

# Ecoconception et économie circulaire à l'échelle d'un projet urbain

---

Recommandations à l'usage des  
maîtres d'ouvrages

---



CLÉS POUR AGIR

Fév  
2021

# REMERCIEMENTS

Anne Lefranc (ADEME)  
Adelaïde Feraille (ENPC)  
Anita Ravlic (Ville de Paris)  
Mathieu Bartholus (Ville de Paris)  
Aurélien Furet (MOBIUS)  
Noé Bash (MOBIUS)  
Pyrène Larey-Lassalle (Nobatek)  
Sylvie Labarthe (Ville de Paris)  
Marie-Pierre Padovani (Ville de Paris)  
Cédissia About De Chastenet (Ville de Paris)  
Emmanuelle Lagadec (Ville de Paris)  
Isabelle Lardin (Ville de Paris)  
Ghislain Mercier (P&A)  
Maxime Pousse (Elys conseil)  
David Canal (ADEME)

## CITATION DE CE RAPPORT

Roux C., Peuportier B., Saadé M., 2020. PULSE-PARIS - Ecoconception des projets urbains et économie circulaire : Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages. 22 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

### Ce document est diffusé par l'ADEME

#### ADEME

20, avenue du Grésillé  
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat :1717C0001

Projet de recherche coordonné par : Charlotte Roux (EIVP)  
Appel à projet de recherche : MODEVAL-URBA 2017

Coordination technique - ADEME : Anne Lefranc  
Direction/Service : DAAT/PAVT

# SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>6</b>
<b>2. POURQUOI UTILISER LES OUTILS D'ECOCONCEPTION BASES SUR L'ACV</b> .....	<b>9</b>
2.1. Introduction .....	9
2.2. L'ACV et les autres outils d'évaluation environnementale des bâtiments et quartiers	9
2.3. Utiliser l'ACV : Pour avoir une évaluation quantifiée objective des performances environnementales d'un projet .....	10
2.4. Utiliser l'ACV : Pour éviter les déplacements de pollutions dans le temps et l'espace	11
2.5. Utiliser l'ACV : Pour éviter de remplacer un problème environnemental par un autre	12
2.6. Utiliser l'ACV : Pour comparer et prioriser les actions à mener .....	14
<b>3. QUAND UTILISER LES OUTILS D'ECOCONCEPTION?</b> .....	<b>15</b>
3.1. Introduction .....	15
3.2. En amont des projets .....	15
3.3. Le plus tôt possible au début d'un projet .....	16
3.4. En suivi au cours du projet .....	16
3.5. A la fin du projet .....	17
<b>4. COMMENT UTILISER LES OUTILS D'ECOCONCEPTION ?</b> .....	<b>18</b>
4.1. Introduction .....	18
4.2. Définir une méthodologie adaptée .....	18
4.2.1. Spécificités de l'application de l'ACV au parc bâti .....	18
4.2.2. Cadrage de l'étude : objectif et périmètre associé .....	18
4.2.3. Parc bâti et prise en compte des aspects temporels .....	19
4.2.4. Ecoconception et prise en compte d'effets systémiques .....	20
4.2.5. Prise en compte des aspects prospectifs .....	22
4.3. Discuter les paramètres clés : l'enjeu des études de sensibilités .....	22
4.4. Indicateurs ACV et indicateurs de circularité .....	23
4.5. Réglementation et écoconception : différences et complémentarité .....	24
4.6. Interprétation des résultats d'ACV .....	25
<b>5. CONCLUSION</b> .....	<b>28</b>
<b>6. POUR ALLER PLUS LOIN</b> .....	<b>28</b>

## RÉSUMÉ

Le projet PULSE-PARIS « Ecoconception des projets urbains et lien avec la Stratégie économie circulaire de Paris », lauréat de l'appel à projet « Modélisation et évaluation au service des acteurs des territoires et des villes de demain » de l'ADEME (2017), vise l'application concrète de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) pour l'évaluation de l'économie circulaire des projets d'aménagement.

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, l'analyse de cycle de vie a été utilisée pour évaluer des pratiques d'économie circulaire sur un cas d'étude pilote : la requalification de l'hôpital Saint Vincent de Paul, à Paris 14e. Les enseignements de ce projet, des échanges avec les parties prenantes, notamment avec la ville de Paris, les leçons tirées de l'étude de cas et de la littérature scientifique sont synthétisées dans le présent document à destination des maîtres d'ouvrage.

**L'objectif de ce document est de fournir des recommandations afin de les aider à améliorer les performances environnementales des projets urbains en mobilisant de façon efficace les outils d'écoconception basés sur l'ACV.**

Le document se découpe en trois grandes parties, illustrées par des focus sur les résultats obtenus dans le cadre du projet PULSE-PARIS :

- Pourquoi utiliser les outils d'écoconception ?
- Quand les utiliser ?
- Comment les utiliser/mobiliser dans le cadre des projets urbains ?

Les maîtres d'ouvrage, qu'ils soient publics ou privés, ont un rôle moteur et fédérateur dans le développement des pratiques vertueuses en permettant le dialogue entre les acteurs (grands groupes, ESS, acteurs publics, Eco-organisme, etc.) et la structuration des filières, notamment sur le réemploi.

Les recommandations présentées ici leur permettent d'aborder les questions de performances environnementales et d'économie circulaire dans un contexte de foisonnement des définitions, des pratiques et des outils. Elles accompagnent la nécessaire montée en compétence des maîtres d'ouvrage sur ces sujets complexes. Si les grandes collectivités ou acteurs privés peuvent faire le choix de spécialiser certains de leurs agents sur ces thématiques (référents), l'enjeu est plus complexe pour les petites collectivités ou acteurs privés.

## ABSTRACT

The PULSE-PARIS research project (Urban project eco-design in conjunction with the City strategic plan regarding circular economy) aims at evaluate circular economy practices through the use of LCA-based tools.

In this framework, life cycle assessment has been performed to evaluate circular economy practices at the scale of an urban project eco-design. The case study is the retrofit of the ancient hospital of Saint Vincent de Paul, located in Paris city center. Lessons learnt from the scientific literature, from the case study, from stakeholder discussions are summarized in this document intended for urban planning authorities and decision makers.

This document provides recommendation and guidelines to help them act on the field to improve environmental performances of urban projects using effectively LCA-based eco-design tools.

It is organized in three sections:

- Why using eco-design tools?
- When ?
- How ?

Urban planning authorities and decision makers, collectivities, are important drivers and federating forces to spread good practices, facilitating exchanges between field actors, helping to structure new value chain for reuse for instance.

Recommendations listed here help them to serenely act on this complex questions about circular economy and environmental performance of project. They highlight the need for skill improvement of field actors on this theme.

# 1. Introduction

---

Dans un contexte de profonde crise environnementale, la notion d'Economie Circulaire (EC) connaît depuis une dizaine d'années une forte popularité dans le débat sur le développement durable, et spécialement dans les préoccupations des acteurs en charge de la gestion des villes. Cependant, le concept n'est pas encore stabilisé et demeure ambigu. Plusieurs définitions circulent mais aucune ne fait consensus. Ajoutant à la confusion, le terme EC est souvent associé à celui d'économie collaborative, sociale et solidaire. Alors qu'un nombre grandissant de pratiques dans le secteur du bâtiment se réclame de l'économie circulaire il est nécessaire de poser une définition opérationnelle du concept et d'aider les maîtres d'ouvrage à valider la pertinence environnementale de ces leviers d'action.

Dans ce cadre, la définition d'EC retenue pour le projet est celle proposée par l'Ademe, indiquant l'EC comme un « **système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits, vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement, tout en développant le bien-être des individus** » (ADEME, 2014). Cette définition, holistique et s'adressant globalement aux impacts environnementaux tout au long du cycle de vie, semble bien prendre en compte le caractère systémique de l'EC.

Les maîtres d'ouvrages (Etat, collectivités, promoteurs, aménageurs, bailleurs, etc.), qu'ils soient publics ou privés, principaux décisionnaires sur les opérations de renouvellement urbain et d'aménagement, se retrouvent souvent face à de multiples injonctions et/ou propositions qui, si elles ne sont pas systématiquement contradictoires, peuvent être impossibles à gérer de front sur un même projet, pour des enjeux budgétaires ou de ressources humaines et/ou de calendrier. Une illustration de la diversité des pratiques estampillées « économie circulaire » est présentée page suivante.




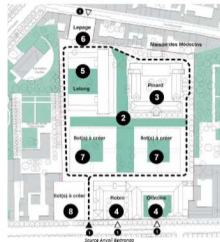
Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, l'analyse du cycle de vie a été utilisée pour évaluer des pratiques d'économie circulaire sur un cas d'étude pilote : la requalification de l'hôpital Saint Vincent de Paul, à Paris 14<sup>e</sup>. Les enseignements de ce projet, des échanges avec les parties prenantes, les leçons tirées de l'étude de cas et de la littérature scientifique sont synthétisées dans le présent document à destination des maîtres d'ouvrage.

L'objectif de ce document est de fournir des recommandations afin de les aider à améliorer les performances environnementales des projets urbains en mobilisant de façon efficace les outils d'écoconception basés sur l'ACV.

Le document se découpe en trois grandes parties, illustrées par des focus sur les résultats obtenus dans le cadre du projet PULSE-PARIS :

- Pourquoi utiliser les outils d'écoconception ?
- Quand les utiliser ?
- Comment les utiliser/mobiliser dans le cadre des projets urbains ?

Comparaison de Quartiers Circulaires et pratiques associées – projet PULSE-PARIS

	Buiksloterham	Kera	Les Groues	Saint-Vincent-de-Paul*
				
Pratiques EC	<b>Energie</b>			
	100% ENR 100% récupération d'énergie sur les eaux usées	100% ENR Focus Energie (Géothermie, Eolien)	70% ENR Récupération de chaleur sur eaux usées dans les bâtiments et/ou les canalisations et la géothermie sur nappe	Smart Grid Local
	Label PassiveHaus Production Locale Energie	Smart Grid Construction passive	Démarches Territoire à énergie positive pour la croissance verte et Facteur 4)	Label PassivHaus et EnerPhit 40% électricité par panneaux photovoltaïques <sup>1</sup>
<b>Matériaux et déchets</b>				
	Réemploi matériaux 100% « circular material flow » Déconstruction	Réemploi matériaux et éléments de construction	Réemploi bâtiments existants	Réemploi des matériaux et des bâtiments
	Objectif zéro déchets	Matériaux biodégradables ou recyclables	Gestion locale déchets de chantier	Gestion maîtrisée des déchets de chantier (réduction, réemploi, réutilisation, recyclage, valorisation énergétique, stockage)
			Valorisation déchets	Valorisation des déchets Valoriser les bio-déchets
<b>Eau</b>				
	Collecte eaux pluviales	« Green and Blue Tools »	Collecte eaux pluviales	

<sup>1</sup> Ces objectifs étaient fixés au lancement du projet, mais il n'est pas certain qu'ils soient conservés.

<b>Autres</b>	Urbanisme temporaire	Occupation temporaire des halles	Urbanisme temporaire	Urbanisme temporaire
	Flexibilité bâtiments	Flexibilité bâtiments		
	Production alimentaire locale		Flexibilité bâtiments	
			Agriculture urbaine	Agriculture urbaine
	Constructions préfabriqués Mobilité douce Auto-construction			Valoriser les circuits courts Accueil acteurs EC



## 2. Pourquoi utiliser les outils d'écoconception basés sur l'ACV

---

### 2.1. Introduction

L'analyse du cycle de vie est aujourd'hui une méthodologie d'évaluation environnementale plébiscitée pour la plupart des biens et services. Développée dans les années 70's sur les produits industriels, son application s'est étendue à des systèmes de plus en plus complexes, dont les bâtiments (à partir des années 90) puis les quartiers (années 2010).

Dans le domaine du BTP, si cette méthode fait l'unanimité sur sa rigueur scientifique, elle a été longtemps écartée par les acteurs de terrain mettant en cause la complexité des études et la quantité trop importante de données à collecter pour les réaliser. Heureusement, avec le développement d'outils informatiques de plus en plus puissants et de bases de données de plus en plus fournies, elle se démocratise et émerge notamment dans le cadre de la future réglementation environnementale RE2020 appliquée aux bâtiments neufs.

Les paragraphes suivants reprennent les grandes caractéristiques de cette méthode à la base de plusieurs outils d'écoconception dans le secteur BTP. Une méthode devenue incontournable pour agir efficacement dans le contexte de crise écologique multiple que nous vivons actuellement (changement climatique, effondrement de la biodiversité et pression sur les ressources, santé humaine).

### 2.2. L'ACV et les autres outils d'évaluation environnementale des bâtiments et quartiers

Les outils d'écoconceptions basés sur l'analyse du cycle de vie sont dédiés à l'évaluation de solution de conception/de rénovation/de gestion/de déconstruction. Ils permettent de faire un diagnostic pour identifier les sources d'impacts principales et ensuite de prioriser les différentes actions possibles.

Ils sont complémentaires d'autres outils existants comme :

- L'étude d'impact ou évaluation environnementale du projet, permettant d'avoir une vision de l'impact sur les écosystèmes locaux et sur la santé humaine est très précise et poussée (ce que ne permet pas l'ACV, qui raisonne sur l'ensemble de la chaîne de valeur)
- Les guides de bonnes pratiques, qui listent des actions possibles (et parfois conseillent sur la mise en œuvre) et peuvent inspirer les maîtres d'ouvrage ou la maîtrise d'œuvre sur le type de solution accessible.
- Les labels, qui sont souvent monocritère en matière d'indicateurs quantifiés (énergie, carbone, biodiversité, etc.) mais exigent une attestation des moyens mis en œuvre et parfois également la validation de performances mesurées in situ (e.g. Passivhaus).
- Les certifications comme HQE, LEED ou BREEAM, dont les périmètres sont plus larges que les ACV (e.g. management des projets, confort acoustique, intégrations du bâtiment au site, innovation etc.). Celles-ci intègrent parfois l'usage de l'ACV dans leur système de point (e.g. BREEAM) mais elles ne permettent pas toujours de quantifier les impacts environnementaux et donc de prioriser les actions à mener.
- Les outils réglementaires, intégrant des exigences minimales à atteindre et validant une atteinte d'objectifs « carbone et énergie », selon une méthode fixée par le régulateur et moins adaptée à un contexte local et des enjeux spécifiques et ambitieux en particulier en phase amont d'un projet.

Question posée	ACV	RE2020	Etude d'impact	Labels	Certifications	Guides de bonnes pratiques
Dois-je réaliser ce projet?			(X)			
Quelles est l'action la plus efficace (aux regards des enjeux environnementaux)?	X					
Quelles sont les solutions disponibles? Comment les mettre en œuvre?						X
Mon projet est-il légal?		X				
Sur quoi dois-je me concentrer pour réduire les impacts environnementaux?	X					
Comment garantir la mise en œuvre des actions prévues?				X	X	
Comment limiter mes impacts sur les écosystèmes locaux?	(X) très partiel		X	X (certains)	X (certaines)	X (certains)

L'ensemble de ces ressources sont donc complémentaires : les guides de bonnes pratiques sont inspirants pour la recherche de solutions lors de la conception d'un projet, ces solutions peuvent ensuite être comparées grâce à l'ACV afin de déterminer les plus pertinentes et les plus efficaces. Si par exemple la performance énergétique à un niveau correspondant au label « passivhaus » est une solution retenue suites aux études ACV, elle peut ensuite faire l'objet d'une labellisation, ce qui garantira une mise en œuvre de qualité avec mesure de certaines performances (e.g. étanchéité à l'air) à la livraison. Les études ACV peuvent également être complétées par des aspects sociaux, éthiques, patrimoniaux ou esthétiques présents dans certains labels ou certification. Bien entendu, la validation des aspects réglementaires est indispensable.

Cependant, mise à part l'étude d'impact qui peut éventuellement arrêter un projet suite à la découverte d'une espèce protégée ou de sites archéologiques, il n'y a pas de méthodes qui permettent de valider ou d'invalider la réalisation d'un projet urbain. C'est une question qui ne peut être résolue à l'échelle du projet et qui doit être décidée à un niveau stratégique, en consensus avec les parties prenantes. En particulier, l'ACV ne peut être mis en œuvre qu'une fois qu'un besoin à satisfaire a été identifié et reconnu comme légitime (besoin de logements, d'infrastructures, etc.). Il est inutile de vouloir faire une ACV sur l'implantation d'un projet de construction décrié afin d'en prouver la pertinence.

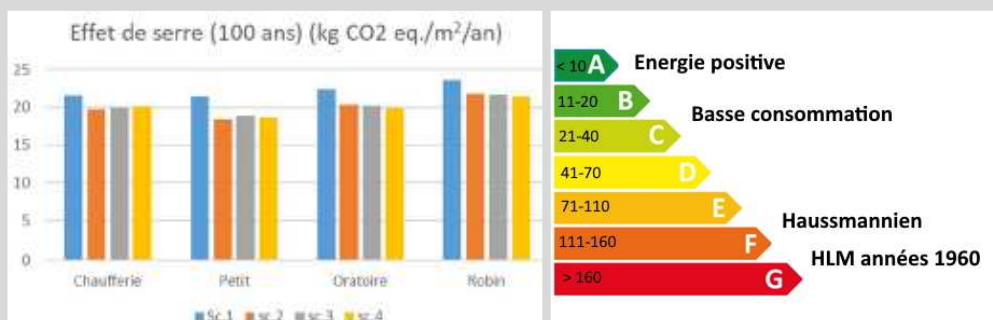
### **2.3. Utiliser l'ACV : Pour avoir une évaluation quantifiée objective des performances environnementales d'un projet**

L'analyse de cycle de vie évalue de façon quantifiée les performances environnementales d'un système donné. A travers les bases de données associées, elle synthétise un nombre important de travaux de recherche dans des domaines variés (physique, géologie, chimie, écologie, épidémiologie, etc.) afin de fournir une quantification des impacts environnementaux. Elle se distingue en ce sens des référentiels et labels qui proposent une liste d'actions, une obligation de moyens, car elle quantifie l'effet de ces différents moyens sur les performances environnementales.

C'est donc une méthode qui permet de fixer des seuils à ne pas dépasser, des objectifs à atteindre, ou de se comparer à des valeurs de référence de façon objective et rigoureuse.

## FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, les impacts sur le climat de plusieurs projets de bâtiments (neufs ou rénovation) ont été évalués et comparés à un benchmark réalisé dans le cadre de l'Agence Internationale de l'Energie. Les projets se classent dans la catégorie B, le scénario 1 sans aucun recyclage n'étant pas réaliste.



Exemple de résultat sur le projet PULSE-PARIS : contribution au réchauffement climatique en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> pour différents scénarios d'économie circulaire sur le projet de Saint Vincent de Paul (livrable 3) et comparaison à des références ACV

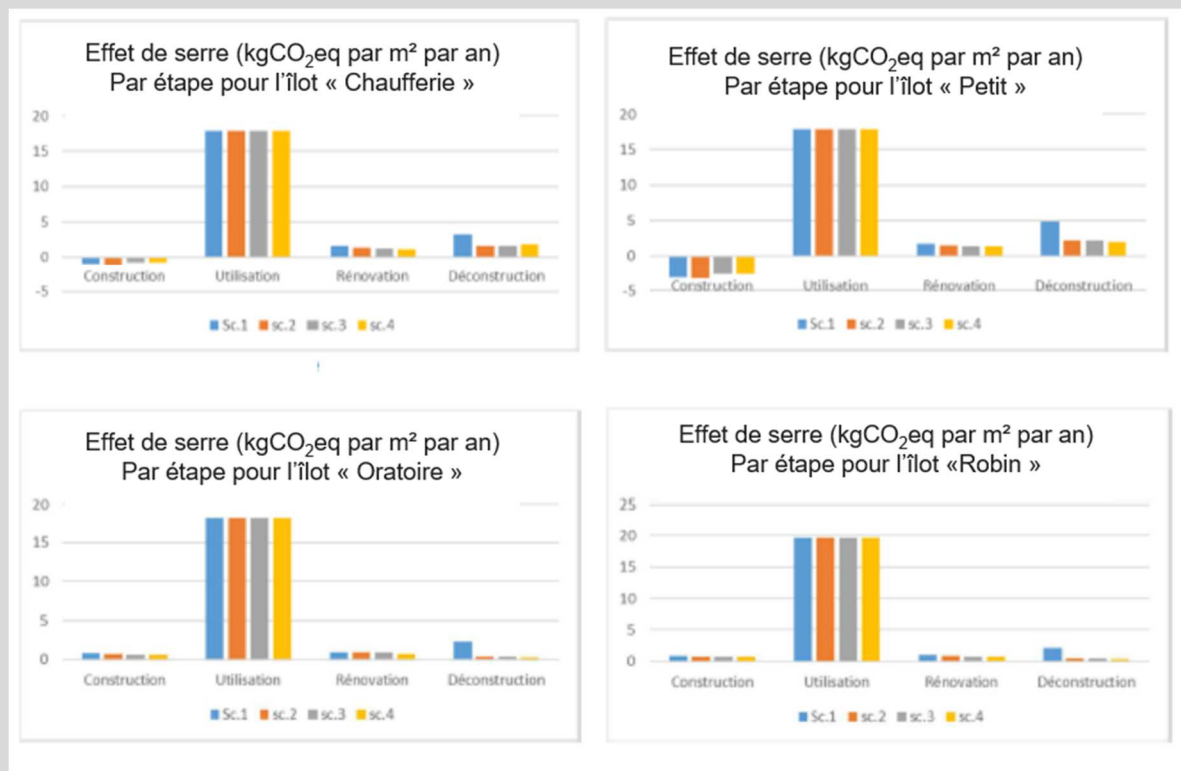
## 2.4. Utiliser l'ACV : Pour éviter les déplacements de pollutions dans le temps et l'espace

L'évaluation des impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie, « du berceau à la tombe » selon l'expression consacrée, évite de déplacer des impacts le long de la chaîne de valeur d'un projet. Des efforts sur la phase de construction (e.g. moins de matériaux mis en œuvre) ne doivent pas détériorer la phase d'usage et par là, le bilan global (e.g. en diminuant la performance énergétique). Et réciproquement. Les pratiques d'économie circulaire portent souvent sur les matériaux et équipements mis en œuvre. Il est important de vérifier que certaines pratiques ne conduisent pas à déplacer les impacts (par exemple, réemploi d'équipement anciens consommant de l'énergie).

D'autre part afin d'éviter les déplacements dans l'espace, l'ensemble des émissions polluantes sont comptabilisées, qu'elles interviennent sur site ou dans d'autres territoires. Alors que les stratégies d'économie circulaire se focalisent souvent sur les enjeux territoriaux, il est important de ne pas oublier ces potentielles émissions « exportées ».

## FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, les impacts des différentes étapes du cycle de vie ont été comparés ce qui a mis en évidence l'importance de l'étape d'utilisation.



Exemple de résultat sur le projet PULSE-PARIS : contribution au réchauffement climatique en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> par étape du cycle de vie pour différent scénarios d'économie circulaire sur le projet de Saint Vincent de Paul (livrable

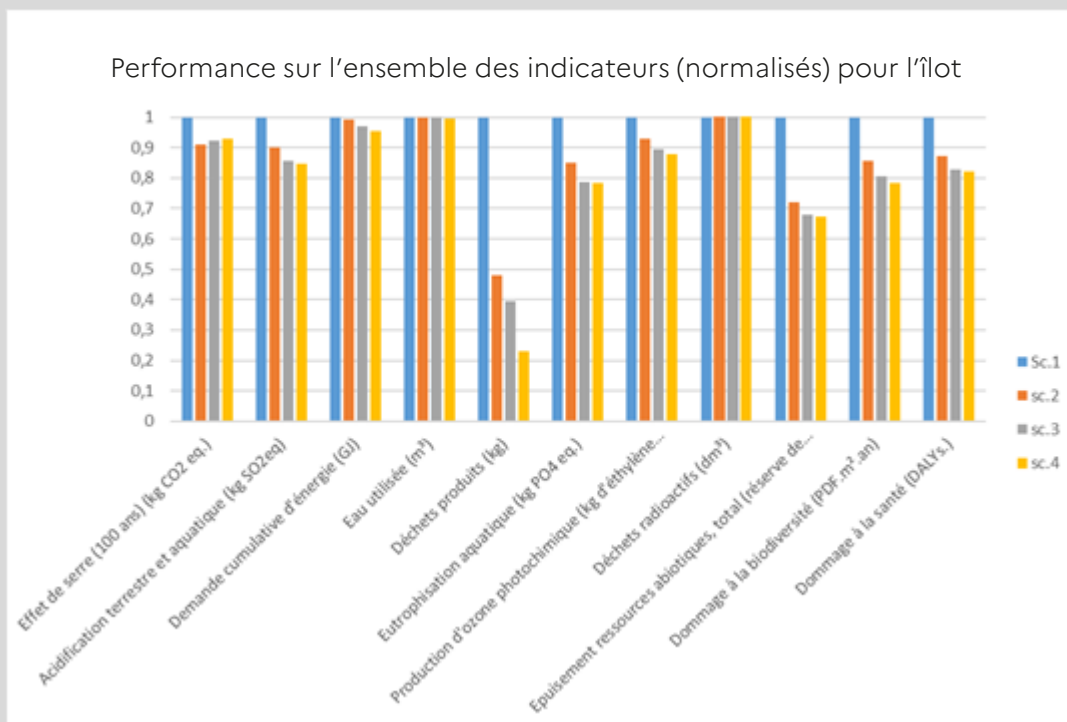
## 2.5. Utiliser l'ACV : Pour éviter de remplacer un problème environnemental par un autre

L'analyse du cycle de vie est multicritère, c'est-à-dire que l'application de la méthode engage à évaluer un ensemble approprié d'indicateurs environnementaux couvrant plusieurs thématiques (santé, biodiversité, climat, etc.).

C'est essentiel afin d'éviter de remplacer un problème environnemental par un autre et également pour apprécier l'ensemble des bénéfices associées aux actions proposées. Dans un contexte où nous devons gérer plusieurs enjeux écologiques de front (Climat, Biodiversité, Ressources, Santé), il est indispensable d'avoir une vision globale garantissant un progrès sur certains domaines et a minima un statut quo sur les autres.

## FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, 12 indicateurs environnementaux ont été évalués afin d'avoir une vision la plus complète possible des impacts environnementaux. Sur l'étude de cas de Saint Vincent de Paul, si les actions d'économie circulaire étaient peu efficaces pour réduire significativement la contribution au réchauffement climatique, d'autres indicateurs (épuisement des ressources abiotiques, biodiversité, déchets) montraient de façon plus nette l'efficacité de ces actions.



Exemple de résultat sur le projet PULSE-PARIS : Performances environnementales sur un ensemble d'indicateurs pour

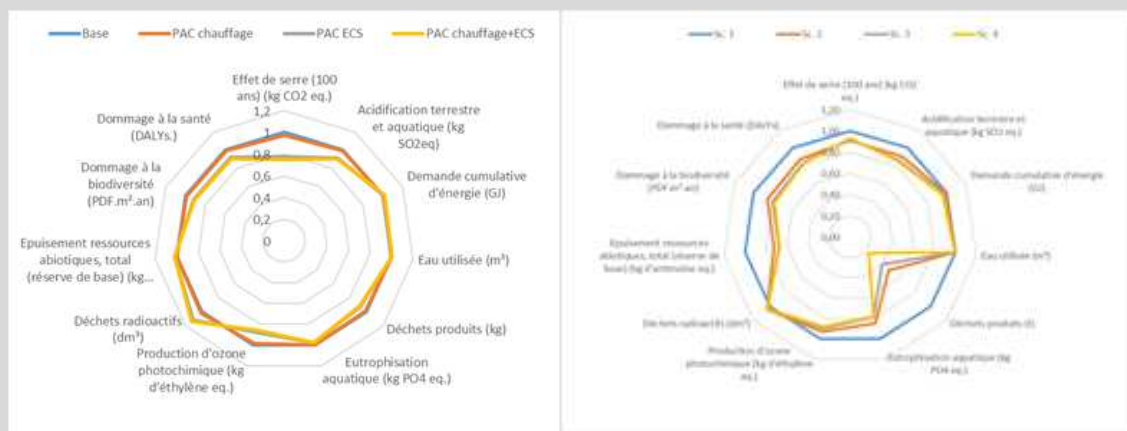
## 2.6. Utiliser l'ACV : Pour comparer et prioriser les actions à mener

L'ensemble des caractéristiques précitées : méthode quantitative, multi-étape et multicritère rendent la méthode d'ACV particulièrement pertinente pour comparer et prioriser les actions à mener.

Par exemple : faut-il une toiture végétalisée et/ou une toiture photovoltaïque ? Faut-il augmenter le réemploi et/ou favoriser la performance énergétique ? Ce sont des questions qui se posent au moment de la conception des projets urbains et sont parfois l'objet d'âpres négociations entre les acteurs. Si les problématiques de faisabilité ou de budget peuvent primer, l'objectivisation des performances environnementales des différentes stratégies grâce à l'ACV est un élément important pour les maîtres d'ouvrage.

### FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, différentes analyses comparatives ont été menées sur le cas du quartier de Saint Vincent de Paul, par exemple, le choix du système de chauffage ou différents scénarios d'économie circulaire (plus ou moins ambitieux).



Exemple de résultat sur le projet PULSE-PARIS : Performances environnementales sur un ensemble d'indicateurs pour différents scénarios d'économie circulaire et différentes stratégies d'équipement de chauffage sur le projet de Saint Vincent de Paul (livrable 2)

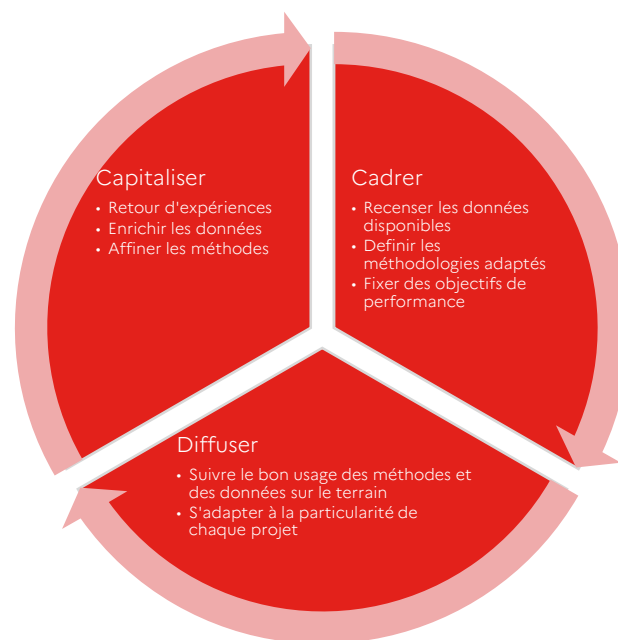
## 3. Quand utiliser les outils d'écoconception?

### 3.1. Introduction

Les outils d'écoconception peuvent être mobilisés tout au long du projet, en complémentarité avec les études réglementaires. Les études réglementaires ont vocation à certifier la conformité du projet aux normes en vigueur alors que les études en écoconception permettent d'éclairer la prise de décision au regard de ses conséquences environnementales.

### 3.2. En amont des projets

Pour un maître d'ouvrage, il est donc nécessaire de développer une stratégie globale et cohérente afin de définir des éléments de cadrage valides pour l'ensemble de ses projets, une structure de capitalisation des résultats et des retours d'expériences. Ceci doit se penser en amont des projets.



Les éléments de cadrage (ie, paramètres territoriaux, hypothèses sur la durée de vie, données météo disponibles sur le territoire, etc. voir aussi section suivante « Comment utiliser les outils ») permettent de préciser les cahiers des charges à destination des prestataires et éventuellement d'intégrer certains éléments dans des accords-cadres.

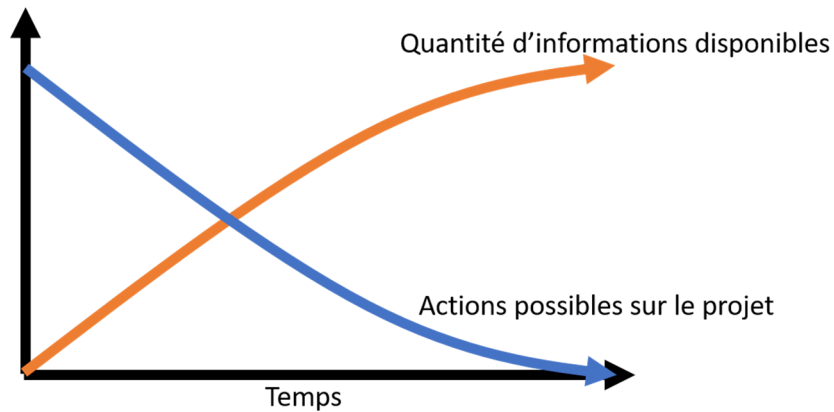
Le système de capitalisation permet d'enrichir ses éléments de cadrage, de les affiner pour améliorer petit à petit la qualité globale et la précision des études.

La priorité donnée aux différents critères environnementaux (santé, biodiversité, ressources, climat, déchets...) peut dépendre du contexte local et du projet. Il serait utile que le décideur indique des orientations sur ce point aux concepteurs. Il est également essentiel de fixer aux équipes de maîtrise d'œuvre des objectifs de performance. Intégrer plusieurs critères permet d'éviter de remplacer un impact par un autre. Par exemple dans un projet d'écoquartier à Lyon Confluence, des objectifs ont été fixés en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de génération de déchets radioactifs.

### 3.3. Le plus tôt possible au début d'un projet

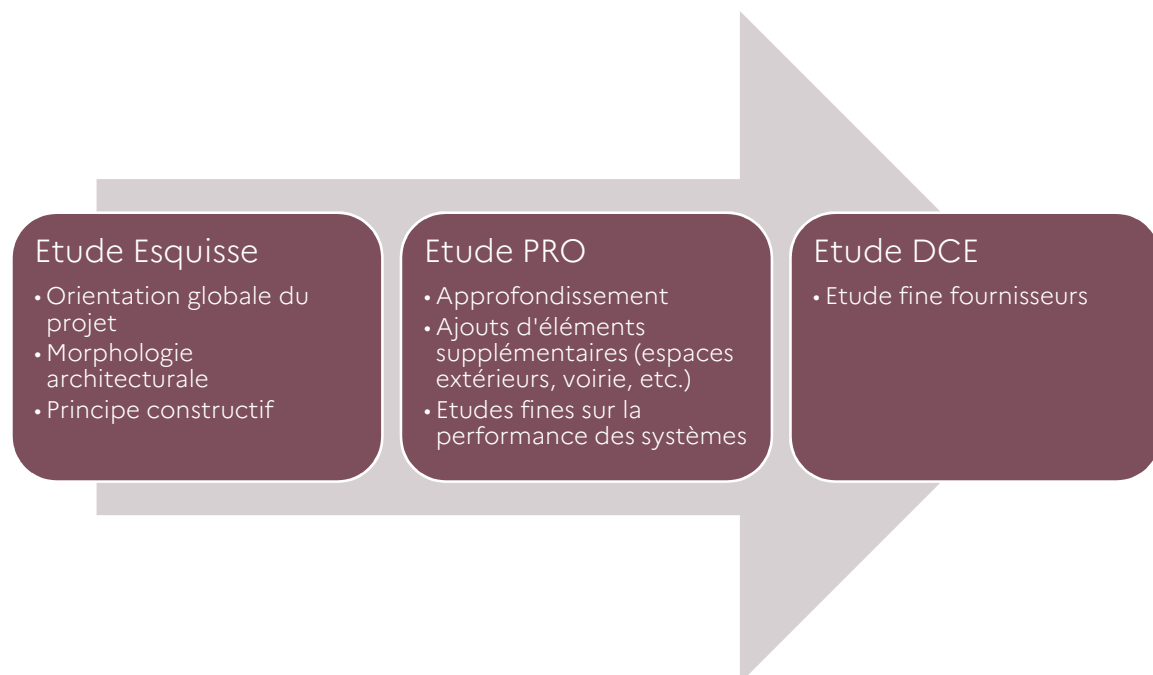
Au démarrage d'un projet, dès la phase d'esquisse, il est possible de mobiliser les outils d'écoconception car ceux-ci ont été développés sur la base de données génériques et de valeurs par défaut permettant une mise en œuvre rapide, même avec beaucoup d'informations manquantes.

Les études faites en amont comportent bien entendu une part importante d'incertitudes, cependant c'est bien à ce moment que les leviers d'action sur un projet sont les plus efficaces. Les études permettent alors d'éclairer des décisions sur les orientations générales du projet : comparaison entre réhabilitation et reconstruction, forme architecturale voire urbaine, type de système constructif, type de vecteur énergétique mobilisé, performance énergétique minimale à atteindre, etc.



### 3.4. En suivi au cours du projet

Le projet avançant, les études peuvent être approfondies afin d'éclairer des décisions plus précises. Sur les matériaux mis en œuvre, sur les systèmes (en intégrant des éléments de rendement plus fins par exemple, ou des caractéristiques plus précises en termes de lieu de fabrication, etc.), sur les modes de gestion à privilégier.





### 3.5. A la fin du projet

A la fin du projet, il est également possible de faire une étude ACV. Celle-ci ne pourra bien entendu plus être mobilisée pour influencer la conception de l'ouvrage. Cependant, elle peut être utile pour la capitalisation de connaissances sur le parc géré par le maître d'ouvrage, de manière par exemple à affiner les objectifs de performance à intégrer dans les futurs programmes.

La réalisation de ce type d'ACV est particulièrement pertinente lorsque des études amont et de suivi ont été réalisées car l'ensemble des données utilisées précédemment sont alors simplement mises à jour avec les quantitatifs réellement constatés lors des travaux (et éventuellement des éléments sur le fonctionnement des bâtiments si les données sont mises à jour après 1 ou 2 ans de fonctionnement).

Cependant, se lancer dans ce type d'étude a posteriori sans étude préalable peut se révéler fastidieux et ne doit pas être considéré comme prioritaire par rapport aux études amont qui influencent effectivement la performance environnementale des projets.

## 4. Comment utiliser les outils d'écoconception ?

### 4.1. Introduction

Cette partie revient sur les précautions essentielles à intégrer lors de la mobilisation des outils d'écoconception. De multiples outils et méthodologies existent, les données mobilisées sont complexes et variées. Dans ce cadre, un certain nombre de précautions doivent être prises dans l'usage des outils et le dialogue entre le maître d'ouvrage et les prestataires en charge de la réalisation de l'étude.

### 4.2. Définir une méthodologie adaptée

#### 4.2.1. Spécificités de l'application de l'ACV au parc bâti

L'analyse du cycle de vie est une méthode développée au départ pour l'évaluation de produits industriels réalisés en usine, en grande quantité. Elle fut ensuite appliquée à des systèmes de plus en plus complexes, dont les bâtiments (à partir des années 90s) puis les quartiers (à partir des années 2000).

Les quartiers sont des systèmes complexes dont certaines caractéristiques nécessitent une prise en compte particulière pour l'application de l'analyse du cycle de vie : projet unique, longue durée de vie, influence importante des usagers et de l'environnement du projet. Ces éléments doivent être pris en compte lors de l'étude en écoconception et le maître d'ouvrage doit pouvoir vérifier que les spécificités de son territoire sont bien prises en compte.

#### FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Dans le cadre de la tâche 2 du projet PULSE-PARIS, les paramètres variant au niveau territorial/régional et influençant les résultats d'ACV ont été recensés.

Par exemple, dans le cas parisien, il peut être important d'utiliser un fichier météo plus représentatif de la situation parisienne (e.g. Station de Montsouris) que la station par défaut fournie dans le cadre de la RT2012 (Trappes). En effet, un écart de 2°C sur la température annuelle moyenne peut être constaté entre Paris intra-muros et Trappes<sup>1</sup>.

Un autre exemple, représentatif des enjeux à l'échelle quartier, concernent les modalités de traitement des déchets, qui sont incinérés à 60% en île de France contre 32% à l'échelle nationale. La quantité de déchets par habitant ainsi que la composition des déchets varient également d'une région à l'autre.

Outre l'effort de prise en compte de paramètres spécifiques au territoire concerné, l'application de l'ACV au cas de l'écoconception des quartiers impose certaines orientations méthodologiques. Les paragraphes suivants présentent les différents choix liés aux objectifs des études.

#### 4.2.2. Cadrage de l'étude : objectif et périmètre associé

Une des premières questions à résoudre concerne la définition du périmètre étudié qui doit être en pleine cohérence avec les objectifs de l'étude. Typiquement, le périmètre étudié doit concerner l'ensemble des aspects sur lesquels la maîtrise d'ouvrage peut avoir un impact.

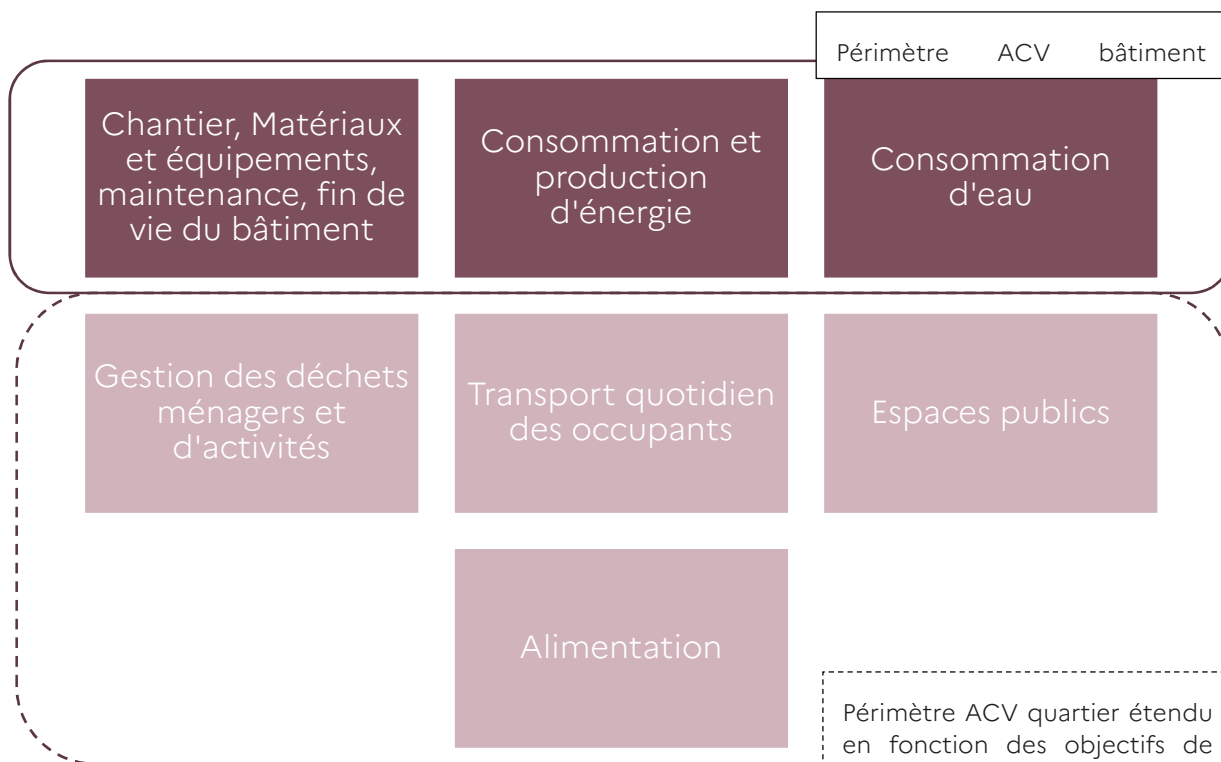
Le périmètre classique d'une ACV bâtiment tient généralement compte du chantier, des matériaux de construction, des équipements, de leur maintenance, de la fin de vie du bâtiment, des consommations d'énergie et d'eau durant l'exploitation du bâtiment, de l'éventuelle production locale d'énergie. A l'échelle quartier, en fonction des objectifs de l'étude, de l'envergure du projet, différents aspects doivent être, dans la mesure du possible (i.e. si les données sont disponibles), intégrés à l'étude.

Ainsi, si l'étude porte sur le choix d'un site d'implantation, il est nécessaire de tenir compte des caractéristiques spécifiques des différents sites, comme l'accès au transport en commun ou les modalités de traitement des déchets. Les données concernant le traitement des déchets sont aujourd'hui facilement accessibles et des outils simplifiés (type calculette transport) existent pour faciliter la prise en compte des aspects transport en phase amont.

De même, en fonction de l'envergure du projet, si des aménagements spécifiques peuvent être prévus dans le programme (e.g. voie de circulation douce, plateforme multimodale, parking, composteur

collectif, jardins partagés, agriculture urbaine etc.) les conséquences de ses aménités doivent être intégrées au périmètre de l'étude ACV (réalisation et maintenance des espaces publics, effet sur le transport quotidien des occupants, effets sur la gestion des déchets, voir même effets sur l'alimentation...).

La collecte de données sur ces différents contributeurs nécessite l'implication forte du maître d'ouvrage qui en tant que chef d'orchestre du projet articule les interventions de l'ensemble des acteurs. Son action est nécessaire pour guider les réalisateurs de l'étude ACV vers les bons interlocuteurs et pour s'assurer de la coopération de l'ensemble des intervenants.



Dans le cadre du projet PULSE, l'étude portait sur un ensemble d'îlots, en construction neuve ou réhabilitation. Les outils mobilisés pourraient être utilisés à une échelle plus étendue, par exemple à l'échelle d'une collectivité (e.g. plan de rénovation). Il est alors nécessaire de construire des archétypes représentant de façon simplifiée le parc concerné. La collecte de données est plus complexe sur ce type d'étude car il faut calibrer la modélisation des archétypes et des scénarios d'usage en fonction de données de consommation énergétique à l'échelle urbaine.

### 4.2.3. Parc bâti et prise en compte des aspects temporels

L'appellation d'ACV dynamique regroupe diverses méthodes qui ont toutes en commun le fait de prendre en compte une dimension temporelle dans la modélisation du cycle de vie. Certaines méthodes exploratoires considèrent un taux d'actualisation comme en économie (un kg de CO2 émis aujourd'hui vaut davantage qu'un kg émis dans 50 ans) ou ne comptabilisent plus les impacts au-delà d'un horizon (par exemple 100 ans). Cette approche, actée aujourd'hui dans la RE2020, est discutable et ne fait pas consensus dans la communauté scientifique : elle donne moins d'importance aux impacts touchant les générations futures, ce qui ne correspond pas au principe du développement durable. Par contre, il est pertinent de prendre en compte les consommations du bâtiment en fonction du temps (p.ex. consommation d'électricité variable en fonction des heures, jours, mois, années) car les procédés satisfaisant ces consommations et les impacts environnementaux correspondants varient (variation du mix électrique en fonction des saisons par exemple).

Certains outils d'écoconception intègrent déjà cette prise en compte de variations temporelles (p.ex. sur l'électricité pour Pléiades ACV EQUER®). En fonction du territoire considéré et de ses spécificités, il peut être important d'intégrer d'autres paramètres à l'étude, par exemple, le fonctionnement saisonnalisé d'un réseau de chaleur urbain.

#### 4.2.4. Ecoconception et prise en compte d'effets systémiques

L'ACV conséquentielle a pour but de modéliser les conséquences environnementales d'une décision et donc des effets systémiques potentiellement importants et parfois négligés. On l'oppose généralement à l'ACV attributionnelle qui cherche à réaliser un bilan de l'existant. Les travaux de recherche ont montré que l'ACV conséquentielle était particulièrement adaptée à une utilisation en écoconception. En effet, le projet étudié n'est alors pas réalisé et on cherche à prendre les meilleures décisions de conception possibles au regard des enjeux environnementaux en tenant compte des contraintes existantes. Les hypothèses à prendre, issues de la littérature scientifique, sont résumées de manières simplifiées dans le tableau ci-dessous.

*Principales caractéristiques de l'approche conséquentielle par rapport à l'ACV classique (Projet PULSE-PARIS, livrable 2)*

Hypothèses de modélisation	Attributionnelle	Conséquentielle-Projet	Explications
<b>Fabrication des matériaux/procédés</b>	Technologie(s) moyenne(s)	Technologie(s) marginale(s)	Les technologies marginales sont celles qui sont susceptibles de s'ajuster suite à une hausse ou une baisse de la demande
<b>Carbone biogénique</b>	Bilan neutre	Bilan différencié	Le bilan différencié comptabilise un stockage de carbone lors de la croissance du bois si le bois est certifié et compte un éventuel relargage de carbone en fin de vie (p.ex. incinération)
<b>Utilisation de matériaux recyclés – bénéfice intégré–</b>	Méthode des stocks 100 %	Prise en compte des contraintes de marché : Entre 0 et 100 %*	Fonctionnement des marchés : quel est le facteur limitant permettant d'augmenter la quantité de matière recyclée ? La mise à disposition de matière ou l'utilisation de matière recyclée
<b>Recyclage/valorisation en fin de vie des matériaux – bénéfice intégré–</b>	Méthode des stocks 0 %	Prise en compte des contraintes de marché : Entre 0 et 100 %*	Id.
<b>Export d'énergie/ Coproduction</b>	Méthode des coproduits : allocation des infrastructures de production	Méthode des impacts évités : Substitution des technologies marginales	Quelle production d'énergie l'export d'énergie du quartier vers le réseau permet-elle d'éviter?

\* Par défaut 50 – 50, ce qui permet d'équilibrer l'offre et la demande en répartissant équitablement le bénéfice environnemental du recyclage

## FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, une réflexion a été menée sur les implications concrètes, pratiques de cette orientation méthodologique dans le cas de l'application à l'écoconception des quartiers pour la ville de Paris. Le tableau ci-dessous résume les propositions faites. Elles concernent notamment les processus de réemploi, réutilisation, recyclage et valorisation, particulièrement importants dans le contexte de l'économie circulaire.

*Contraintes et spécificités de la ville de Paris : proposition de modélisation conséquentielle dans les outils d'écoconception (Projet PULSE-PARIS, livrable 2).*

	Pratique/système étudié	Hypothèses de modélisation ACV C <sup>1</sup>	Commentaires
<b>Matériaux &amp; déchets</b>	Utilisation de matière recyclée/mise à disposition de matière recyclée	Approche 50/50	Incite à la fois l'utilisation de matériaux recyclés et les approches de conception favorisant le recyclage en fin de vie. Plus grande résilience à la variabilité des marchés qu'une approche économique.
	Réemploi/réutilisation (in situ ou sur un autre chantier)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrication initiale des éléments réemployés ou réutilisés non prise en compte.</li> <li>- Prise en compte des opérations permettant la récupération et l'éventuelle remise en état des éléments réemployés ou réutilisés (R&amp;R)</li> <li>- Ajustement de la durée de vie des éléments R&amp;R</li> <li>- Prise en compte de la fin de vie des éléments R&amp;R</li> </ul>	Les éléments R&R ne sont a priori pas produits initialement dans l'optique d'un réemploi ou d'une réutilisation. Des filières émergentes se mettent en place et récupèrent/reconditionnent ces éléments de façon séparée à leur unité de production d'origine. Le cas est donc différent du recyclage pour lequel un marché de la matière est existant.
	Valorisation énergétique des déchets (ménagers et chantier)	Prise en compte des impacts évités	Si la valorisation énergétique permet de fournir de la chaleur utile (éventuellement de l'électricité si cogénération), on considère que cette valorisation permet d'éviter l'utilisation d'une autre source d'énergie, p.ex. énergie fossile.
	Valorisation matière des déchets (« downcycling »)	Prise en compte des impacts évités	Peut concerner la valorisation des déchets organiques par compostage (évite des amendements de synthèses) et la valorisation des déchets inertes de construction (en remblai, sous-couche routière, etc. évitant l'usage de granulats naturels). S'assurer qu'il y a réellement un impact évité, ce qui n'est pas le cas si l'élément est fourni en trop grande quantité et dépasse la demande.
<b>Energie</b>	Production locale d'énergie	Prise en compte des impacts évités pour l'export du surplus. Pertes minimales.	Le cas particulier de Paris qui constitue un important bassin de consommation d'électricité, avec une densité de population très élevée et des usages variés, permet d'envisager une modélisation des impacts évités en considérant des pertes techniques minimales.
	Raccordement au réseau de chaleur	Prise en compte possible du mix de production marginal du réseau de chaleur.	Les données suggèrent un mix marginal comportant du gaz naturel et du charbon. Ceci pourrait être discuté avec les acteurs en fonction de la configuration spécifique du quartier de St Vincent de Paul.
	Consommation d'énergie des bâtiments	Prise en compte de l'effet d'îlot de chaleur urbain en utilisant une station météo adaptée	Utilisation de la station de Paris Montsouris. P. ex, le pack Meteororm proposé dans Pléiades® comporte 3 jeux de données pour cette station (moyen, été chaud et météo future)
<b>Eau</b>	Assainissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les éventuelles réductions de consommation peuvent en parti se répercuter sur la charge du réseau d'assainissement, en fonction de la charge polluante associée.</li> <li>- si c'est le cas (quantité et charge polluante réduite)</li> </ul>	Cet aspect n'a pas été étudié dans le projet Pulse, plutôt axé sur la valorisation matière.
	Utilisation des eaux pluviales	Impacts évités sur la consommation d'eau potable	Possible ici car espace fortement urbanisé et donc une eau pluviale qui ne retourne pas facilement vers les écosystèmes naturels, mais non traité dans Pulse sur St

<sup>1</sup>ACV C = ACV conséquentielle

#### 4.2.5. Prise en compte des aspects prospectifs

La longue durée de vie des ensembles bâtis nécessite d'avoir une réflexion sur les évolutions de long terme pouvant influencer l'étude environnementale, par exemple :

- Evolution des consommations d'énergies liées aux évolutions climatiques et/ou au vieillissement du bâtiment
- Evolution du secteur de l'énergie (national et/ou local)
- Evolution du secteur de la gestion des déchets, pour les déchets de fin de vie du bâtiment et/ou pour les déchets ménagers

En fonction du territoire étudié, d'autres paramètres peuvent être intégrés à l'étude si nécessaire. Ceci doit être discuté entre le maître d'ouvrage et les prestataires.

Sur les évolutions technologiques, il est conseillé de réaliser une ACV de référence avec une orientation conservatrice, en considérant les pratiques futures à l'identiques des pratiques actuelles (en faisant l'hypothèse que les réglementations sur critères environnementaux iront dans le sens d'un durcissement. Ainsi, considérer les pratiques actuelles correspond à une évaluation prudente, ne prenant pas en compte une réduction d'impacts qui pourrait ne pas se produire en réalité.

Sur les évolutions déjà en cours comme les évolutions climatiques, des données existent aujourd'hui (notamment données météo projetées sur les scénarios du GIEC) afin de tenir compte de cette évolution dans les ACV bâtiments/quartier.

Le futur étant par définition incertain, l'étude de scénarios prospectifs doit être vu comme une forme d'analyse de sensibilité (voir aussi paragraphe suivant) permettant de répondre à la question : le résultat de mon étude est celui-ci, est-il encore valable si demain... ?

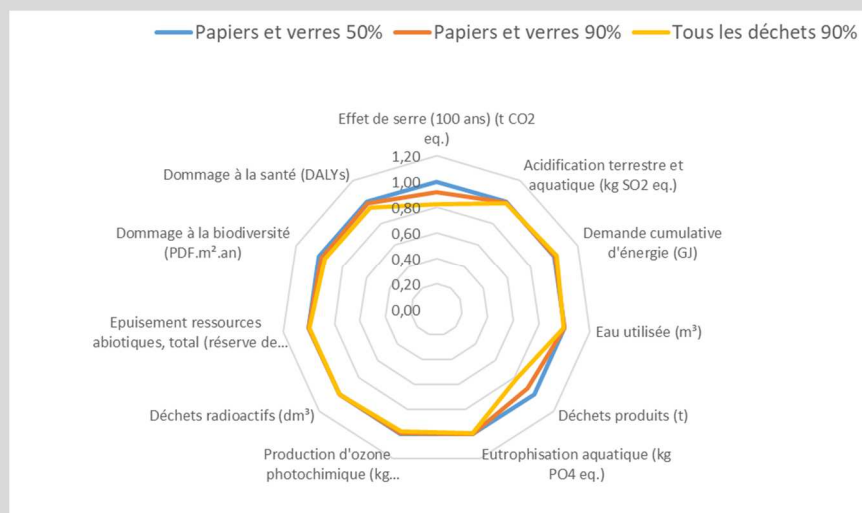
#### 4.3. Discuter les paramètres clés : l'enjeu des études de sensibilités

La quantité de paramètres incertains dans une analyse du cycle de vie à l'échelle du quartier est importante. La plupart de ces incertitudes vont concerner des contributeurs minoritaires et ne sont donc pas de nature à changer les résultats généraux de l'étude. Cependant il est indispensable d'étudier la sensibilité des résultats pour identifier les paramètres les plus influents. Bien entendu, ceux-ci dépendront fortement du projet étudié. La sélection des paramètres à intégrer doit donc être rediscutée à chaque étude.

## FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

A titre d'exemple, les éléments suivants ont été étudiés dans le cadre du projet PULSE-PARIS sur le cas de l'hôpital Saint Vincent de Paul :

- La prise en compte ou non des terres excavées dans l'étude
- Le type de vecteur énergétique utilisé pour le chauffage (connexion ou non au réseau de chaleur)
- Le taux de recyclage des déchets ménagers



Exemple de résultat sur le projet PULSE-PARIS : Comparaison des performances en phase d'utilisation de l'îlot « Chauffage » en fonction du taux de recyclage des déchets ménagers papiers et verres (PULSE-PARIS, livrable 2)

Il est recommandé, lorsqu'une étude réglementaire est réalisée, d'effectuer une étude de sensibilité portant sur la durée de vie prévue de l'ouvrage. En effet la durée de vie réglementaire est fixée à 50 ans, ce qui paraît court au regard de la littérature scientifique sur le sujet : les eurocodes considèrent plus de 200 ans pour le dimensionnement des structures.

A titre de comparaison, dans le cadre du projet PULSE-PARIS, une durée de vie de 80 ans a été considérée pour le quartier, en cohérence avec la littérature et afin d'éviter une tentation d'obsolescence programmée des structures si elles sont évaluées sur une durée trop courte. Ceci impacte fortement les leviers d'économie circulaire portant sur les matériaux.

### 4.4. Indicateurs ACV et indicateurs de circularité

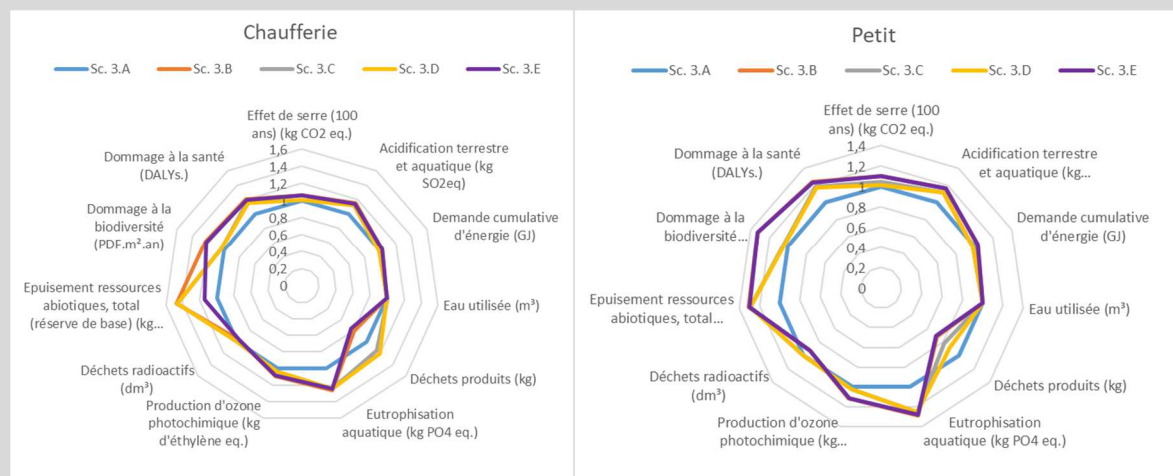
Les indicateurs de circularité ne peuvent seuls évaluer de façon suffisamment pertinente la performance environnementale d'un projet mais ils sont intéressants comme outils complémentaires à l'ACV.

Par exemple l'indicateur épuisement des ressources abiotiques (indicateur ACV) peut donner une idée de la gestion des ressources, car il mesure l'épuisement des matières premières à l'échelle de la planète. Cependant le MCI (Material Circularity Index, l'un des indicateurs phares de l'économie circulaire, développé par la fondation Helen Mac Arthur) peut donner une idée plus précise du flux des produits de construction sur le marché, car il peut évaluer la variation des ressources de ces produits (béton, briques, poutres de bois, graviers, etc.) en fonction du degré de revalorisation. Un plus grand taux de circularité indique que des matériaux pourront être réinsérés sur le marché (local, territorial) au lieu d'être éliminés (ils ont donc encore de la valeur). Dans un contexte où la faisabilité du réemploi dépend fortement de la disponibilité de matériaux pouvant être réemployés ou réutilisés, le MCI pourrait par exemple aider à mesurer la contribution au gisement des matériaux récupérables.

La figure ci-dessous montre la comparaison en ACV de 5 scénarios correspondant au même index de circularité (MCI). Du point de vue des impacts environnementaux, il n'est cependant pas équivalent de valoriser des matières premières secondaires inertes (scénario 3B), des métaux (3E), des matériaux bio-sourcés (3C) ou des matériaux valorisables énergétiquement (3D). Par rapport au scénario de base incluant un mix de ces matériaux (3A), la variation de certains impacts peut atteindre 50%.

## FOCUS RESULTATS PULSE-PARIS

Les travaux dans le cadre du projet PULSE-PARIS ont montré que pour un même taux de circularité, on peut avoir des performances environnementales assez contrastées, et bien que les indicateurs de circularité permettent d'évaluer le degré d'économie circulaire dans un projet de construction, ils ne sont pas adaptés pour mesurer seuls les performances environnementales.



Exemple de résultat sur le projet PULSE-PARIS : Diagrammes de comparaison des performances en fonction des scénarios de revalorisation pour un taux de circularité fixe pour les îlots Chaufferie et Petit respectivement (Projet

### 4.5. Réglementation et écoconception : différences et complémentarité

Les études réglementaires ont vocation à faire progresser l'ensemble du secteur avec des objectifs minimaux en matière d'énergie et de carbone. La réglementation est le fruit d'une concertation entre l'ensemble des parties prenantes, arbitrée par l'état. Au contraire des outils d'écoconception, son rôle n'est pas de valoriser les pionniers et elle peine à s'adapter aux enjeux spécifiques de l'acteur ou du territoire considéré parce qu'elle doit produire un cadre « standard » applicable de manière identique à l'ensemble des projets.

Les différences principales entre les deux approches sont résumées dans le tableau ci-dessous.



*Principales différences entre calcul réglementaire et calcul en écoconception.*

Paramètres	Etude réglementaire	Etude en écoconception
Périmètre	Bâtiment, parcelle	Bâtiment, possibilité d'aller à l'échelle du Quartier
Calcul énergétique - modèle	Moins précis qu'un modèle de simulation thermique dynamique. Une seule constante de temps	Possibilité de calcul multizone, avec plusieurs constantes de temps. Evaluation plus fine du confort d'été. Modélisation plus précise de la ventilation naturelle ainsi que de l'éclairage naturel.
Calcul énergétique - données	Données météo fixe (8 stations pour l'ensemble du territoire) Scénarios de fonctionnement réglementaires (par exemple logements chauffés à 16°C de 8h à 18h en semaine)	Possibilités de données météo géographiquement plus précises. Possibilité d'utilisation de données météo future Possibilité d'adapter les scénarios de fonctionnement (p.ex. comportement des habitants)
Calcul ACV – bases de données	INIES Base de données spécifiques, 168 flux réglementaires, problème de sélection d'un fournisseur très en amont des projets – adaptée en phase DCE, difficile d'utilisation avant	Ecoinvent Base de données générique, plusieurs milliers de flux (polluants) pris en compte. Adaptée en phase amont. Reconnaissance scientifique internationale
Calcul ACV - paramètres	Paramètres réglementaires parfois inadaptés pour l'aide à la décision en conception, par exemple durée de vie de 50 ans pour les bâtiments	Possibilité d'adapter les paramètres en fonction des caractéristiques de l'étude : Durée de vie des éléments, ACV dynamique, ACV prospective, Impacts évités, Etc.
Calcul ACV méthode	Facteurs d'équivalence en énergie primaire et en émissions de CO2 conventionnels Réduction de l'impact de gaz à effet de serre émis dans le futur (1 kg de CO2 émis dans 50 ans équivaut selon cette pondération à 0.578 kg de CO2 émis aujourd'hui)	Simulation heure par heure du mix de production d'électricité Les impacts subis par les générations futures sont pris en compte de la même manière que pour la génération présente
Objectifs et critères environnementaux	Un critère réglementaire limite les émissions de CO2 liées aux produits de construction, sans prendre en compte le bénéfice lié aux économies d'énergie. Les seuils prévus risquent d'interdire de fait l'intégration de composants photovoltaïques par exemple Deux critères sont considérés : l'énergie et le carbone.	L'objectif est de réduire les impacts sur l'ensemble du cycle de vie : des impacts plus élevés en fabrication sont acceptables s'ils sont compensés par des impacts plus faibles en utilisation, c'est le bilan complet qui est considéré pour comparer les choix de conception. Un ensemble de critères incluant la santé, la biodiversité, les ressources et le climat a pour but d'éviter les transferts d'impact.

#### 4.6. Interprétation des résultats d'ACV

L'interprétation des résultats d'une étude ACV doit se faire avec précaution et respecter certains grands principes en fonction des objectifs de l'étude, ou de la phase d'étude en cours.

##### *Diagnostic, analyse de contribution*

Les premiers résultats en écoconception concernent généralement l'établissement d'un diagnostic sur un projet de référence (pratiques usuelles, niveaux réglementaires). On utilise alors des analyses de contribution permettant d'identifier les sources principales d'impacts. Il est important à ce stade d'avoir un nombre d'indicateurs suffisant pour ne pas risquer de remplacer un problème par un autre lors de la recherche de solutions. Le choix d'une durée de vie faible (par exemple 50 ans) conduit à surestimer l'importance des produits (fabrication, remplacement, fin de vie) par rapport à l'étape d'utilisation (consommations d'énergie et d'eau, etc.).

##### *Recherche de solutions, analyses comparatives, analyses de sensibilité*

En fonction des contributeurs principaux, des pistes de solutions sont ensuite proposées pour réduire les impacts. On utilise alors des analyses comparatives sous forme de diagramme radar ou d'histogrammes

en valeur relative (variante la plus impactante ou projet de référence fixés à 1 soit 100%). Ce type de graphique est utile également pour les analyses de sensibilité simple où l'on fait varier un paramètre pour mesurer la robustesse de l'étude. Il est important ici de comparer les variantes, indicateur par indicateur. Le diagramme radar peut induire un biais visuel poussant à choisir la meilleure variante sur l'aire la plus petite au centre du radar ce qui n'est pas une interprétation valide. Ceci est problématique en particulier dans le cas où une variante est meilleure sur certains indicateurs mais dégrade le bilan sur d'autres indicateurs.

### Recherche des indicateurs prioritaires, éco-profil et usage des indicateurs de dommage

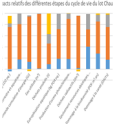
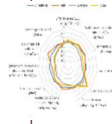

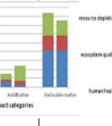
Il est alors nécessaire d'effectuer une autre étape d'interprétation pour déterminer les indicateurs à prioriser. Il est important de noter que l'on ne réalise cette étape que si nécessaire (c'est-à-dire si une variante est plus performante sur certains indicateurs et moins sur d'autres) ; dans la mesure du possible, on cherche à améliorer l'ensemble des indicateurs et à ne pas faire de choix.

Trois possibilités sont envisageables à ce stade pour statuer sur les indicateurs à favoriser :

- La réalisation d'un éco-profil permettant d'exprimer la plus grande partie possible des indicateurs sous une unité identique : les équivalents habitants-années. Il s'agit de diviser le résultat d'impact sur un indicateur par une valeur de référence correspondant à l'empreinte d'un habitant (de la France, de l'Europe, du Monde) tous secteurs confondus, sur ce même indicateur. Il est déconseillé d'inclure les indicateurs de toxicité et d'écotoxicité car les inventaires nationaux, européens ou mondiaux sont de trop mauvaise qualité pour établir des valeurs de référence fiables.
- L'agrégation des résultats des indicateurs potentiels en indicateur dommage. Ces indicateurs (Dommage à la santé, Dommage à la biodiversité) comportent des incertitudes de modélisation importantes mais permettent d'évaluer les impacts en termes d'années de vie perdue ou d'espèces disparues, ce qui correspond mieux à ce que l'on veut protéger. Ces indicateurs sont plus incertains en valeur absolue que les indicateurs d'effets (équivalent CO<sub>2</sub> par exemple), mais l'incertitude est moindre sur les valeurs relatives données par le diagramme radar.
- Une discussion avec les parties prenantes sur les indicateurs correspondant à des stratégies à l'échelle de la ville/du territoire/du périmètre du maître d'ouvrage. Il faut ici assumer la responsabilité du décideur dans le choix réalisé.

### Capitalisation et comparaison à des valeurs de référence

Au-delà des analyses comparatives entre différentes variantes d'un même projet, il peut parfois être intéressant de se comparer à des valeurs de référence. Ici il est alors très important de bien ajuster la référence pour qu'elle corresponde au périmètre de l'étude. Par exemple des valeurs de référence sont données par m<sup>2</sup> de logement collectif, de bureau etc. Il faut alors multiplier par la surface de chaque type pour obtenir une référence adaptée au projet urbain étudié, et vérifier le périmètre de l'étude (le transport des personnes à l'étape d'utilisation n'est par exemple pas inclus dans les références concernant les bâtiments). Cela permet de savoir si la performance est satisfaisante ou s'il convient de continuer à rechercher des améliorations au projet.

 <p><b>Analyse de contribution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour déterminer les sources d'impacts principales</li> </ul>	 <p><b>Analyse comparative</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparaison de solutions de conception</li> <li>• Analyse de sensibilité</li> <li>• Le périmètre d'étude doit être identique</li> </ul>
 <p><b>Comparaison à des références</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possible si le périmètre est identique</li> <li>• A moduler si besoin selon le climat ou d'autres aspects de contexte</li> </ul>	 <p><b>Gestion du multi-critère</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne faire que si nécessaire</li> <li>• Eco-profil et/ou Utilisation d'indicateurs de dommage</li> </ul>

### *ACV et économie circulaire : de l'importance du multicritère lors de l'interprétation*

Lors de la mise en place de pratiques d'économie circulaire sur un projet urbain en conception, il est tentant de vouloir utiliser des indicateurs spécifiques en vogue (indicateur de circularité, taux de recyclage, etc.), ou de se focaliser sur les indicateurs « ressources » (déchets, ressources abiotiques, énergie primaire) qui semblent mieux représenter les avantages de ces pratiques.

La première option présente le risque de sous-optimiser un projet en utilisant des indicateurs inadaptés à l'objectif d'écoconception d'éviter le transfert d'impacts (voir paragraphe 4.4). En effet, les indicateurs d'économie circulaire comme les indicateurs de circularité ne caractérisent pas les impacts environnementaux et ne permettent donc pas de déterminer l'efficacité réelle des mesures prises. La deuxième option risque de cacher des impacts ou des bénéfices environnementaux liées aux pratiques d'économie circulaire et portant sur des aspects autres que les ressources comme la santé ou la qualité des écosystèmes (voir paragraphe 0).

Dans le cadre d'une définition telle que celle posée par l'ADEME et reprise dans le cadre du projet PULSE : « un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien être des individus », l'utilisation des indicateurs liés à la santé humaine et à la préservation de la biodiversité prennent tout leur sens.

## 5. Conclusion

---

Les maîtres d'ouvrage ont un rôle moteur et fédérateur dans le développement des pratiques vertueuses en permettant le dialogue entre les acteurs (grands groupes, ESS, acteurs publics, Eco-organisme, etc.) et la structuration des filières, notamment sur le réemploi. En particulier, ils fixent des objectifs de performance dans leurs programmes qui incitent la maîtrise d'œuvre à aller au-delà des simples exigences réglementaires. Les outils disponibles permettent la mise en œuvre d'une approche d'écoconception sans nécessiter de ressources considérables par rapport aux missions classiques d'études.

Les recommandations présentées ici leur permettent d'aborder de manière objective les questions de performances environnementales et d'économie circulaire dans un contexte de foisonnement des définitions, des pratiques et des outils. Elles accompagnent la nécessaire montée en compétence des maîtres d'ouvrage sur ces sujets complexes. Si les grandes collectivités ou acteurs privés peuvent faire le choix de spécialiser certains de leurs agents sur ces thématiques (référents), l'enjeu est plus complexe pour les petites collectivités ou PME.

L'économie circulaire n'est qu'un moyen. Une réelle pratique d'écoconception doit viser une performance intégrant un ensemble de critères environnementaux. L'étude de cas menée sur le projet de Saint Vincent de Paul a montré l'importance de suivre ces indicateurs aux différentes phases de conception afin d'éviter d'abandonner des leviers d'action ayant une influence réelle sur la performance (par exemple la ventilation double flux, la production d'électricité photovoltaïque) au profit de simples actions de communication. En valorisant les bonnes pratiques par une quantification la plus objective possible de la performance environnementale, l'écoconception est ainsi au service de la responsabilité sociétale et de l'exemplarité.

## 6. Pour aller plus loin

---

Le projet PULSE-PARIS « Ecoconception des projets urbains et lien avec la Stratégie économie circulaire de Paris », a pour objet d'étudier l'application de l'ACV pour évaluer des pratiques d'économie circulaire. En particulier, le projet vise à rendre les outils d'écoconception, à l'échelle du quartier, plus complets et plus opérationnels, en intégrant les leviers d'action liés à l'économie circulaire (EC).

Les résultats du projet s'articulent autour de 4 livrables disponibles sur la librairie de l'ADEME <https://librairie.ademe.fr/>

- Livrable 1 : Etat de l'art et revue des choix méthodologiques
- Livrable 2 : Développement méthodologique de l'ACV à l'échelle d'un projet urbain
- Livrable 3 : Etude de cas : Saint-Vincent-de-Paul
- Livrable 4 : Économie circulaire et cohérence inter-échelles

Le guide Economie circulaire et Urbanisme de l'ADEME (2020) : <https://www.ademe.fr/guide-economie-circulaire-urbanisme>

Le Livre blanc de Economie Circulaire : un atout pour relever le défi de l'aménagement durable des territoires (2018) : <https://www.ademe.fr/economie-circulaire-atout-relever-defi-lamenagement-durable-territoires>

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



## Ecoconception des projets urbains et économie circulaire : recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrage

Dans un contexte de profonde crise environnementale, la notion d'Économie Circulaire connaît depuis une dizaine d'années une forte popularité dans le débat sur le développement durable, et spécialement dans les préoccupations des acteurs en charge de la gestion des villes.

Dans le cadre du projet PULSE-PARIS, l'analyse de cycle de vie a été utilisée pour évaluer des pratiques d'économie circulaire sur un cas d'étude pilote : la requalification de l'hôpital Saint Vincent de Paul, à Paris 14<sup>e</sup>. Les enseignements de ce projet, des échanges avec les parties prenantes, les leçons tirées de l'étude de cas et de la littérature scientifique sont synthétisées dans le présent document à destination des maîtres d'ouvrage.

Le document se découpe en trois grandes parties : Pourquoi utiliser les outils d'écoconception ? Comment les utiliser/mobiliser dans le cadre des projets urbains ? Quand les utiliser ?

Les maîtres d'ouvrage ont un rôle moteur et fédérateur dans le développement des pratiques vertueuses d'économie circulaire.

Les recommandations présentées ici leur permettent d'aborder de manière plus sereine les questions de performances environnementales et d'économie circulaire.

Elles accompagnent la nécessaire montée en compétence des maîtres d'ouvrage sur ces sujets complexes.

