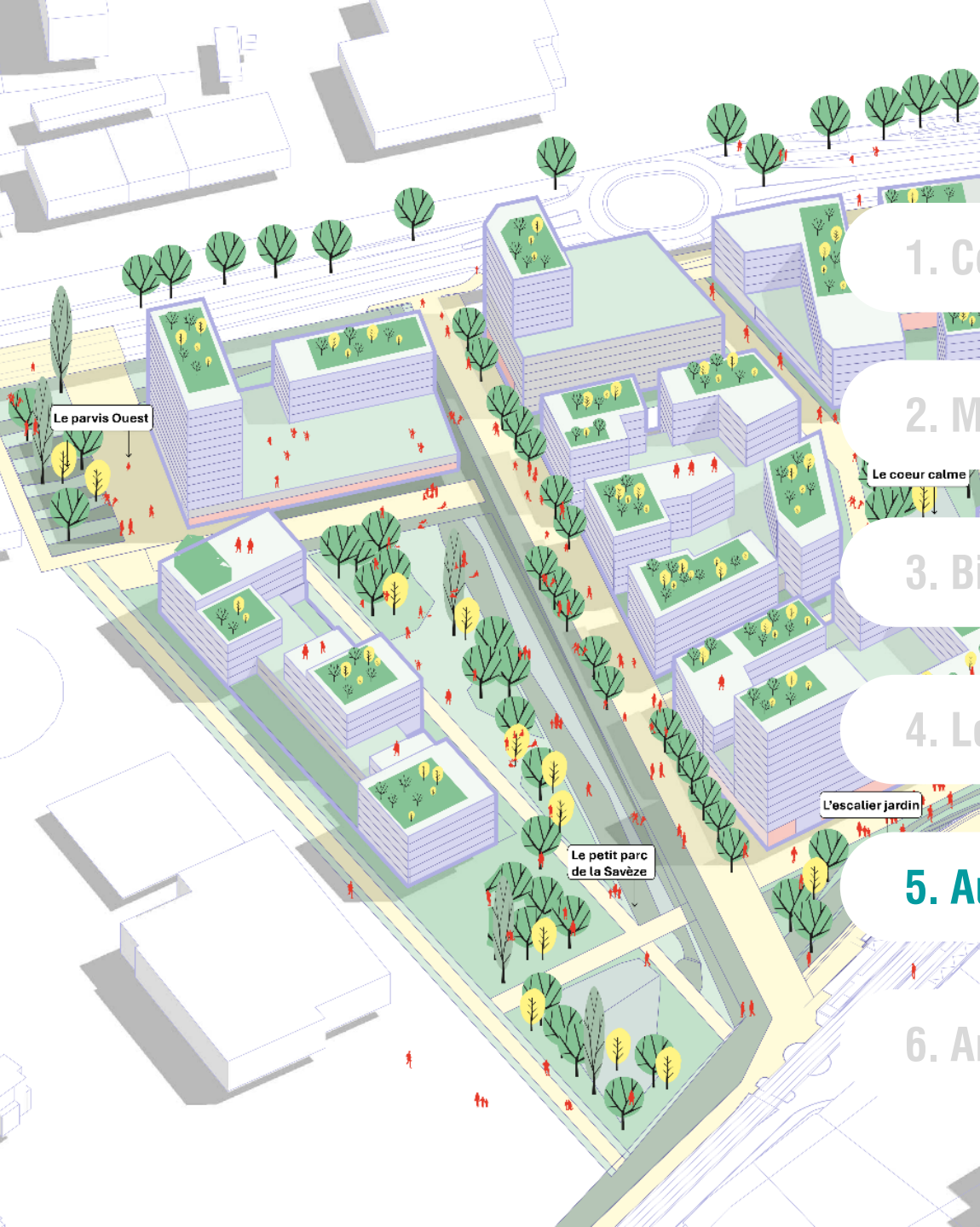
2. Méthodologie d'évaluation des émissions GES

3. Bilan GES de référence

4. Leviers de réduction de l'impact carbone

5. Autres leviers mobilisables

6. Annexes



Autres leviers mobilisables

Méthodologie

Cette étude a permis de faire émerger des **pistes d'action et préconisations permettant de réduire l'impact carbone** de l'opération portant sur l'opération du Sillon de Saint-Herblain.

Les pistes d'actions déjà prises en compte dans la présente étude ne sont pas reproposées telles quelles dans les pages suivantes.

Le bilan GES constituera un réel appui lors des **échanges avec les promoteurs et bailleurs** en phase conception afin de les **challenger** sur la thématique de décarbonation de leurs opérations.

Evaluation des leviers supplémentaires :

Le tableau ci-après comprend plusieurs colonnes synthétisant les leviers supplémentaires :

- La colonne "Phase" : Renseigne la **phase sur laquelle la mesure impactera la réduction des émissions de GES**
- La colonne « Impact carbone » : Les mesures pour **limiter les émissions de GES** du projet sont évaluées selon **3 niveaux**
 - C1 : Impact carbone faible
 - C2 : Impact carbone modéré
 - C3 : Impact carbone fort
- La colonne « Impact économique » : Les mesures pour **limiter les émissions de GES** du projet sont évaluées selon **3 niveaux**
 - + : Impact économique faible
 - ++ : Impact économique modéré
 - +++ : Impact économique important

Autres leviers mobilisables

Chantier

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
A – S	Mettre en place une charte « chantier à faibles nuisances » formulant des exigences en matière de réduction des consommations en eau et énergie, de gestion optimale des déchets de chantier, d'évitement des pollutions et des nuisances et de réduction de l'empreinte carbone	Chantier	C1	+	Aménageur
A – S	Sensibiliser les équipes travaux à réduire dans la mesure du possible les diverses nuisances du chantier et garantir sa bonne tenue	Chantier	C1	+	Aménageur
E – R	Maximiser la valorisation et le réemploi des déchets de démolition in-situ	Chantier	C3	++	Aménageur
E – R	Imposer 50 % minimum de valorisation matière pour la valorisation des déchets	Chantier	C2	++	Aménageur
E – R	Optimiser le transport des marchandises et des déchets pour limiter les déplacements des poids lourds de chantier. Privilégier la filière sèche et la préfabrication.	Chantier	C2	+	Aménageur / promoteur

Autres leviers mobilisables

Énergie

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
Alimentation et systèmes énergétiques					
E - R	Imposer la mise en œuvre de systèmes de récupération de chaleur sur eaux usées type powerpipe dans les immeubles collectifs	Exploitation	C2	++	Aménageur
E - R	Mettre en œuvre des ventilations double-flux dans tous les bâtiments	Exploitation	C2	++	Promoteur / Bailleur

Autres leviers mobilisables

Bioclimatisme

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
E - R	Maximiser les surfaces vitrées à double vitrage à minima en intégrant des protections solaires pour éviter le phénomène de surchauffe et par extension l'utilisation de solution de rafraichissement énergivore	Exploitation	C2	++	Promoteur / Bailleur
E - R	Favoriser la ventilation naturelle (logements bi-orientés et traversants)	Exploitation	C1	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Mettre en œuvre une ITE	Exploitation	C2	++	Promoteur / Bailleur

Autres leviers mobilisables

Maîtrise des consommations

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
E - R	Favoriser l'apport de lumière naturelle dans tous les logements	Exploitation	C3	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Mettre en place des dispositifs hydro-économes et performants dans tous les logements	Exploitation	C1	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Mettre en œuvre des dispositifs de suivi des consommations (eau froide, eau chaude sanitaire et électricité)	Exploitation	C2	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Mettre en place des systèmes de régulation de l'éclairage sur les parties communes internes et externes des lots privés (faisceaux orientés vers le bas, limitation du nombre de lampadaire, détecteurs crépusculaires, horaires d'éclairage, etc.).	Exploitation	C2	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Eclairer naturellement les parties communes (circulations locaux techniques).	Exploitation	C2	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Mettre en place des systèmes régulation de l'éclairage public (faisceaux orientés vers le bas, limitation du nombre de lampadaire, détecteurs crépusculaires, horaires d'éclairage, etc..)	Exploitation	C2	+	Aménageur

Autres leviers mobilisables

Modes constructifs et matériaux

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
E – R	Viser le seuil $I_{c_{construction}}$ supérieur au seuil RE2028	Chantier	C3	+++	Promoteur / Bailleur
E – R	Favoriser la valorisation in situ des terres issues des excavations	Chantier	C3	++	Promoteur / Bailleur
E - R	Intégrer des équipements réemployés à hauteur d'un minimum de 5% en masse dans les éléments d'aménagement intérieurs	Chantier	C3	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Mettre en œuvre du béton bas carbone en fondation et infrastructures	Chantier	C2	++	Promoteur
E – R	Proscrire l'utilisation de PVC	Chantier	C2	++	Promoteur / Bailleur

Autres leviers mobilisables

Déplacements

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
E - R	Rendre le quartier 100% cyclable par l'aménagement de pistes cyclables et la mise en place de zones de partage	Exploitation	C2	+	Aménageur
E – R	Intégrer des aménagements favorisant l'intermodalité	Exploitation	C2	+	Aménageur
E - R	Proposer dans chaque hall d'immeuble des locaux vélos qualitatifs, correctement dimensionnés et équipés, éclairés et/ou ventilés naturellement	Exploitation	C2	++	Promoteur / Bailleur
E – R	Proposer des services annexes donnant aux habitants un accès facilité à des modes doux ou décarbonés (vélo électrique, voiture électrique partagé, etc.)	Exploitation	C3	+++	Aménageur / promoteur / bailleur
E - R	Sensibiliser les habitants à l'usage des modes doux : atelier d'apprentissage du vélo, atelier de réparation, etc.	Exploitation	C2	+	Territoire / Ville

Autres leviers mobilisables

Gestion des eaux pluviales à ciel ouvert et déchets

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
Gestion des eaux pluviales à ciel ouvert					
E - R	Gérer les pluies courantes à la parcelle (zéro rejet) via des dispositifs à ciel ouvert	Chantier	C2	++	Aménageur / promoteur
E – R	Réutiliser les eaux pluviales pour l’arrosage des espaces extérieurs et le nettoyage des communs	Exploitation	C1	++	Promoteur
E - R	Mettre en œuvre des dispositifs de récupération des eaux pluviales en vue d’alimenter des sanitaires	Exploitation	C1	++	Promoteur
Déchets					
E - R	Rendre possible le compostage sur la totalité du quartier	Exploitation	C2	+	Promoteur
E – R	Intégrer des bacs à compost pour la gestion des espaces verts des lots privés	Exploitation	C2	+	Promoteur
E - R	Intégrer des bacs à compost pour la gestion des espaces verts des lots publics	Exploitation	C2	+	Aménageur

Autres leviers mobilisables

Végétalisation

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
E – R	Maximiser les espaces verts plantés	Chantier	C2	+	Aménageur / promoteur
E - R	Limitier la minéralisation des espaces publics et privés (utiliser des matériaux perméables ou semi-perméables)	Chantier	C2	+	Aménageur / promoteur
E – R	Mettre en place une gestion des espaces verts respectueuse de l'environnement (gestion différenciée, fauche tardive, etc.)	Exploitation	C2	+	Aménageur / promoteur

Autres leviers mobilisables

Accompagnement

Type de mesures	Mesures ERC-AS liées au bilan GES	Phase	Impact carbone	Impact économique	Acteur concerné
E – R	Mettre en place une formation au compostage pendant un an minimum	Exploitation	C2	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Sensibiliser les usagers du site aux comportements éco-responsables, notamment le tri des déchets	Exploitation	C3	+	Aménageur / promoteur
E - R	Mettre en œuvre des moyens de suivi des consommations et proposer des solutions de coaching énergétiques aux nouveaux habitants pour les accompagner dans la réduction de leurs consommations énergétiques	Exploitation	C2	+	Promoteur / Bailleur
E - R	Sensibiliser et former les services de gestion des espaces extérieurs privés à une gestion raisonnée des espaces verts et au compostage des déchets verts	Exploitation	C2	+	Aménageur
E - R	Sensibiliser et former les services de gestion des espaces publics à une gestion raisonnée des espaces verts et au compostage des déchets verts	Exploitation	C3	+	Promoteur

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation des émissions GES

3. Bilan GES de référence

4. Leviers de réduction de l'impact carbone

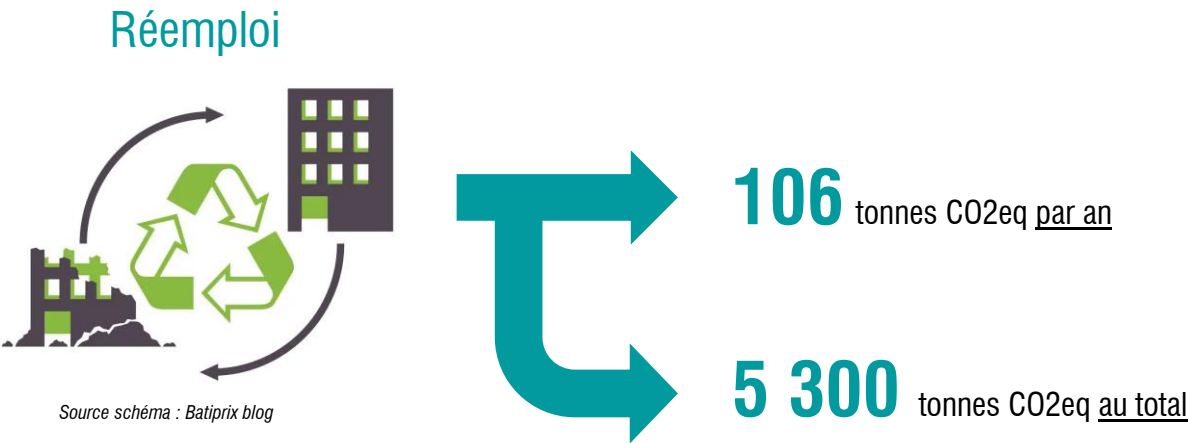
5. Autres leviers mobilisables

6. Annexes



Annexe 3

Note sur le réemploi – Pourquoi cette note ?



Sous-poste	Taux de réemploi simulé
Chauffage ventilation climatisation	15%
Revêtement des sols - murs et plafonds - chape - peintures - produits décoration	8%
Superstructure - maçonnerie	5%
Réseaux d'énergie (courant fort)	
Fondations et infrastructure	
Façades et menuiseries extérieures	15%
Cloisonnement - doublage - plafonds suspendus - menuiseries intérieures	8%
Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	
Espaces extérieurs	
Installations sanitaires	5%
Couverture - étanchéité - charpente - zinguerie	5%
Réseaux de communication (courant faible)	

L'étude d'analyse de cycle de vie détaillée dans le présent rapport a mis en avant l'**efficacité du réemploi** dans un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre du projet.

Avec les **taux ambitieux** simulés, décrits dans le tableau ci-contre, le réemploi apparaît comme un des **leviers majeurs** de décarbonation du quartier, permettant de réduire de **106 tonnes** de CO2eq par an les émissions, soit près de **5 300 tonnes** évitées au total.

L'efficacité potentielle de ce levier a mis en avant le besoin de plus de détails sur les tenants et aboutissants du réemploi. La note présentée en annexe de ce rapport vise donc à fournir des informations sur cette thématique : Pourquoi ? Qui ? Quoi ? Comment ? Combien ?

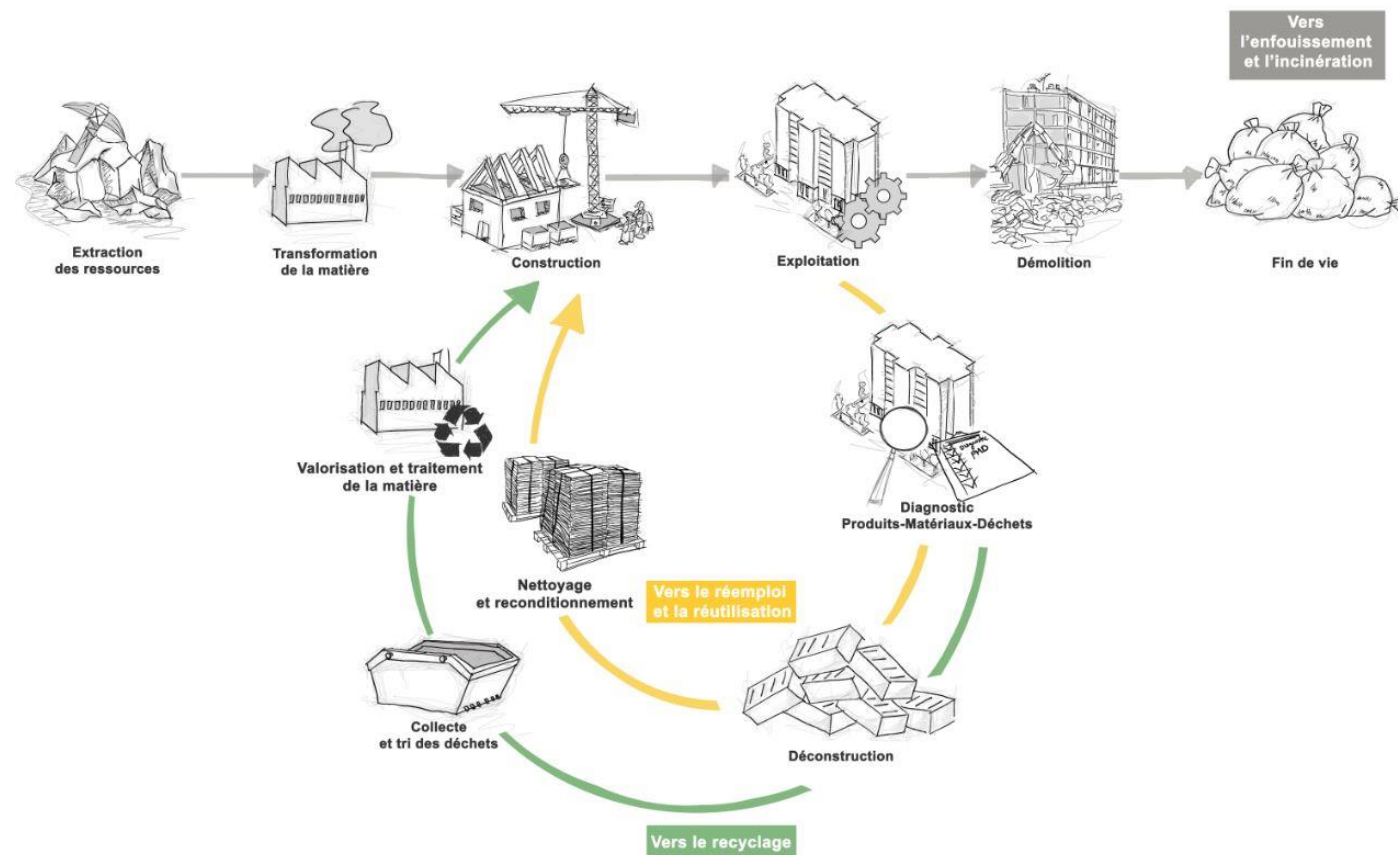
NB : L'ensemble des sources notées dans le rapport constitue un point de départ pour mieux appréhender les enjeux et les atouts du réemploi.

Les problématiques principales (coût, logistique, ...) y sont abordées.

De nombreux exemples de projets ayant mis en œuvre du réemploi y sont également listés et détaillés.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Définitions



Source schéma : cycle-up.fr

Sources :

- Quelle est la différence entre réemploi, réutilisation et recyclage ? Site.cycle-up.fr

Le réemploi est une des composantes de l'**économie circulaire**. L'objectif est de sortir d'une économie linéaire, allant de l'extraction des ressources vers un enfouissement ou une incinération, en **réemployant, réutilisant, recyclant** les matières.

Réemploi, réutilisation et recyclage sont donc trois procédés inclus dans l'économie circulaire, souvent **mal dissociés**.

Le **réemploi** est une opération visant à utiliser à nouveau des biens avant qu'ils ne soient des déchets. Pour le réemploi, il n'y a pas de changement dans l'usage : **une porte reste une porte**.

La **réutilisation** consiste à utiliser à nouveau un déchet, souvent en modifiant son usage initial : **une porte devient une table**.

Le **recyclage** est un processus dans lequel on utilise la matière première d'un déchet afin de fabriquer un nouvel objet : **une porte devient du bois à brûler**.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Bénéfices



Donner une seconde
vie aux matériaux
encore viables



Préserver les ressources
naturelle



Eviter d'extraire des
matières premières



Eviter le traitement
des déchets de
construction



Relocaliser la
construction et ses
métiers



Créer des emplois
d'avenir



Valoriser les savoir-faire
artisansaux



Stimuler la créativité

Source schéma : mineka.fr

Le réemploi présente de **nombreux bénéfices** environnementaux, économiques et sociaux.

Au niveau environnemental, le réemploi **limite l'utilisation de ressources épuisables**, **diminue l'empreinte carbone** des matériaux en augmentant leur durée de vie et en limitant les émissions liées au traitement des déchets. Couplé à une démarche locale, le réemploi permet également de **développer des filières de proximité** tout en diminuant les émissions de GES liées au transport.

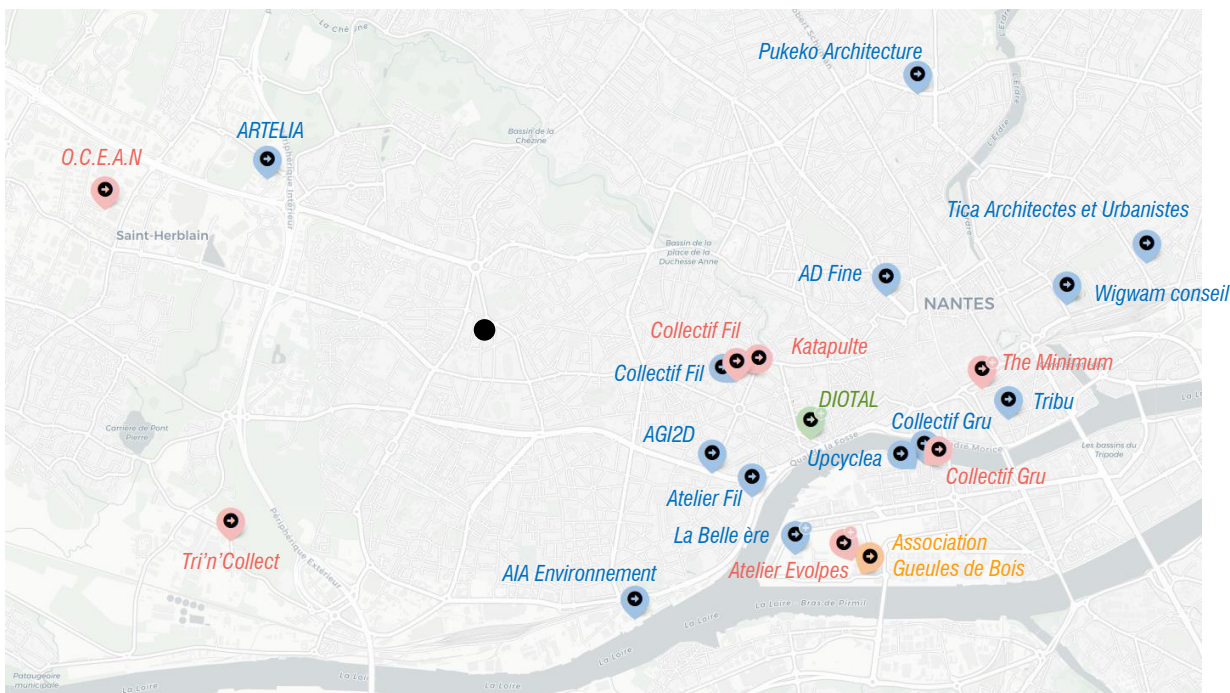
D'un point de vue social, le réemploi permet de **dynamiser les filières d'emploi local** et de donner au projet une image positive, notamment auprès des riverains.

Au niveau économique, le réemploi peut enrichir la valeur patrimoniale d'un bâtiment, **profiter de coûts attractifs** et de diminution des coûts liés au transport de matériaux ou encore avoir accès à des matériaux de **qualité supérieure** en comparaison avec d'autres matériaux neufs.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Acteurs

Carte des acteurs du réemploi autour de Nantes



➡ CONCEPTEURS

➡ CONSTRUCTEURS

➡ VENDEURS

➡ FORMATIONS

➡ AUTRES

Sources :

- [Dossier] Le réemploi des matériaux de construction – Ekopolis
- Carte des acteurs du réemploi – matériauxreemploi.com

Le réemploi présente s'organise autour d'un **ensemble d'acteurs** permettant sa mise en œuvre dans les projets de construction.

La **maîtrise d'ouvrage** a pour mission définir les **objectifs** de réemploi avec l'appui de la maîtrise d'œuvre et d'un expert réemploi. Ces objectifs se retrouvent ainsi dans les **CPAUPE** ou dans les **fiches de lot**.

La **maîtrise d'œuvre** doit **concevoir et faire évoluer son projet** avec la prise en compte de l'économie circulaire mais aussi orienter la maîtrise d'ouvrage sur comment inclure du réemploi dans le projet.

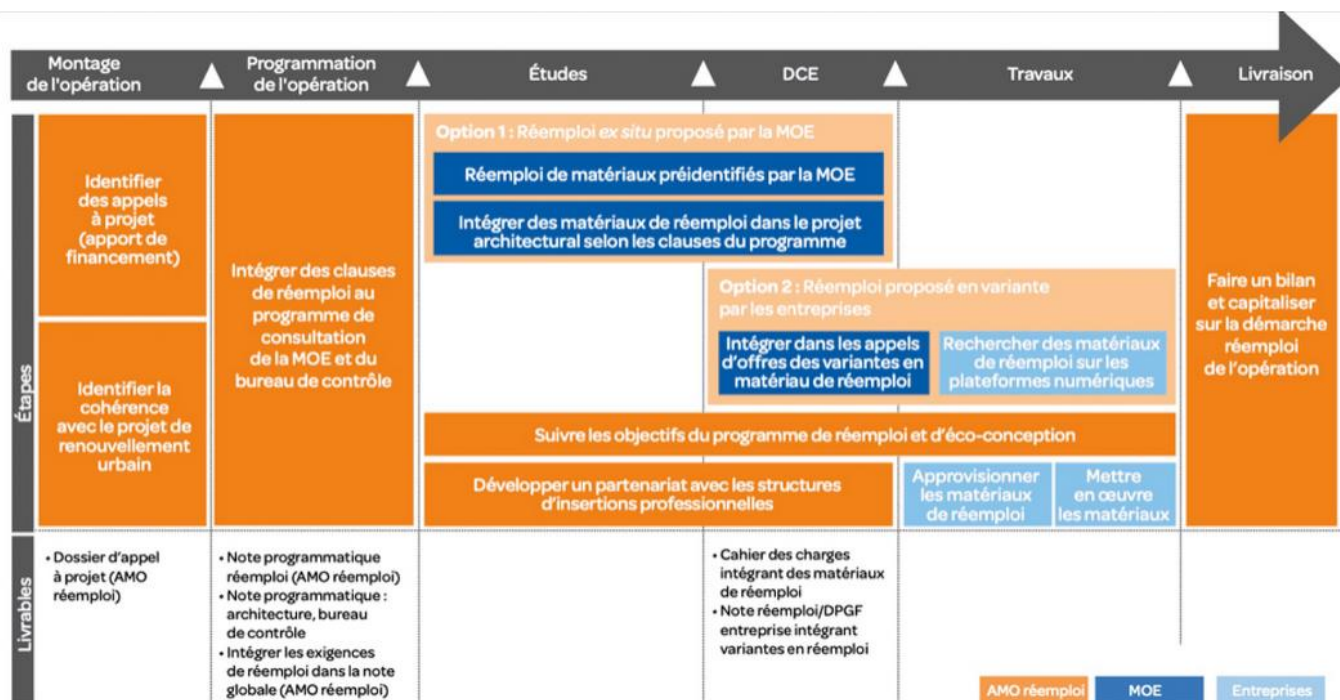
L'**expert réemploi**, souvent issu d'un bureau d'étude, contribue au projet en guidant la maîtrise d'ouvrage en réalisant des **études** de type diagnostic ressource, en **accompagnant** la réalisation du CPAUPE et des fiches de lot et en menant des études de faisabilité.

Les **entreprises de travaux** doivent s'ancrer dans le projet en **adaptant leur approvisionnement** en matériaux et en **organisant le chantier** d'une manière adéquate.

Enfin, des **plateformes de réemploi** recensent les offres en matière de matériaux et assurent un **cadre contractuel** à l'échange de matériaux entre deux projets.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Déroulé



Sources :

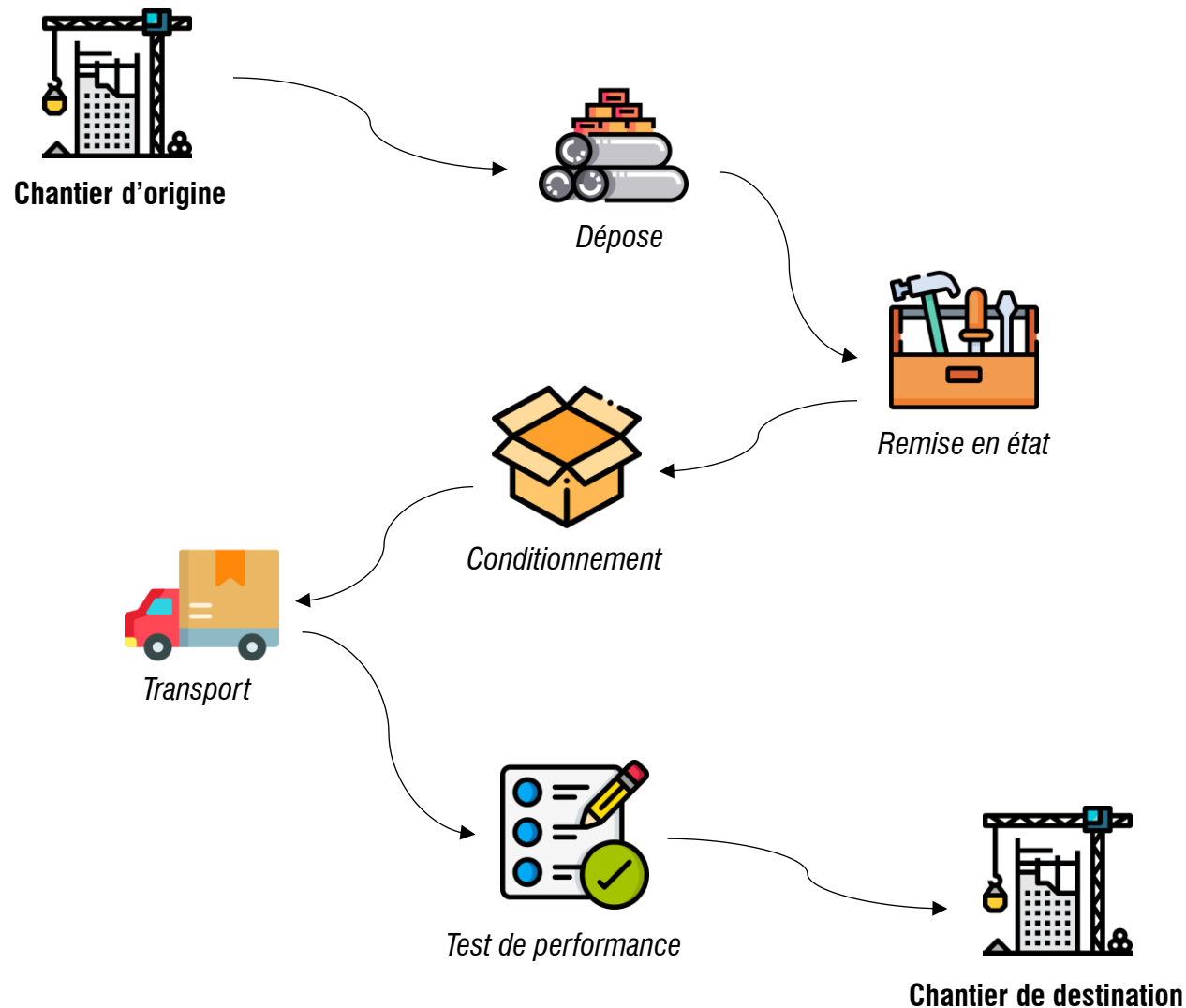
- L'économie circulaire dans les quartiers en renouvellement urbain - ANRU

Le réemploi est un processus nécessitant une **organisation et un calendrier spécifiques** qui fait intervenir les différents acteurs décrits précédemment.

Depuis le montage de l'opération jusqu'à la livraison, des étapes et jalons sont indispensables pour **mettre en œuvre de manière efficace du réemploi** dans l'opération.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Gestion des matériaux



Sources :

- [Dossier] Le réemploi des matériaux de construction – Ekopolis

La mise à disposition de matériaux de réemploi pour une opération de construction nécessite **une suite d'étapes** afin de préparer ces derniers.

La **dépose** est un moment important nécessitant une forte **précaution** pour éviter d'abîmer les matériaux. Des préconisations peuvent être issues des études liées au réemploi.

Le **stockage** des matériaux doit permettre de protéger ces derniers des intempéries et des vols. Il peut se faire sur le lieu d'extraction, le chantier de réception ou encore sur une plateforme de réemploi.

La **remise en état** des matériaux est indispensable : contrôler, trier, nettoyer, réparer, traiter, étiqueter, protéger sont autant d'actions nécessaires au réemploi. Le coût des actions varie en fonction des matériaux réemployés et de leur état.

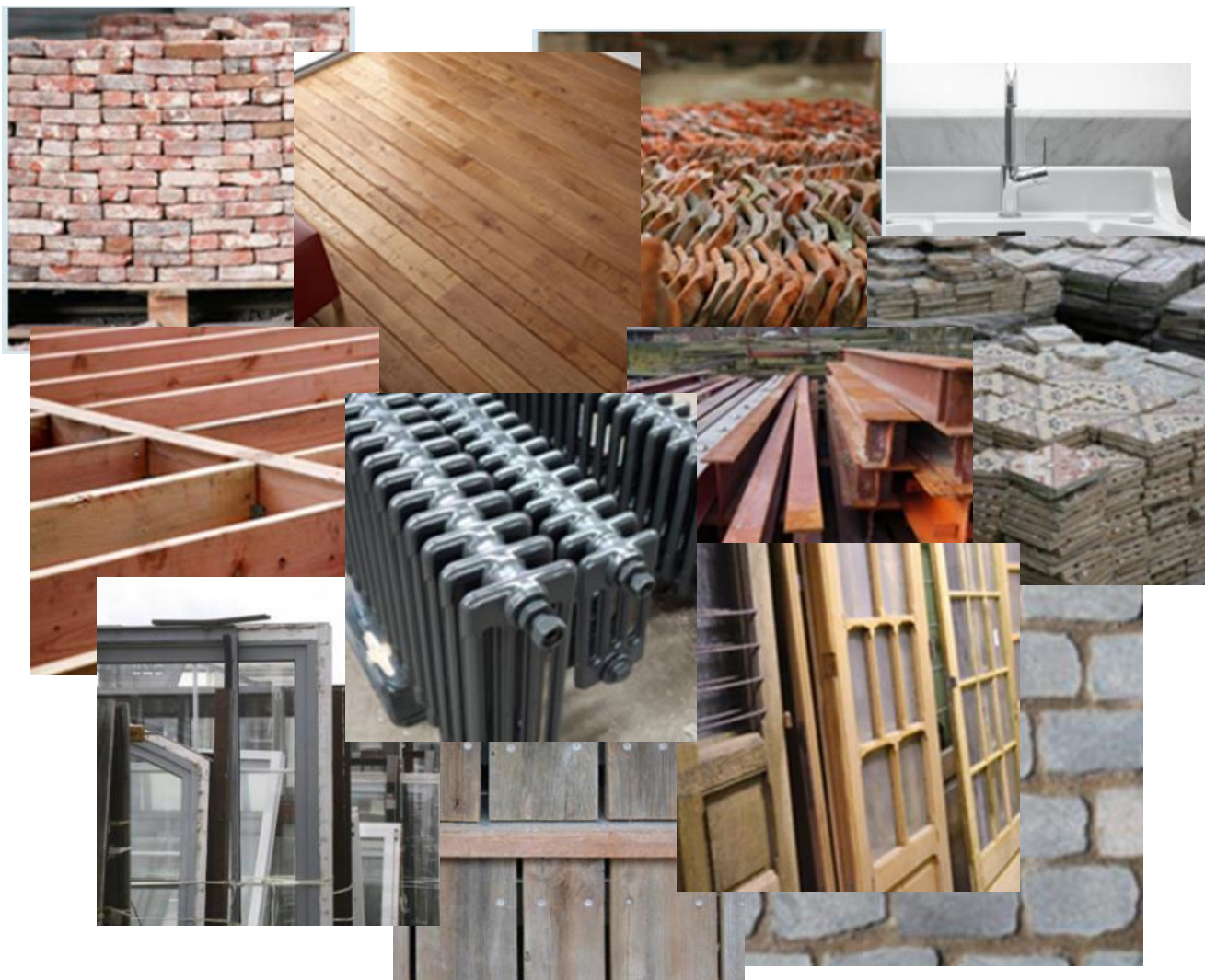
Le **conditionnement** consiste en l'emballage des produits pour faciliter leur transport.

Le **transport** doit se faire dans une optique de précaution pour éviter la dégradation des matériaux. Le réemploi se couplant régulièrement avec un aspect local, les distances sont souvent limitées.

Le **test de performance** des matériaux est une étape cruciale visant à vérifier la performance de ces derniers. Un bureau de contrôle évalue et valide les matériaux. Les tests sont plus ou moins complexes et dépendent des matériaux réemployés (voir dossier Ekopolis).

Annexe 3

Note sur le réemploi – Matériaux réemployables



Sources :

- Guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction - Interreg
- [Dossier] Le réemploi des matériaux de construction – Ekopolis

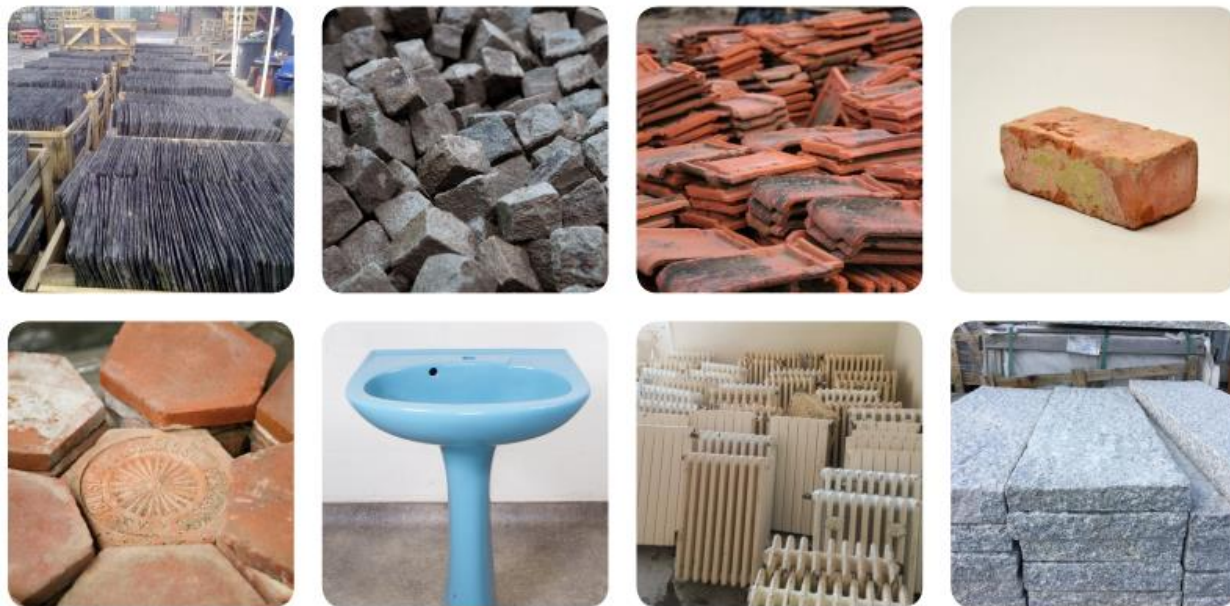
Les retours d'expériences de divers projets permettent de mettre en avant des produits couramment récupérés. Le guide produit par Interreg les liste et fournit également les obstacles courants à la récupération.

Les matériaux fréquemment réemployés sont les suivants :

- Briques pleines
- Tuiles et ardoises
- Planchers et parquets
- Poutres et bois d'ossature
- Bardages
- Carreaux de sol et murs
- Structure en acier
- Portes
- Châssis de fenêtre à double vitrage
- Radiateurs en fonte
- Luminaires
- Equipements sanitaires
- Seuils, marches, moellons et dallages en pierre
- Eléments de voiries : pavés et bordures en pierre, dalles en béton
- Antiquités et ouvrages architecturaux
- Installations techniques
- Faux-planchers techniques et leurs systèmes de support
- Rouleaux ou panneaux d'isolation
- Structures entières de bâtiments ou entités spécifiques
- Poteaux, garde-corps

Annexe 3

Note sur le réemploi – Matériaux réemployables



Source image : fonds-europeens.public.lu

Sources :

- Equation économique du réemploi dans le bâtiment - IFPEB

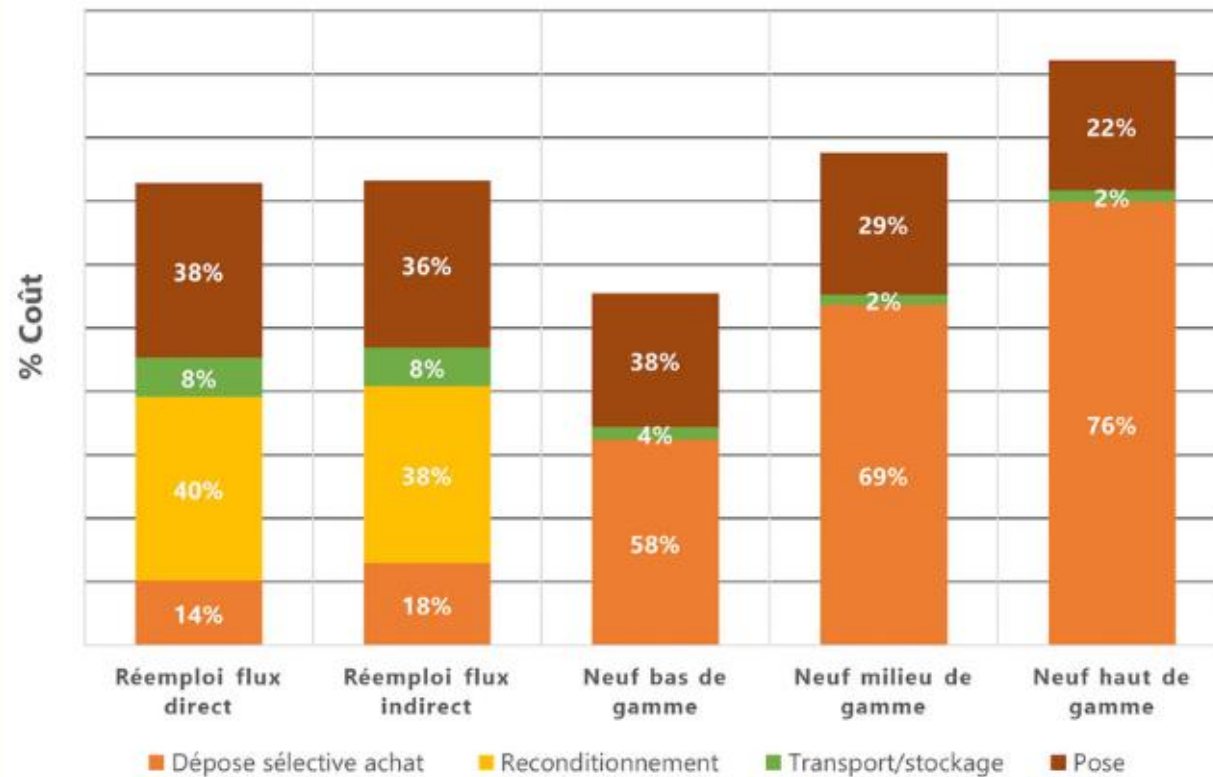
Tous les matériaux et produits listés précédemment n'engendrent pas les mêmes contraintes techniques. On peut ainsi mettre en avant des produits plus facilement réemployables :

- Les produits sans contraintes assurantielles
 - WC (vaisselle)
 - Chemin de câble
 - Lavabo
 - Bloc porte / portes sans contrainte feu ou acoustique
- Les produits avec filières structurées
 - Luminaires (sport, réglottes)
 - Disjoncteur principal / TGBT
 - Moquette
 - Plancher surélevé
 - Brique (filière européenne)

Annexe 3

Note sur le réemploi – Coûts

Décomposition détaillée du coût du réemploi direct et indirect vs neuf en fonction des niveau de gammes – moyenne des 21 familles étudiées



L'institut Français pour la Performance du bâtiment (IFPEB) dans son rapport sur l'équation économique du bâtiment publié en 2023 indique que le coût moyen du réemploi est de -5% par rapport à un produit neuf.

Si le prix est donc similaire au neuf, le surcoût du réemploi intervient donc dans les études préalables pour sa mise en œuvre.

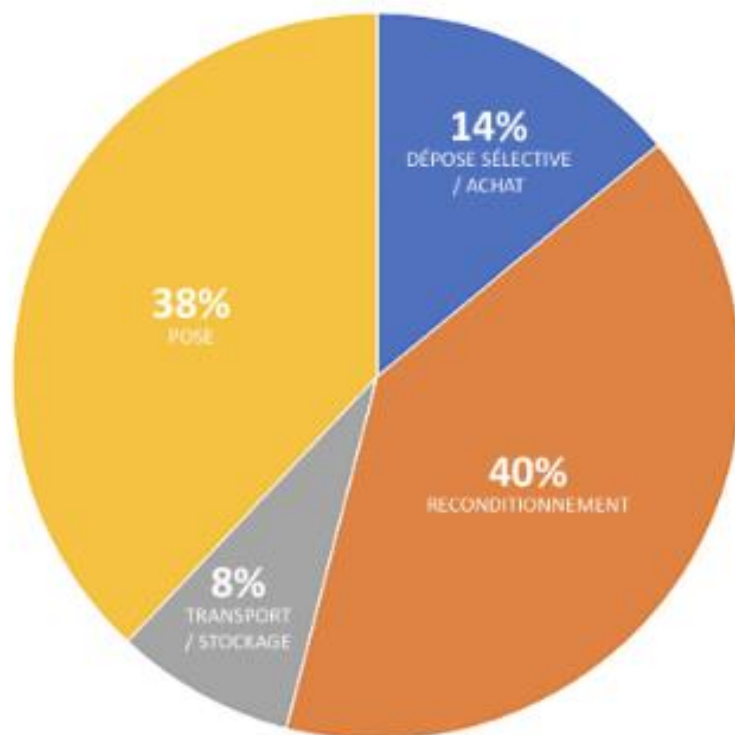
Cet écart de prix n'est cependant pas homogène si l'on considère la gamme des produits. Ainsi, les produits bas de gamme coûtent en moyenne +13% par rapport à un produit neuf (hormis pour certains produits : BAES, chemins de câble, lavabos, réglettes, robinetteries sanitaires et mitigeurs). Les produits hauts de gamme de réemploi sont, en revanche 43% moins cher que les produits neufs. (avec des exceptions comme les briques pleines ou les charpentes bois ossature bois).

Ainsi, le coût des matériaux, qui prend en compte la dépose, le stockage, le transport et la pose, est similaire voire inférieur au coût de produits neufs.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Coûts

Décomposition détaillée du coût du réemploi
moyenne des 21 familles étudiées



Sources :

- Equation économique du réemploi dans le bâtiment – IFPEB
- [Dossier] Le réemploi des matériaux de construction – Ekopolis

En décomposant le coût moyen du réemploi, il apparaît que les deux postes les plus coûteux sont la pose (38%) et le reconditionnement des produits (40%).

Ces deux postes de dépenses sont donc ceux pour lesquels des leviers de réduction du coût sont les plus efficaces. Plusieurs pistes de leviers d'action existent :

- S'assurer de la traçabilité des matériaux pour démontrer leur performance
- Anticiper au maximum les tests et essais en discutant au plus tôt avec le contrôleur technique
- Intégrer le réemploi dans le planning (reconditionnement, zones de stockage, ...)
- Identifier et impliquer les bons acteurs au bon moment
- Réaliser des gains d'échelle en mettant en place du réemploi dans des proportions importantes
- Privilégier des sources de réemploi locales
- Décrire précisément les domaines de réemploi dans le diagnostic ressource pour rassurer les entreprises de travaux et éviter des surcoûts lors de la pose
- Prévoir dans le marché de l'entreprise de pose l'enlèvement des surplus éventuels

Annexe 3

Note sur le réemploi – Intégration de prescriptions

Objectif	Spécifique	Ouvert
Qualitatif	« Intégrer tel matériau de réemploi pour telle partie du projet. »	« Privilégier le réemploi des matériaux dès que faire se peut. »
Quantitatif	« Intégrer au moins X % de tel ou tel matériau de réemploi pour tel ou tel poste du projet. »	« Intégrer au moins X % de matériaux de réemploi, tous postes confondus. »

L'inscription dans les documents cadres de la ZAC (CPAUPE, fiches de lot) des objectifs de réemploi est une étape cruciale car elle concrétise les études réalisées en amont.

Pour se faire, la maîtrise d'ouvrage peut être accompagnée d'un expert réemploi qui peut orienter les prescriptions en tenant compte des enjeux environnementaux, techniques, réglementaires et financiers.

Les orientations peuvent être spécifiques (sur des lots précis par exemple) ou plus ouvertes (sur n'importe quel poste). Les prescriptions qualitatives permettent de laisser une marge de manœuvre aux aménageurs en les invitant à s'emparer de la question, mais induisent un risque de ne pas atteindre d'objectifs ambitieux. Le quantitatif, quant à lui, fixe des seuils et laisse moins de liberté aux aménageurs.

Annexe 3

Note sur le réemploi – Liens des sources

- *Quelle est la différence entre réemploi, réutilisation et recyclage ? Site.cycle-up.fr*
<https://site.cycle-up.fr/notre-univers-du-reemploi/bonnes-pratiques/quelle-est-la-difference-entre-reemploi-reutilisation-et-recyclage/>
- *[Dossier] Le réemploi des matériaux de construction – Ekopolis*
<https://www.ekopolis.fr/le-reemploi-de-materiaux-de-construction#5.4>
- *Carte des acteurs du réemploi – materiauxreemploi.com*
<https://carte-des-acteurs-du-reemploi.gogocarto.fr/annuaire#/carte>
- *L'économie circulaire dans les quartiers en renouvellement urbain - ANRU*
https://www.anru.fr/sites/default/files/media/downloads/carnets-innovation_economie-circulaire-quartiers_0.pdf
- *Guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction - Interreg*
https://www.ekopolis.fr/sites/default/files/2023-04/2020-FCRBE_identificationpotentiedereemploi-vpreliminaire%20%281%29.pdf
- *Equation économique du réemploi dans le bâtiment - IFPEB*
https://www.ifpeb.fr/wp-content/uploads/2024/01/1-Etude-IFPEB-cout-du-reemploi_Enseignements-cles-de-letude.pdf
- *Intégrer le réemploi dans les projets de grande échelle et les marchés publics – Interreg / Bellastock*
https://vb.nweurope.eu/media/15834/wpt3_d_2_2_strategies-de-prescription_integrer-le-r%C3%A9emploi.pdf

RENDRE POSSIBLE LA TRANSFORMATION DE NOTRE SOCIÉTÉ POUR **PRÉSERVER LA PLANÈTE**

