



VERSION  
2

ÎLE-DE-FRANCE

---

# PRATIQUE OPÉRATIONNELLE DE L'ACV BÂTIMENT EN ÉCOCONCEPTION ET AIDE À LA DÉCISION

---

retour d'expérience de la communauté francilienne  
d'expérimentation septembre 2012 – septembre 2016

---

**ÉTUDE**  
Novembre 2017

---

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie





## Ce document est édité par l'ADEME

### ADEME

#### Direction régionale Île-de-France

6/8, rue Jean-Jaurès  
92 807 PUTEAUX CEDEX  
Tél. : 01 49 01 45 47 - Fax : 01 49 00 06 84

#### Coordination technique :

Hadjra Schmitt et Stefan Louillat

#### Coordinatrice de l'édition :

Marie Lopes

#### Crédits photos :

©Ademe , ©Shutterstock, ©Adobe Stock

#### Création graphique :

L.A. Jacquemin 06 09 73 45 91

#### Impression :

STIPA Imprimerie, imprimé en France : 300 exemplaires  
certification PEFC, Iso 14001, Imprim'vert, Print Environnement.

#### Référence brochure : 010609

ISBN Print : 979-10-297-1116-9

ISBN Web : 979-10-297-1117-6

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, juillet 2018.

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 L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du 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'œuvre 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.



<b>SYNTHÈSE OPÉRATIONNELLE</b>	<b>05</b>
<b>➔ PREMIÈRE PARTIE POURQUOI CETTE COMMUNAUTÉ ? QUELLE ORGANISATION, POUR QUELS BUTS ?</b>	<b>06</b>
<b>1 Pourquoi l'Analyse du Cycle de Vie ?</b>	<b>06</b>
1.1 Historique de la création de la communauté d'expérimentation	06
1.2 La pensée en cycle de vie : une tendance de fond	07
1.2.1 Une évidence scientifique...	07
1.2.2 ... et un projet de société porté par notre réglementation	07
1.3 Les espoirs des opérationnels	08
1.3.1 État des lieux des compétences initiales	08
1.3.2 Des attentes claires des opérationnels	08
<b>2 Communauté d'expérimentation : objectifs et organisation</b>	<b>09</b>
2.1 Objectifs de la communauté	09
2.2 Hypothèses structurantes des travaux	10
2.2.1 Hypothèses de travail	10
2.2.2 Hors champ de l'expérimentation	10
2.3 Organisation de la communauté	11
2.3.1 Les acteurs	11
2.3.2 Mise en place de l'ACV dans les projets	12
2.3.3 Animation de la communauté	12
2.4 Qui pratiquera l'ACV ? Deux configurations possibles	12
2.4.1 Cas du calcul par un AMO chargé de l'évaluation environnementale	12
2.4.2 Calcul par la maîtrise d'œuvre	13
<b>3 Projets retenus</b>	<b>14</b>
3.1 Mode de sélection des projets	14
3.2 Liste des projets composant la communauté	15
3.3 Typologie des projets retenus	19
<b>➔ DEUXIÈME PARTIE RETOUR D'EXPÉRIENCE : MÉTHODES ET RÉSULTATS</b>	<b>20</b>
<b>1 Connaissance préalable de l'ACV par les équipes</b>	<b>20</b>
1.1 Le chemin d'apprentissage du MOE/AMO	20
1.2 Parcours d'apprentissage d'un maître d'ouvrage	22
1.3 Exemple de questionnements rencontrés	23
1.3.1 Quand la comparaison de produits similaires ne « matche » pas...	23
1.3.2 L'utilisation des méthodes simplifiées limitées au logement	23
1.3.3 Autres sources d'interrogation : l'évaluation GES du bois construction	24
<b>2 Quel choix des enjeux environnementaux par les équipes ?</b>	<b>24</b>
2.1 La question fondamentale sous-jacente : l'importance de la construction dans l'impact global	24
2.2 Les choix dans le tertiaire privé	24
2.3 Les choix dans le logement	25
2.4 Les choix d'un groupe de citoyens engagés	26
2.5 Exemples de scores et méthodes de présentation des résultats	27
2.5.1 Résumé du besoin : l'arbitrage des variantes	27
2.5.2 Méthode de pondération par familles d'impacts	28
2.5.3 Méthode de note absolue (scoring)	29
2.5.4 Méthode NovaEquer	31
2.6 La nécessité de « dispositifs de traduction »	32
<b>3 Retour d'expérience sur les méthodes</b>	<b>33</b>
3.1 Les dix questions cruciales de la mise en place opérationnelle	33
3.2 Proposition de segmentation des projets	33
3.3 AMO ou MOE à la manœuvre ? Le retour d'expérience	35
3.3.1 Configuration avec le maître d'œuvre porteur de l'ACV bâtiment : 7 projets	35
3.3.2 Configuration avec l'assistant à maîtrise d'ouvrage porteur de l'ACV bâtiment : 9 projets.	35
3.3.3 Autres parties prenantes : dialogue avec les entreprises d'exécution	35
3.4 Quand calculer l'ACV bâtiment ?	36
3.4.1 Relation prise de décisions versus impacts	36
3.4.2 Relation aux lots	38
3.4.3 L'ACV bâtiment est-elle simplifiable ?	39
3.4.4 Trois stratégies d'évitement d'impacts	39
3.5 Études paramétriques	40
3.6 Lien avec le BIM	41
3.7 Les différentes options de calcul d'ACV	42
3.7.1 Méthode « des lots » ou méthode « globale »	42
3.7.2 Variété des périmètres de calcul	44
3.7.3 Variété des contributeurs	44
3.7.4 Difficulté d'alignement de toutes les contraintes	46
3.8 L'iso-fonctionnalité parfaite n'existe pas	46
3.9 Les cadres d'arbitrage des solutions constructives et matériaux	47

CLIQUEZ  
sur la page  
concernée



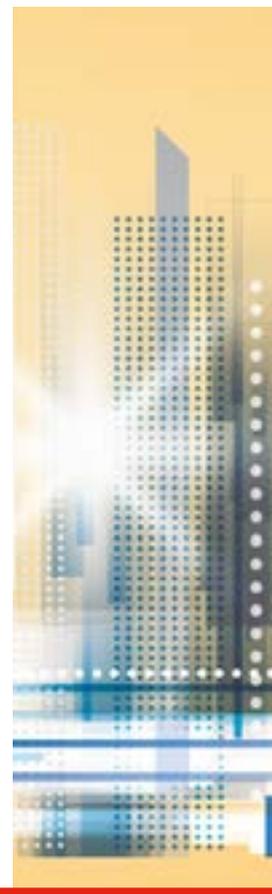
# SOMMAIRE SUITE

< DÉBUT DU SOMMAIRE

<b>4</b>	<b>Synthèse de l'impact opérationnel</b>	<b>49</b>
4.1	Bilan du calcul de l'ACV bâtiment	49
4.2	Analyse des prises de décision / arbitrages	50
4.3	Sujet des FDES collectives	50
<b>5</b>	<b>Recommandations du panel des expérimentateurs</b>	<b>51</b>
5.1	Conditions essentielles de la réussite	51
5.2	Modalités de calcul en fonction de la segmentation	52
5.3	Dialogue dans la chaîne de valeur	53
5.4	Recommandations aux porteurs d'outils de calcul	53
<b>6</b>	<b>Valorisation des travaux de la communauté</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>Glossaire</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>56</b>
8.1	Projets de recherche nationaux et européens	56
8.2	Guides	56
8.3	Normes de référence	57
<b>9</b>	<b>Liste des participants aux deux phases de la communauté</b>	<b>58</b>

CLIQUEZ  
sur la page  
concernée

*Nota : ce rapport ne développe pas ce qu'est l'Analyse du Cycle de Vie en détail. Cette notion est supposée connue du lecteur. Plusieurs documents présentant les notions d'ACV sont cités en bibliographie.*



En faisant la comptabilité de tous les impacts environnementaux d'un bâtiment, depuis la fabrication de ses matériaux jusqu'à sa fin de vie, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est amenée à devenir un outil central de son éco-conception, à l'instar d'autres industries. Côté concepteur, nous avons maintenant accès à une nouvelle information à utiliser à l'heure des choix constructifs, cette information s'ajoutant aux très nombreux paramètres et contraintes projet...

Seize équipes projet, sur seize opérations immobilières, ont été réunies par la Direction régionale Île-de-France de l'ADEME pour « faire parler » les ACV bâtiment dans leur conception. Le panel, réuni en deux « communautés d'expérimentation » (l'une sur la période 2013 - 2014, l'autre sur la période 2015 - 2016), était très équilibré en termes de projets (logement, bureaux équipements ; neufs et rénovations) mais également en termes de modes de dévolution ou encore d'équilibre public - privé.

Si l'outil d'ACV bâtiment est prometteur, il y a encore une certaine difficulté opérationnelle et méthodologique à le mettre en place en phases amont de conception.

Nous présentons ici de nombreuses solutions explorées par les équipes (assistants à maîtrise d'ouvrage, maîtres d'œuvres, en compagnie de leurs maîtres d'ouvrage) pour tenter d'éclairer les choix de conception.

Nous avons distingué plusieurs modalités de calcul, tant en termes de jeu d'acteur en fonction des montages contractuels que de choix stratégiques sur les hypothèses du calcul lui-même. Dans les moments initiaux du projet, lorsqu'aucune approche calculatoire n'est encore possible, nous avons pu vérifier qu'un travail sur "gamme" de produits immobiliers ou à base de retours des expériences

passées était un bon moyen de rechercher de moindres impacts dans une esquisse réalisée en connaissance de cause.

L'utilisation du BIM (Building Information Modeling) est apparue dans la seconde phase de l'expérimentation : la maquette numérique a très certainement facilité les collaborations au sein des groupements de maîtrise d'œuvre et le dialogue entre les lots.

Des études paramétriques intéressantes ont été produites également : réduction des impacts environnementaux (ACV) versus confort ou santé.

Tout le monde n'est pas à pied d'égalité devant un outil aussi technique : nous avons relevé que les quatre cercles d'interlocuteurs n'avaient pas le même niveau de dialogue et d'appréciation sur l'ACV bâtiment : les professionnels de l'évaluation environnementale, les sachants, puis les concepteurs qui doivent comprendre les conclusions du calcul, les autres parties prenantes projets (entreprises d'exécution, responsables de programmes, etc.) et enfin le grand public et les utilisateurs. Ces quatre cercles ne peuvent pas utiliser les mêmes outils pour la compréhension de l'ACV bâtiment et il a fallu fabriquer de l'information simplifiée (score, pondérations, comparaisons) afin d'interpréter les résultats.

Il est à noter que lorsqu'un score est produit, la pédagogie du score est importante : il s'agit pour le maître d'ouvrage de valider la démarche en y reconnaissant ses priorités. Il aura manqué de scores ou étiquettes sur les solutions constructives pour consulter les entreprises d'exécution et régler simplement les choix en interpellant les hommes de l'art. Reste à régler la question d'un arbitrage environnemental des solutions qui n'iraient pas dans le sens de l'arbitrage économique. Il faudra rechercher

le bénéfique ou la reconnaissance qu'en tire le maître d'ouvrage.

Enfin, alors que l'ACV bâtiment sera bientôt central, au niveau national, dans les labels ou les démarches environnementales volontaires, il est urgent de résoudre la question opérationnelle de la prise en main des outils et de la formation des maîtres d'ouvrages et des concepteurs.

Nous remercions tous les participants à cette communauté, pour leur pragmatisme, la volonté de faire avancer les pratiques et pour leurs témoignages. Cette communauté aura été décidément un excellent moyen de progresser ensemble par la pratique et l'échange.

**L'IFPEB, Ekopolis  
et l'ADEME Île-de-France.**





# PREMIÈRE PARTIE POURQUOI CETTE COMMUNAUTÉ ? QUELLE ORGANISATION, POUR QUELS BUTS ?

## ➔ 1. POURQUOI L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE ?

### ➔ 1.1 - Historique de la création de la communauté d'expérimentation

#### LES ORIGINES

La Direction régionale Île-de-France de l'ADEME accompagne depuis plusieurs années des maîtres d'ouvrages par une aide à la décision sur le Bilan Carbone des opérations de construction.

Plusieurs intervenants des projets concernés par ces bilans de Gaz à Effet de Serre (GES) ont proposé spontanément à l'ADEME de réaliser, pour une même mobilisation de temps d'étude, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) du bâtiment afin de déterminer non pas un, mais plusieurs impacts environnementaux de leur construction. Le bénéfice, au-delà de la connaissance des impacts, était également l'évitement des déplacements de pollution sur les différentes variantes.



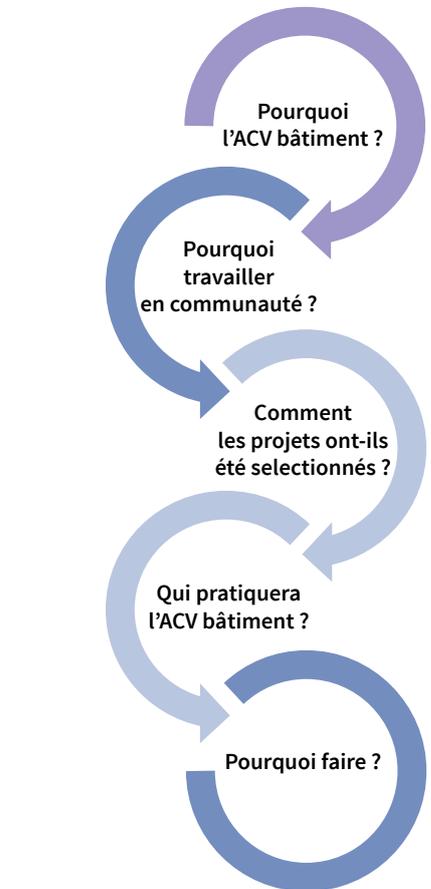
#### L'ACV : UNE INFORMATION SUPPLÉMENTAIRE POUR ORIENTER LES CHOIX DE CONCEPTION

De nombreux outils sont déjà convoqués à la conception et l'optimisation d'un bâtiment (maquette numérique, simulation énergétique dynamique pour le dimensionnement énergétique, calcul réglementaire, calcul de structure, évaluation économique, etc.)

L'ACV calculée au niveau bâtiment apparaît comme un outil nouveau produisant de l'information environnementale sur le cycle de vie de la construction.

L'ACV étant un outil complexe, demandant un grand nombre de données d'entrées, peut-on l'utiliser avec profit en phase de conception pour aider à la décision et maîtriser ou réduire des impacts environnementaux d'un bâtiment ? En d'autres mots, quelle pourrait être la contribution de l'ACV à l'écoconception d'un bâtiment ?

L'enjeu fondamental pour l'ADEME, sur les GES comme sur tous les autres

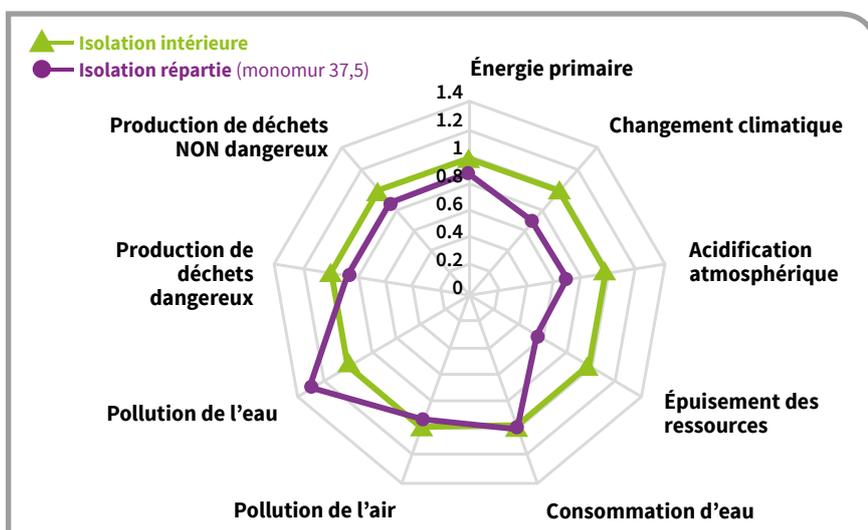


impacts environnementaux, est de créer dans le marché les conditions d'une amélioration environnementale significative des bâtiments. Il s'agit, grâce à ces outils de calcul d'impacts environnementaux, de permettre leur réduction grâce à des choix éclairés.

En proposant aux acteurs du marché franciliens de se rassembler dans une communauté d'expérimentation sur le sujet "ACV et conception de bâtiment", l'ADEME Île-de-France a reçu un accueil très favorable des professionnels.

Une première communauté d'expérimentation a réuni une dizaine de projets fin 2012 et s'est achevée en juin 2014. Une seconde communauté d'expérimentation constituée de quatre projets de la première phase et de six nouveaux projets a été réunie fin 2014 pour se terminer fin 2015.

**Ce document résulte de ces trois années d'expérience.**



## ➔ 1.2 - La pensée en cycle de vie : une tendance de fond

### ➔ 1.2.1 - Une évidence scientifique...

Les impacts habituels liés aux consommations fluides du bâtiment, lors de sa vie en œuvre, sont bien connus et traités : performance énergétique, économie d'eau, production de déchets d'exploitation.

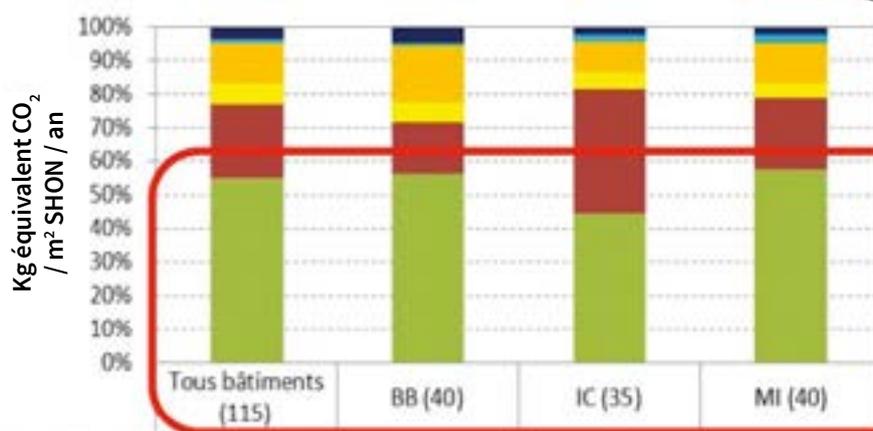
Il est maintenant nécessaire de s'attaquer aux impacts cachés de la construction : les calculs montrent

qu'ils sont, en proportion, au moins aussi importants. Pour ne prendre qu'un impact consensuel, l'impact au changement climatique, l'expérimentation HQE Performance démontre la contribution significative du poste "produits et équipements" de construction.

**La voie vers une construction plus responsable passe donc par un raisonnement en cycle de vie, lorsque plus 50 % des impacts sont liés aux émissions indirectes de GES (exemple ci-dessous). Il s'agit de diminuer les impacts au plus faible euro investi, par des arbitrages sur le projet et ses composants (les produits et équipements.)**

#### CHANGEMENT CLIMATIQUE - DVP 50 ANS

INDICATEUR CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE POSTE "PRODUITS ET ÉQUIPEMENTS" (EN VERT) EN KG EQ.CO<sub>2</sub>/M<sup>2</sup> SHON/AN. (MÉDIANES, DVP DE 50 ANS)  
Source : Expérimentation HQE Performance



	Tous bâtiments (115)	BB (40)	IC (35)	MI (40)
■ Contributeur chantier	0,6	1,0	0,5	0,3
■ Contributeur Consommations d'Eau	0,2	0,1	0,5	0,3
■ Contributeur Energie : Usages non liés au bâti	2,2	3,6	2,2	1,8
■ Contributeur Energie : Usages liés au bâti hors RT	1,1	1,2	1,2	0,6
■ Contributeur Energie : Postes réglementaires	4,0	3,2	8,9	3,1
■ Contributeur Produits et Equipements	10,3	11,8	10,6	8,4

### ➔ 1.2.2 ...Et un projet de société porté par notre réglementation

Diminuer les impacts de la construction sur son cycle de vie est un objectif qui pointe par divers aspects réglementaires récents. Le sujet est identifié par le législateur comme un axe de progrès important des politiques publiques. La loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV<sup>1</sup>) a conforté le cadre législatif et les travaux en cours de développement initiés par la loi portant engage-

ment national pour l'environnement<sup>2</sup>. **À court terme**, deux textes réglementaires applicables aux bâtiments publics<sup>3</sup> et au bonus de constructibilité<sup>4</sup> introduisent les notions d'exemplarité énergétique, d'exemplarité environnementale et du bâtiment à énergie positive.

Les notions d'exemplarité environnementale s'appuient sur les perfor-

mances ou caractéristiques minimales des critères suivants :

- réduction de la consommation d'énergie,
- réduction des émissions GES sur le cycle de vie,
- quantité de déchets valorisés,
- matériaux biosourcés,
- qualité de l'air intérieur,
- qualité de mise en œuvre des installations de ventilation.

<sup>1</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

<sup>2</sup> Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

<sup>3</sup> Décret n° 2016-1821 du 21 décembre 2016 et arrêté du 10 avril 2017 relatifs aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'État, de ses établissements publics ou des collectivités territoriales.

<sup>4</sup> Décret n° 2016-856 du 28 juin 2016 fixant les conditions à remplir pour bénéficier du dépassement des règles de constructibilité prévu au 3° de l'article L. 151-28 du code de l'urbanisme et arrêté du 12 octobre 2016 relatif aux conditions à remplir pour bénéficier du dépassement des règles de constructibilité prévu au 3° de l'article L. 151-28 du code de l'urbanisme.

L'impact lié aux émissions de GES sur le cycle de vie est en avant également mis pour contribuer à lutter contre le changement climatique :

- Article 8 alinéa V de la LTECV "empreinte carbone" : "Les bâtiments à faible empreinte carbone, construits en minimisant leur contribution aux émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble de leur cycle de vie, de leur construction jusqu'à leur déconstruction, concourent à l'atteinte de l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixé à l'article L. 100-4 du code de l'énergie."
- Article L111-9 du Code de la Construction et de l'Habitation

modifié : "À partir de 2018, pour les constructions nouvelles, le niveau d'émissions de gaz à effet de serre pris en considération dans la définition de leur performance énergétique et une méthode de calcul de ces émissions sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, adaptée à ces constructions nouvelles".

**À moyen terme**, un label environnemental volontaire "énergie positive et réduction carbone dit E+C" préfigurerait les futures réglementations "environnementales" du bâtiment.

**À plus long terme**, la réglementation inclura une évaluation multicritère (énergie, GES, eau, déchets, etc.) des

performances du bâtiment sur son cycle de vie<sup>5</sup>.

**En quelques mots, il s'agira de :**

- **passer du monocritère au multicritère,**
- **passer de la phase d'usage au cycle de vie,**
- **d'introduire des notions d'économie circulaire,**
- **d'arbitrer sur les choix de construction en amont pour limiter les impacts sur le cycle de vie.**

<sup>5</sup> Introduit par la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

## ➔ 1.3 - Les espoirs des opérationnels

### ➔ 1.3.1 - État des lieux des compétences initiales

Un état des lieux initial des compétences et des motivations a été dressé individuellement avec tous les participants de la communauté : maîtres d'ouvrage, assistants à maîtrise d'ouvrage et maîtres d'œuvre.

**Il a permis d'éclairer l'attrait des praticiens vis-à-vis de l'ACV bâtiment :**

- L'espoir d'une écoconception totale du bâtiment : réponse au besoin fonctionnel, optimisation énergétique, impacts des matériaux (via l'ACV), le tout sous contrainte économique habituelle ;
- Passer d'une logique de moyens à une logique de résultats, notamment pour la prescription d'objectifs environnementaux aux concepteurs ;

- Possibilité d'objectiver le coût global et impacts ACV (économie versus impacts d'une solution) ;
- Possibilité d'éco-conditionner sur une base quantitative, dans le futur ;
- Capacité à révéler les fausses bonnes idées (exemple souvent cité : le photovoltaïque, fabriqué en Chine ou en France, a-t-il un impact global bénéfique ?) ;
- Capacité de rétro-conception : questionner les réalisations a posteriori pour relever les idées couramment admises à l'aune des impacts cachés révélés par l'ACV.

### ➔ 1.3.2 - Des attentes claires des opérationnels

Certains maîtres d'ouvrage avaient déjà commencé à expérimenter "pour voir" l'ACV en phase amont des projets, de manière très expérimentale et sans cadre précis, mais toujours avec deux objectifs principaux :

**1. L'ACV bâtiment ne doit pas servir qu'à mesurer a posteriori l'impact de choix déjà entérinés.** Il s'agit de faire participer les considérations sur le cycle de vie comme une information supplé-

mentaire dans un processus de prises de décisions déjà extrêmement complexe, afin de faire des choix ;

**2. L'ACV bâtiment permet d'objectiver des évitements d'impacts**, que l'on pourra rapprocher de la politique environnementale de la maîtrise d'ouvrage.

L'expérimentation HQE Performance, visant à asseoir l'évaluation environnementale des bâtiments sur des

bases performantielles déterminées par des ACV, initiée en 2011, a popularisé l'ACV et suscité de l'intérêt pour cette approche.

À ce sujet, les professionnels réunis dans la communauté francilienne d'expérimentation recherchaient a priori davantage **un outil d'écoconception qu'un outil d'évaluation environnementale.**

“  
On sait que le bâtiment responsable devra diminuer ses impacts. On sera attendu sur le carbone.”

Maître d'ouvrage du tertiaire privé

## Pour mémoire :

### L'évaluation environnementale

est le calcul d'indicateurs de performance d'un bâtiment, sur les différents critères, et la situer par rapport à un état de l'art. Le calcul doit être ainsi normé et homogène pour assurer que la comparaison entre projets soit valable. Cette évaluation a lieu ex post, sur le bâtiment réellement construit. L'expérimentation HQE Performance s'appuie sur ce principe. Elle constitue au niveau national et international la plus grande expérimentation grandeur nature de calcul d'ACV bâtiment portant sur un échantillon significatif. Elle a permis de situer des premières moyennes d'impacts, sur le tertiaire comme sur le logement.



L'écoconception s'attache à concevoir au mieux le bien ou service, en alliant fonctionnalité, coût et performance environnementale sur le cycle de vie. Il s'agit bien de conception "en mode projet", et de validation de choix programmatiques en démarrage de conception, comme d'options techniques dans la mise

en œuvre. C'est une démarche d'évaluation environnementale idéalement conduite dès les phases très amont du projet.

## ➔ 2. COMMUNAUTE D'EXPERIMENTATION : OBJECTIFS ET ORGANISATION

### ➔ 2.1 - Objectifs de la communauté

La création de la communauté francilienne d'expérimentation a répondu à trois objectifs :

**1. Créer une plateforme d'échange de professionnels** volontaire pour tester la contribution de l'ACV bâtiment à la conception et aux prises de décision et **favoriser ainsi leur montée en compétence ;**

**2. Résoudre par la collaboration la question de la prise en main opérationnelle** sur le sujet :

- Cadrer les pratiques existantes de l'ACV bâtiment pour en dégager les aspects méthodologiques ;
- Caractériser la contribution de l'ACV à l'écoconception d'un bâtiment (aide à la décision) ;
- Caractériser par les acteurs de terrain la capacité opérationnelle d'outils logiciels d'ACV bâtiment et adresser éventuellement des recommandations aux développeurs d'outils.

**3. Améliorer concrètement** la qualité environnementale de la production de bâtiments grâce à des prises de décisions objectives.

*L'ACV telle qu'utilisée auparavant, à savoir définir l'image de l'impact environnemental d'un projet en fin de conception, est amenée à disparaître au profit d'une ACV intégrée dans chacun des choix de conception et dans chacune des phases du processus de la construction. En effet, outre les caractéristiques intrinsèques liées à la qualité et à la durabilité des matériaux, systèmes ou produits, les impacts liés au confort et à l'usage doivent également être considérés. (...)*

*Les évolutions de la réglementation et des certifications / labellisations vont dans ce sens et imposent une manière différente de travailler. L'ACV doit donc être vue comme un outil d'aide à la décision pouvant par exemple impacter les choix constructifs ou permettre de prioriser les enjeux (thermique, santé, etc.). Cette étude ne doit plus être minimisée mais doit être utilisée comme vecteur de performance globale dans un écosystème dont les valeurs d'usage et de confort sont devenues différenciantes (lors de la vente / location d'un bâtiment de bureau par exemple). Donner du sens à cette réflexion permet de donner du contenu à cette étude qui en avait peu pour un public non averti.*

*La mise en œuvre d'une démarche BIM facilite l'échange d'information dans la mesure où la maquette intègre dès le départ les éléments nécessaires à la réalisation d'une ACV. Il est donc plus aisé pour un AMO de pouvoir interagir avec l'économiste par exemple.*

*D'une manière générale, la prise en compte de l'ACV en début de conception est primordiale et essentielle afin de proposer le projet le plus en adéquation avec son usage tout en limitant son impact environnemental. Le travail de l'AMO ne doit pas pour autant oublier l'aspect économique, déterminant dans un projet, afin de crédibiliser son accompagnement auprès de son maître d'ouvrage. **GREENAFFAIR, AMO Environnement***



L'étude de l'impact d'une opération sur son cycle de vie est amenée à se développer.

L'utilisation d'une telle démarche se fait dans le temps et en plusieurs étapes : d'abord les "experts" techniques testent, expérimentent, sans impact directs sur l'équipe projet. Puis l'ACV sort de sa sphère technique pour être réellement un outil au service d'une opération et ses acteurs : au service de l'équipe de conception pour conforter/justifier ses choix, à l'équipe de maîtrise d'ouvrage pour disposer d'indicateurs consolidés permettant de justifier un engagement ou une politique environnementale, au public, futurs utilisateurs du bâtiment, pour comprendre les bénéfices durables du produit livré.

Pour en arriver là, il me paraît indispensable de faciliter les échanges entre les différents types d'acteurs. Les échanges de bonnes pratiques, d'écueils à éviter, de retours d'expériences tant techniques qu'organisationnels.

C'est à mon sens un des points qu'a su initier ce groupe d'expérimentation.

Laurent PEREZ, DUREO, AMO QEB

## → 2.2 - Hypothèses structurantes des travaux

L'ACV bâtiment est en plein développement et a des fondements complexes (normes nationales et internationales, règles d'établissement des ACV produits et bâtiments, principes scientifiques de comptabilité d'impacts, etc...).

Il ne s'agissait pas pour les professionnels de la communauté d'expérimentation de traiter des sujets autres qu'opérationnels. Il était plutôt question de se pencher sur la contribution "pratique" de l'ACV à l'écoconception de bâtiments.

### → 2.2.1 - Les hypothèses de travail

Les quatre hypothèses de travail qui ont structuré les travaux des équipes :

1. L'ACV bâtiment doit trouver sa juste place dans la vaste suite des outils de conception, **tous les arbitrages fonctionnels, économiques ou autres restant bien évidemment opérants.**
2. **La liberté du choix des outils d'ACV bâtiment** (ELODIE, EQUER, COCON, autres). Si, en effet, des différences de résultats subsistent

en valeur absolue entre eux (à l'instar des simulations énergétiques dynamiques), la réalisation d'un calcul relatif sur un projet avec variantes est considéré comme fiable.

3. **Un périmètre de calcul libre** tant sur le périmètre du bâtiment étudié (procédés constructifs, lots ou globalité du bâtiment, etc.) que sur les phases de cycle de vie (travailler "Cradle to Gate", du berceau à

la porte de l'usine, ou "Cradle to Grave", du berceau à la tombe).

4. **La documentation des difficultés méthodologiques rencontrées et les solutions mises en place** pour les lever, puis tracer les décisions qui pouvaient être prises après analyse des résultats d'ACV.

### → 2.2.2 - Hors champ de l'expérimentation

#### LA QUALIFICATION DES OUTILS D'ACV BÂTIMENT

Le projet "COIMBA<sup>6</sup>" a mis en lumière les différences d'approche entre 17 outils d'ACV bâtiment : leur intégration avec un outil thermique, normes et bases de données utilisées.

COIMBA identifie également les étapes d'un projet en conception pour lesquelles l'outil est opérable.

Le sujet du choix et de la qualification des logiciels a donc été laissé hors champ de l'expérimentation. En pratique quatre logiciels ont été utilisés.

<sup>6</sup> Cf. Bibliographie en fin de document.



Rapport Coimba

<b>ELODIE 2</b>	Logiciel d'ACV bâtiment développé par le CSTB	<b>8 projets</b>
<b>COCON</b>	Logiciel d'ACV développé par EOSPHERE	<b>4 projets</b>
<b>NOVA EQUER</b>	Logiciel d'ACV bâtiment développé par l'Ecole des Mines de Paris	<b>1 projet</b>
<b>OUTIL PRIVÉ</b>	Outil Carb'Elioth développé par EGIS bâtiment, département ELIOTH	<b>1 projet</b>

### Les normes et bases de données

Certains verrous concernant l'ACV sont connus et ne seront pas l'objet de travaux dans le cadre de cette expérimentation. Ils sont en train d'être levés ou en passe de l'être grâce à d'autres initiatives ou travaux de normalisation à l'échelle nationale ou européenne :

1. La non-disponibilité et le manque de confiance dans les données en-

vironnementales des produits, matériaux de construction et équipements, sont en train de se corriger par la mise en œuvre de la réglementation française<sup>7</sup> et la norme européenne "EN 15804".

2. L'instabilité et le manque de consensus autour des méthodes de caractérisation des impacts environnementaux est en train de faire l'objet de travaux de normalisation sur l'ACV bâtiment (CEN TC 350).

**Nous ne travaillons pas à la convergence ou à la résolution des points exposés ci-dessus ; tout au plus nous illustrerons leurs effets dans la pratique opérationnelle.**

<sup>7</sup> Décret n° 2013-1264 du 23 décembre 2013 relatif à la déclaration environnementale de certains produits de construction destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment.

## → 2.3 - Organisation de la communauté

### → 2.3.1 - Les acteurs

La communauté d'expérimentation a ainsi rassemblé :

#### Les professionnels de seize équipes projets :

- Maîtres d'ouvrage.
- Assistants à maîtrise d'ouvrage environnementaux.
- Éventuellement maîtres d'œuvre et, pour une opération, l'assistant environnemental du maître d'œuvre.

#### Les organisateurs de l'expérimentation :

- La Direction régionale Île-de-France de l'ADEME initié et piloté globalement les travaux de la communauté et a soutenu les maîtres d'ouvrage pour l'achat à leurs prestataires d'une ACV bâtiment, à concurrence de 10 k€ maximum par projet.
- EKOPOLIS est le pôle de ressources francilien pour l'aménagement et la construction durables faisant partie du réseau BEEP. EKOPOLIS était le cadre naturel de cette communauté d'expérimentation et la valorisation des résultats auprès des professionnels franciliens.
- L'IFPEB avait pour rôle l'animation et l'apport d'expertise.

#### Un comité consultatif :

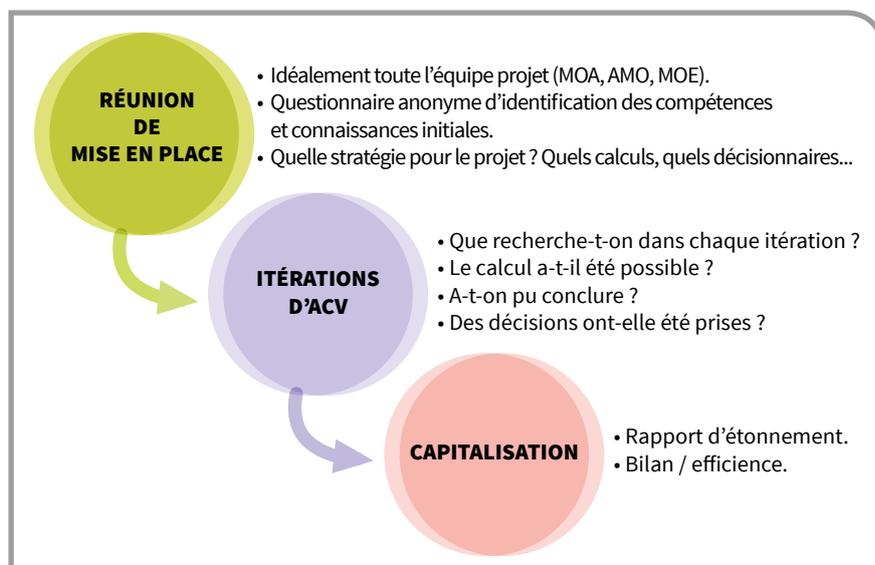
composé d'experts nationaux reconnus impliqués dans les projets de R&D sur l'ACV bâtiment, nationaux ou internationaux et/ou leur expertise :

- Alexandra LEBERT, pour le CSTB et pour le projet de recherche BENE-FIS sur l'ACV bâtiment.
- Nathalie SEMENT, pour l'Association HQE.
- Romain BONNET, spécialiste ACV bâtiment au sein de Bouygues Construction.
- Yannick CHAMPAIN, Président de GLOBE21 et directeur du cabinet VIVARCHI.
- Yves MOCH, animateur de secteur - Service Bâtiment, ADEME.
- Johann VANDEN BOGAERDE puis Jérémy FERRARI, spécialiste ACV pour le CODEM Picardie.



## → 2.3.2 - Mise en place de l'ACV dans les projets

Chaque équipe a été mobilisée sur une demi-journée pour démarrer la démarche, mettre en place la “main courante” des itérations des calculs d'ACV bâtiments : difficultés, trouvailles, étonnements... Qui ont fait la richesse de cette expérimentation !



## → 2.3.3 - Animation de la communauté

L'animation a été conduite comme suit :

- Une réunion de travail “plénière” tous les 3 mois, dont :
  - Un point d'étape tous les 6 mois avec le comité de pilotage de l'étude,
  - Un point d'étape à l'année avec production et présentation de résultats partiels par les équipes, pour favoriser les échanges croisés,
  - Une réunion de lancement et une réunion de clôture organisée par EKOPOLIS,
- Une réunion technique d'échange sur l'ACV bâtiment avec le CSTB pour les techniciens (AMO et MOE).

## → 2.4 - Qui pratiquera l'ACV ? Deux configurations possibles

Deux configurations ont été proposées aux équipes projets :

1. Le maître d'ouvrage confie à l'**assistant à maître d'ouvrage en charge de l'évaluation environnementale** la responsabilité d'une évaluation ACV des divers plans réalisés par la maîtrise d'œuvre, établissant ensuite le dialogue avec
2. Le maître d'ouvrage **demande à son équipe de maîtrise d'œuvre** d'effectuer le calcul ACV bâtiment à toutes les étapes de conception. Ce calcul est effectué à titre expérimental et ne fait pas partie officiellement des missions de

conception. L'assistant à maîtrise d'ouvrage chargé de l'évaluation développement durable sera éventuellement chargé d'encadrer et d'accompagner ces travaux.

Ces deux configurations sont développées ci-dessous.

### → 2.4.1 - Cas du calcul par un AMO chargé de l'évaluation environnementale

Pour initier prudemment les évaluations environnementales, la proposition est d'accompagner le processus classique de conception en évaluant les choix constructifs au cours du projet grâce à l'ACV dans une

mission complémentaire de l'Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) chargé de la Qualité Environnementale du Bâti (QEB).

Des maîtres d'ouvrage ont déjà souhaité, à titre expérimental, dans le

cadre d'une mission complémentaire, évaluer, d'une part, les impacts environnementaux du projet et de ses variantes, d'autre part, le coût global, à diverses étapes d'un projet de bâtiment.

#### Principe

Le prestataire de la mission “QEB-ACV” intervient tout au long de la conception et réalisation du projet, depuis la phase APS jusqu'à la livraison, voire jusqu'à la mise en place des utilisateurs et le suivi de la vie en œuvre.

De manière générale, le prestataire assistera le maître d'ouvrage dans la définition, puis la vérification des ob-

jectifs de qualité environnementale. C'est l'AMO qui opère le logiciel de calcul d'impacts d'ACV bâtiment.

L'analyse ACV portera sur les familles de produits de bâtiment significatives, visant à comparer l'impact environnemental de deux variantes, en consolidant les variables issues (consommation énergétique) de la simulation thermique de la responsa-

bilité du maître d'œuvre.

Sur les grands systèmes constructifs, les choix du maître d'ouvrage doivent être idéalement exprimés au niveau du programme en connaissance de cause des impacts.

L'ACV extrêmement simplifiée en phase esquisse est précisée lors des diverses étapes de conception.

## SYNOPTIQUE DE LA MISSION

- Le prestataire précise le cadre méthodologique, les outils et base de données pour l'analyse ACV et coût global des esquisses architecturales ainsi que les objectifs et indicateurs, le périmètre d'étude et toutes les hypothèses nécessaires pour la réalisation des calculs d'ACV.

### PHASE PROGRAMME

- Déclinaison de la politique développement durable du maître d'ouvrage, en prescriptions claires et si possible quantifiées.
- Établir un tableau de bord spécifique pour le suivi des aspects environnementaux, dès le début de l'opération, et le reporting des divers intervenants (maîtrise d'œuvre, bureau de contrôle, OPC, CSPS, entreprises...).
- Pour le dossier de concours qui sera remis aux candidats retenus, la forme, le format, le contenu des documents nécessaires pour réaliser l'ACV des esquisses.

### PRÉPARATION DES MARCHÉS

- Esquisse : évaluer dans ses grandes lignes l'impact environnemental des esquisses présentées par les candidats, évaluer le potentiel d'amélioration de cet impact pour chacune de ces propositions, notamment le coût marginal d'évitement ou d'amélioration pour chaque impact, en relation avec les priorités du maître d'ouvrage.
- APS : Analyse des propositions.
- APD : Travail d'évaluation en collaboration avec les maîtres d'œuvre.

### CHOIX DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

- DCE : inclusion du reporting environnemental nécessaire.
- Analyse des offres, établissement d'une note sur la façon dont les entreprises ont répondu aux critères environnementaux.

### CHOIX DES ENTREPRISES

- Recalage des évaluations en fonction des éléments réellement mis en œuvre.
- Information des utilisateurs.

### LIVRAISON

#### En conclusion, cette mission permet :

- d'expérimenter sans risque, tout en développant de nouveaux outils autour de la démarche QEB traditionnelle,
- d'établir un dialogue entre le maître d'ouvrage et ses assistants et le maître d'œuvre,
- de justifier l'optimisation liée aux choix des matériaux dans les systèmes de certification,
- d'acquérir de l'expérience et de mesurer la pertinence des outils utilisés.

#### ➔ 2.4.2 - Calcul par la maîtrise d'œuvre

Par définition, les candidats à un concours sur ESQUISSE peuvent fournir les éléments de réponse suivants<sup>8</sup>:

- Principaux choix techniques et technologiques, et leur incidence sur l'usage, l'exploitation, la maintenance et la pérennité de l'ouvrage.
- Les initiatives ou les choix du concepteur en matière de qualité environnementale.
- L'assurance d'une compatibilité entre le projet architectural et l'enveloppe financière prévisionnelle des travaux.

- Des éléments d'évaluation du bioclimatisme et de la performance énergétique atteinte.

Une évaluation environnementale peut être demandée avant ou après adjudication au maître d'œuvre. Elle sera cadrée par un cahier des charges. Le périmètre et les conditions de l'évaluation environnementale doivent être spécifiés précisément, par exemple :

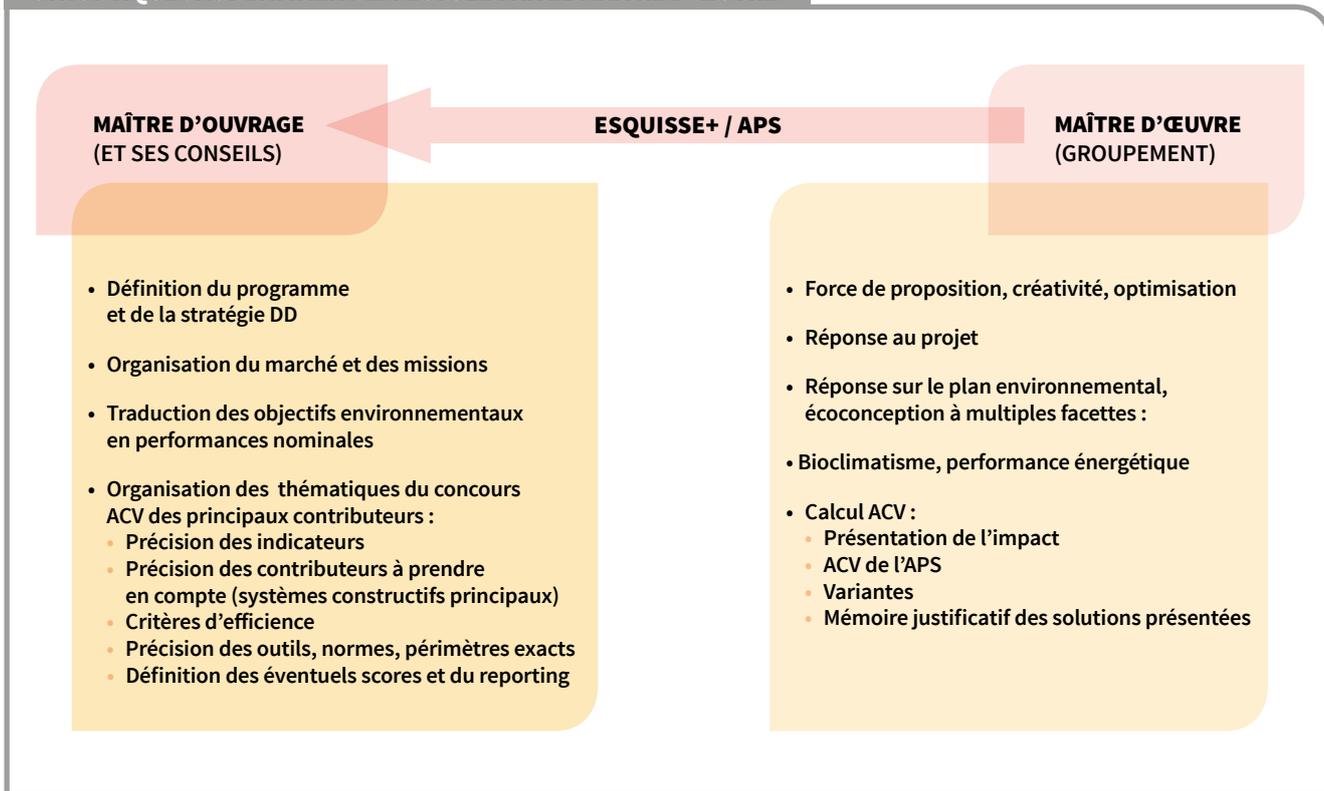
- Restriction de l'inventaire aux principaux lots contributeurs du clos couvert uniquement.

- Bases de données, normes et outils de calcul d'ACV bâtiment.
- Utilisation ou non de données génériques.
- Impacts environnementaux : restriction éventuelle à quelques impacts.
- Précision des phases de la vie du bâtiment (scénarios d'usage).

Les évaluations environnementales ont été effectuées ici à titre expérimental et n'ont pas fait partie des missions habituelles de maîtrise d'œuvre.

<sup>8</sup> Voir note de la MIQCP : prestations et primes en concours de maîtrise d'œuvre.





### → 3. PROJETS RETENUS

#### → 3.1 - Mode de sélection des projets

Les projets ont été sélectionnés par les organisateurs pour leur diversité et représentativité de la production de bâtiments francilienne :

- Présence de logement et de tertiaire.
- Équilibre entre projets neufs et rénovations.
- Reproductibilité des opérations : les projets devaient être représentatifs de la production francilienne courante : logements, bureaux, aménagements publics, etc. Dit autrement, ce ne sont pas des objets architecturaux "exceptionnels" ou unique.
- Différents stades de maturité (avant appel d'offre, à l'esquisse, APS, etc.).
- Un maître d'ouvrage ou assistant à maîtrise d'ouvrage ne pouvait pas présenter plus de deux projets.

Les projets étaient issus d'opérateurs ou maîtres d'ouvrage déjà motivés sur les aspects "développement durable", comme d'assistants à maîtrise d'ouvrage déjà sensibles au sujet.

Un entretien préalable a permis de fixer le niveau d'engagement et de sensibilisation du maître d'ouvrage et de son assistant à maîtrise d'ouvrage ou maître d'œuvre.

Il s'agissait également de consigner leurs attentes et idées vis-à-vis de la communauté.

Naturellement, les projets présentés avaient une certaine taille, pour un niveau d'ingénierie qui permettait le calcul d'une ACV bâtiment à des fins d'aide à la décision.

“ On nous demandera bientôt des comptes sur nos impacts “cachés” de construction. C’est le moment de se faire la main. On ne modifie pas ses habitudes comme ça... Et c’est un sujet complexe.”

Maître d'ouvrage public

## → 3.2 - Liste des projets composant la communauté

Les projets étudiés dans le cadre de la communauté d'expérimentation sont présentés sommairement dans le tableau ci-dessous :



### Base de Loisirs régionale de Bois le Roi centre d'hébergement polyvalent (77)

**MOA :** Syndicat Mixte de la Base de Loisirs  
**AMO QEB :** DUREO

**Nature du projet :** Création d'un centre d'hébergement polyvalent d'environ 1 000 m<sup>2</sup>, pour 85 utilisateurs : hébergements, zone administrative, zone polyvalente d'activité. Certification BBC+ et PEQA.

**Intérêt :** Le projet est un équipement public sous loi MOP, représentatif d'un marché public d'équipement par une collectivité. L'AMO réalise l'ACV Bâtiment.



### 87 logements neufs à Villenoy (77)

**MOA :** FRG Promotion  
**AMO QEB :** DUREO

**Nature du projet :** Construction neuve de logements individuels et collectifs. Environ 5000m<sup>2</sup> SHAB, entre programmes R+1 et R+2. Certification H&E.

**Intérêt :** Programme classique de production francilienne de deuxième couronne, neuve, en promotion privée (VEFA). L'AMO réalise l'ACV Bâtiment.



### Nouveau Longchamp, Paris

**MOA :** France Galop  
**AMO QEB :** EGIS Bâtiment / ELIOTH

**Nature du projet :** Rénovation lourde de trois bâtiments (bureaux, hébergements, tribunes).

**Intérêt :** Rénovation d'un équipement public en loi MOP, avec trois volets distincts. L'AMO réalise l'ACV bâtiment.



### Rénovation lourde de bureaux, 122 Général Leclerc à Boulogne-Billancourt

**MOA :** GECINA  
**AMO QEB :** DEERNS

**Nature du projet :** Rénovation lourde de bureaux (division par 2 de la consommation et par 4 des GES), dont façade et tous les plateaux. Certification HQE.

**Intérêt :** Rénovation lourde et ambitieuse de bureaux. L'AMO réalise l'ACV Bâtiment.





### Opération Vélizy Way promotion neuve de bureaux à Vélizy

**MOA :** GECINA  
**AMO QEB :** CAP TERRE

**Nature du projet :** Construction neuve de bureaux, certification HQE Excellent et LEED Platinum.

**Intérêt :** Opération classique de promotion neuve privée de bureaux pour l'Île-de-France. L'AMO réalise l'ACV bâtiment.



### Opération "De la Hoz", 5<sup>e</sup> "GREEN OFFICE" Issy-Les-Moulineaux

**MOA :** Bouygues Immobilier  
**AMO QEB :** GREENAFFAIR

**Nature du projet :** Construction neuve de bureaux (7500m<sup>2</sup> SUBL) en R+7 avec un objectif "énergie positive".

**Intérêt :** Opération classique de promotion neuve privée de bureaux. L'AMO QEB réalise l'ACV Bâtiment.

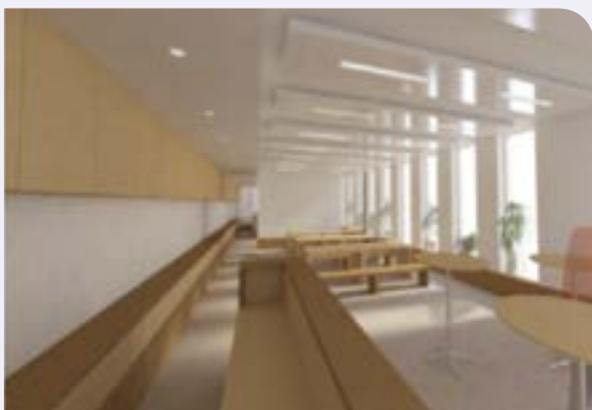


### Ecole PAGNOL à Colombes

**MOA :** Ville de Colombes  
**AMO QEB :** ECO SYNTHÈSE

**Nature du projet :** Extension (1 300 m<sup>2</sup> SUB) et réhabilitation (2 500 m<sup>2</sup>) d'une école primaire en deux phases.

**Intérêt :** Opération "classique" d'extension-rénovation d'un équipement public (type d'opération récurrente) en loi MOP : l'AMO cadre le calcul de l'ACV bâtiment qui sera exécuté par la maîtrise d'œuvre.



### Cité Régionale de l'Environnement à Pantin Travaux des preneurs à bail

**MOA :** Agence des Espaces verts d'IDF mandataire du consortium "preneur" pour l'Agence des Espaces verts d'IDF, l'ARENE, SAERP, BRUITPARIF et ONDESPARIF, ORDIF, NATUREPARIF

**MOE :** Atelier d'architecture Topique / MCH / SUNSQUARE

**Nature du projet :** Équipement intérieur d'un bâtiment dans un bâtiment BREEAM Very Good et HQE.

**Intérêt :** C'est un complément des opérations de promotion privée de bureaux listées plus haut. Le calcul de l'ACV est réalisé par le maître d'œuvre.



### Logements, groupe Scolaire et Gymnase ZAC MONTJOIE à Saint-Denis

**MOA :** SEQUANO Aménagement

**AMO QEB :** AMOES

**Nature du projet :** Groupe scolaire (école maternelle, école primaire, centre de loisirs, restauration), gymnase régional et 272 logements.

**Intérêt :** Mode de passation en conception réalisation, à un groupement chargé de justifier ses choix sur le plan environnemental par une ACV bâtiment, en dialogue avec l'AMO.



### 200 logements - ZAC Triangle des Meuniers à Chevilly-Larue

**MOA :** Valophis Expansiel

**MOE :** Atelier Pascal GONTIER (architecture), Bureau Michel FORGUE (économie), BATISERF (ingénierie structure) et AMOES (BET fluides et ingénierie environnementale)

**Nature du projet :** Résidence sociale de 200 logements de type T1, 15 T1' et 5 T1 bis.

**Intérêt :** Projet de logement collectif par un bailleur social. L'ACV bâtiment est réalisée par l'équipe de maîtrise d'œuvre.



### SNC RUEIL LES FONTAINES

**MOA :** BNP Paribas Real Estate

**AMO QEB :** GREEN AFFAIR

**Nature du projet :** Bâtiment de bureaux neuf en promotion privée

**Intérêt :** Projet disposant d'une maquette BIM comme réflexion importante dans la démarche, dès l'amont, avec la volonté de réaliser des tests paramétriques (ACV versus qualité acoustique, confort, etc.). L'ACV est réalisée par l'AMO QEB.



### Habitat participatif à CERGY

**MOA :** groupement ATONIX

**Maître d'œuvre :** GEONOMIA / ECOBAT

**Nature du projet :** Logements pavillonnaires en bande, par un groupement d'habitat participatif.

**Intérêt :** Volonté environnementale importante des personnes individuelles dans le groupement, et retour d'expérience de la présentation d'ACV à des non professionnels dans une posture "citoyenne". L'ACV est réalisée par l'équipe de maîtrise d'œuvre.





### Siège de l'entreprise Air Liquide sur le plateau de Saclay

**MOA :** Air Liquide

**MOE :** Michel Rémon /SETEC Bâtiment

**Nature du projet :** Siège neuf et laboratoires / centre de recherche.

**Intérêt :** Projet faisant l'objet d'un travail en BIM, volonté d'utiliser des produits utilisant des matières premières secondaires dans le béton et d'optimisation de choix de second œuvre.

L'ACV est réalisée par le maître d'œuvre.



### Opération O9 dans la ZAC Clichy Batignolles

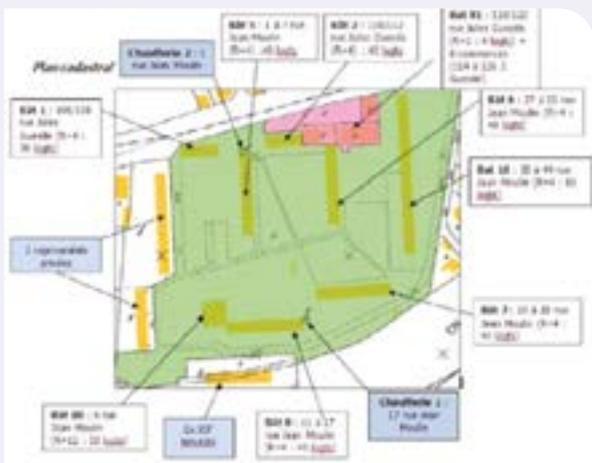
**MOA :** Bouygues Immobilier

**AMO QEB :** GREEN AFFAIR

**Nature du projet :** Développement d'un immeuble de bureau en IGH en promotion privée neuve.

**Intérêt :** Projet de promotion pris en amont.

L'ACV est réalisée par l'AMO QEB.



### Résidence Jean Moulin

#### Projet de renouvellement patrimonial à Gagny

**MOA :** ICF Habitat

**AMO QEB :** en cours de détermination

**Nature du projet :** Redéveloppement d'un ensemble de résidences / d'un quartier.

**Intérêt :** Choix d'un AMO QEB pour les définitions programmatiques (performance énergétique et environnementales des formes urbaines, choix de procédés constructifs). L'ACV est réalisée par l'AMO QEB.



### 58 logements à Savigny le Temple

**MOA :** Valophis Expansiel

**MOE :** KARAWITZ

**MOE Fluides et QEB :** AMOES

**Nature du projet :** 58 logements collectifs exemplaires à Gagny.

**Intérêt :** Très forte volonté environnementale de l'aménageur, souhaitant une performance énergétique EFFINERGIE +, 30 % de couverture des besoins en ENR et label bâtiment biosourcé.

L'ACV est réalisée par la maîtrise d'œuvre.

### → 3.3 - Typologie des projets pilotes

<b>TYPE D'OUVRAGE</b> (Certains projets mixtes sont dans deux catégories, un projet dans trois catégories)	Logements	7
	Bureaux	8
	Équipements publics	4
<b>NATURE DES TRAVAUX</b>	Projets neufs	13
	Projets en rénovation	3
<b>NATURE DE LA MAÎTRISE D'OUVRAGE</b>	Privée	8
	Publique ou assimilée	8
<b>PORTEUR DU CALCUL D'ACV BÂTIMENT</b>	Assistant à maîtrise d'ouvrage QEB	9
	Maître d'œuvre	7





# DEUXIÈME PARTIE RETOUR D'EXPÉRIENCE : MÉTHODES ET RÉSULTATS

## ➔ 1. CONNAISSANCE PRÉALABLE DE L'ACV PAR LES ÉQUIPES

*Au démarrage, les connaissances initiales de l'ensemble des participants à la communauté d'expérimentation étaient très diversifiées : notions sur l'ACV, spécialistes, ingénieurs matériaux, opérateurs et calculateurs d'ACV bâtiment. Il s'agit d'avoir un éclairage sur le processus d'acquisition des connaissances ce qui permet :*

- d'utiliser l'ACV bâtiment en conception côté AMO ou MOE,
- de comprendre et d'utiliser un raisonnement de cycle de vie pour prescrire chez le maître d'ouvrage.

### ➔ 1.1 - Le chemin d'apprentissage du MOE/AMO

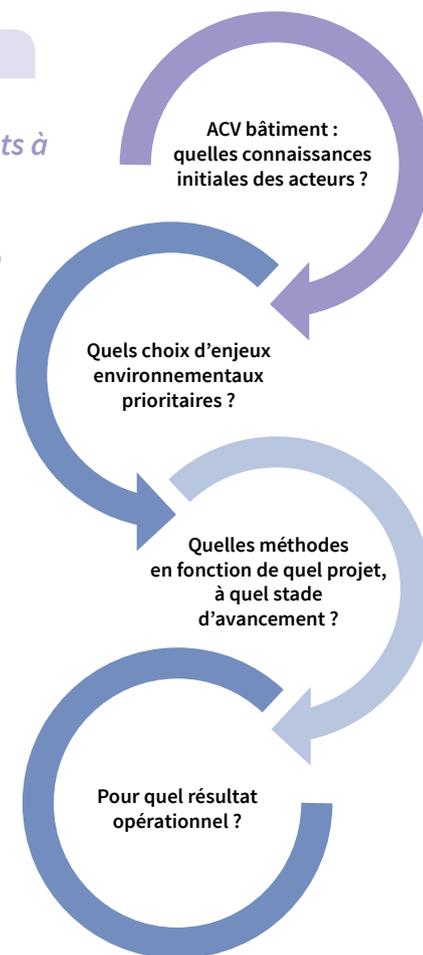
Les équipes missionnées sur les calculs avaient des compétences variées, un ordre croissant de connaissance de l'ACV bâtiment explicités comme suit :

- ingénieur junior en apprentissage, sous la supervision d'un sénior,
- ingénieur QEB sénior, pratiquant l'ACV bâtiment et en début d'apprentissage,
- ingénieur QEB sénior, pratiquant l'ACV bâtiment avec expérience,
- ingénieur QEB sénior et expert ACV bâtiment,
- ingénieur QEB Sénior, expert ACV bâtiment et ingénieur matériaux d'origine.

Les responsables des calculs d'ACV bâtiments étaient globalement sur un même chemin d'acquisition de connaissances que nous avons synthétisé en trois piliers :

- A. Connaissance** de la pensée en cycle de vie.
- B. Pratique du calcul** de l'ACV bâtiment.
- C. Capacité d'interprétation et d'arbitrage** avec les parties prenantes.

Sur ces trois piliers, nous avons résumé la progression de la connaissance en quatre niveaux dans le tableau à suivre.



<p><b>A. CONNAISSANCE DE LA PENSÉE EN CYCLE DE VIE</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acquisition des connaissances au niveau produit (normes, phases, lecture des FDES et des résultats).</li> <li>2. Connaissance “mature” : capacité critique face à une données environnementales et les hypothèses structurantes, capacité à comparer à d’autres sources, d’apprécier ou pas un chiffre grâce à une bonne expérience, une pratique des sources et une connaissance des ratios principaux, capacité à compléter/amender une FDES incomplète ou qui n’existerait pas sur un produit. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Intégration de la connaissance du périmètre d’analyse et de la création de famille par produits / matériaux.</b></li> <li>b. <b>Benchmark des différents outils et analyse selon les besoins et compétences.</b></li> <li>c. <b>Connaissance du Label BBCA et du socle “Énergie Carbone” lancé par la DHUP.</b></li> </ol> </li> <li>3. Appréciation des résultats d’un calcul d’impact (“Cradle to Gate” ou “to grave” ; norme française ou 15804, ou ILCD), connaissance du panel d’outils ACV disponibles et principales caractéristiques et éléments différenciateurs, apprentissage de spécificités par rapport aux normes.</li> <li>4. Connaissance experte : avoir l’expérience des bons et moins bons matériaux dans une situation donnée, “base de données personnelle” (plus ou moins formalisée), connaissance des évolutions, regard critique sur les normes et leur influence. <b>Création de fiches environnementales.</b></li> </ol>
<p><b>B. PRATIQUE DU CALCUL D’ACV BÂTIMENT</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Préparation de données selon le périmètre d’analyse (possibilité de créer une trame pour tous les projets.)</b> Transcriptions des mètres, unités fonctionnelles et association de données environnementales et premiers calculs.</li> <li>2. Calculs d’ACV bâtiment avec une agrégation des impacts transports, chantier. <b>Interprétation des résultats, proposition de grille de lecture et choix d’indicateurs, adaptation du rendu logiciel (généralement non communiquant).</b></li> <li>3. Capacité à gérer et à calculer les variantes, dégager leur intérêt : propositions de scénarii et variantes techniques à étudier/comparer/évaluer/arbitrer.</li> <li>4. Mise en œuvre des tests paramétriques : ACV versus confort, ACV et coût global.</li> </ol>
<p><b>C. CAPACITÉ D’ARBITRAGE : DIALOGUE SUR L’ACV AVEC LES PARTIES PRENANTES ET PRISES DE DÉCISIONS</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacité à exposer à un panel de non-sachant le calcul ACV et les grandes tendances, les ratios simples. <b>Proposition de grille de lecture et choix d’indicateurs.</b></li> <li>2. Capacité à objectiver les résultats avec les zooms adéquats, trouver les impacts significatifs, expliquer la différence entre les variantes accordées avec le maître d’œuvre ou maître d’ouvrage.</li> <li>3. Maturité : capacité à agréger et à “scorer” les résultats, en fonction d’une lecture du “DD” partagée avec le client.</li> <li>4. Arbitrage des variantes de manière globale, prises de décisions. <b>Intégration de la notion de coût global manquante actuellement pour “crédibiliser” les propositions.</b></li> </ol>

Selon les personnes interrogées, l’acquisition de connaissance se fait en parallèle sur les trois piliers, avec une progression au sein de chaque pilier, du niveau “1” au niveau “4”.



## ➔ 1.2 - Parcours d'apprentissage d'un maître d'ouvrage

À l'instar de parcours de formation explicité ci-dessus, un maître d'ouvrage doit également apprendre à raisonner en pensée sur le cycle de vie, ce qu'il fait déjà, dans certaines configurations de montage d'opération, sur les coûts.

“Gouverner c'est choisir” : le maître d'ouvrage souhaite des réponses opérationnelles à ses questions pour réussir sa mise en œuvre. Il doit nécessairement faire la synthèse des contraintes :

- fonctionnelles,
- économiques,
- environnementales.

Il doit donc être en mesure d'arbitrer efficacement les propositions de variantes qui lui sont proposées sur ce triptyque.

Pour cela, nous présentons une progression similaire à celle des techniciens dans le paragraphe précédent, mais orientée sur l'aide à la décision.

“  
**Au fur et à mesure  
 de nos réalisations,  
 on va se faire la main.  
 Mais il faut former,  
 expliquer, décrypter  
 les enjeux et dire que  
 tout ça sera bientôt  
 réglementaire.**”

*Un maître d'ouvrage logement*

<p><b>A.            CONNAISSANCE            DE LA PENSÉE            EN CYCLE DE VIE</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connaissances du cycle de vie d'un produit et du principe d'établissement des impacts (normes, phases, principes de la FDES), bases de données et sources d'information disponibles.</li> <li>2. Hypothèses et construction d'une ACV bâtiment : principes et grandes masses (part de l'impact matériaux / exploitation, etc.).</li> <li>3. Connaissance experte : avoir l'expérience, issue de calculs précédents, d'analyses de produits et de leur impact global, connaissances de différences dans les analyses en fonction des hypothèses (exemple : ne prendre que du “Cradle to Gate” ou autre changement d'hypothèse).</li> </ol>
<p><b>B.            COMMANDER DES CALCULS            D'ACV BÂTIMENT</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Savoir prescrire une ACV bâtiment avec des visées opérationnelles concrètes (quels périmètres, pour quels arbitrages), en transcription d'objectifs “DD” bien compris et formalisés.</li> <li>2. Savoir susciter les variantes.</li> <li>3. Demander des ACV versus études paramétriques sur d'autres aspects : confort, ACV et coût global.</li> </ol>
<p><b>C.            CAPACITÉ D'ARBITRAGE :            DIALOGUE SUR L'ACV            AVEC LES PARTIES PRENANTES            ET PRISES DE DÉCISIONS</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compréhension des calculs d'ACV bâtiment et des présentations de variantes.</li> <li>2. Capacité à rechercher, avec les AMO/MOE à faire parler l'ACV bâtiment : 20/80, trouver les impacts significatifs, expliquer la différence entre les variantes accordées avec le maître d'œuvre.</li> <li>3. Capacité à décider sur des scores plus ou moins complexes, arbitrage des variantes de manière globale, prises de décisions.</li> <li>4. Capacité à valoriser l'ACV bâtiment et les impacts évités dans le dialogue avec les autres acteurs de l'opération (direction immobilière, investisseur, collectivité aménageuse, etc.).</li> </ol>



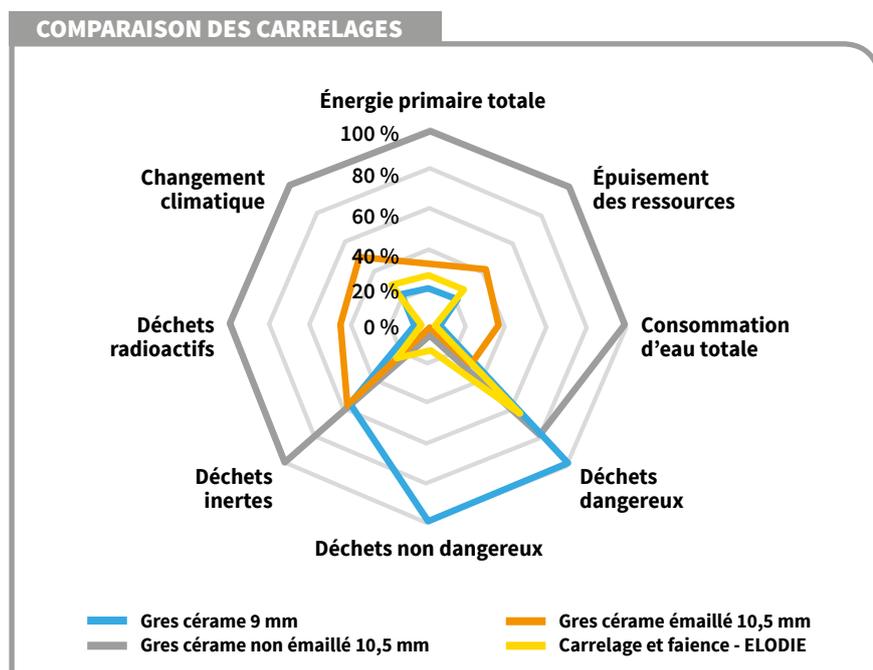
### ➔ 1.3 - Exemple de questionnements des équipes

Lorsque la personne en charge de l'ACV bâtiment était en formation aux côtés d'un ingénieur sénior, il nous a semblé intéressant de relever ses interrogations naturelles comme révélatrices des questions qui attendent les praticiens dans leur chemin d'acquisition de connaissance.

Voici plusieurs exemples à suivre de questions suscitées par le calcul d'ACV bâtiment.

“  
La qualité des données d'impacts est le sujet N°1, des données de FDES incomplètes faussent encore très largement le calcul.”  
Un AMO

#### ➔ 1.3.1 - Quand la comparaison de produits similaires ne “matche” pas...



Pour cette comparaison, le grès cérame 9 mm (en bleu) n'a pas des impacts distribués comme ceux du grès cérame non émaillé (en gris). Les impacts sont même diamétralement opposés sur le radar, pour un composant qui a le même procédé constructif selon la FDES.

Explication : l'une des FDES serait en erreur, ce qui a été signalé au Comité Technique de la Base INIES (CTIB).

#### ➔ 1.3.2 -L'utilisation des méthodes simplifiées limitées au logement

Le logiciel Elodie propose un mode d'ACV simplifiée pour des projets de construction en béton. Cette fonctionnalité concerne principalement des bâtiments de logement collectif.

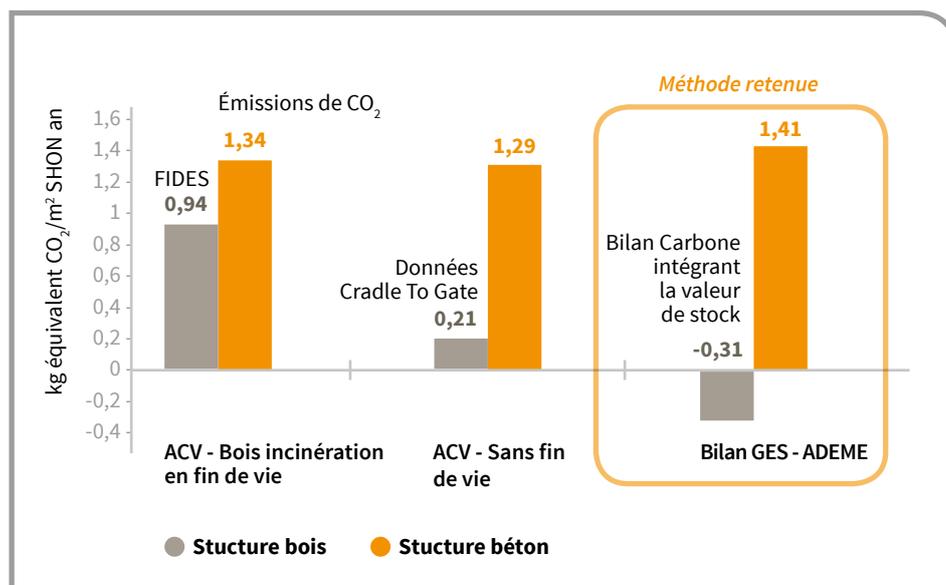
L'orientation “logement” ne permet pas de renseigner des produits répandus dans les bureaux comme les cloisons vitrées.

En conclusion, toutes les équipes ont retenu le mode de calcul “détaillé”.



### ➔ 1.3.3 -Autres source d'interrogation : l'évaluation GES du bois construction

L'indicateur "GES" des matériaux est le plus documenté et connu. Cependant les résultats sont plus ou moins favorables au bois en fonction des hypothèses de calcul. Des comparaisons visaient à montrer l'influence des hypothèses de calcul.



## ➔ 2. QUELS CHOIX DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX PAR LES EQUIPES ?

Sur la seconde phase de l'expérimentation, il a été porté une attention particulière aux choix des impacts environnementaux calculés par les équipes :

- **quels indicateurs ont été retenus ?**
- **pourquoi ?**
- **quel a été le raisonnement appliqué sur ces indicateurs ?**

Les indicateurs ont généralement été choisis au croisement :

- **du segment de marché (tertiaire de bureau, logement),**
- **de leur sensibilité environnementale de la maîtrise d'ouvrage,**
- **de l'expérience et du devoir de conseil de l'AMO.**

### ➔ 2.1 - La question fondamentale sous-jacente : l'importance de la construction dans l'impact global

La communauté d'expérimentation s'est posée la question de manière récurrente : quel est le poids du bâtiment, impact par impact, dans le dommage global porté à l'environnement par l'activité humaine ?

**C'est une question structurante sur le choix des indicateurs. Dans une logique d'opérationnalité, il faut réduire le nombre d'impacts traités dans les prises de décisions aux impacts significatifs. Certaines**

**méthodes de normation proposées par les équipes tentent de réaliser cette analyse.**

La construction pourrait ne représenter qu'un faible pourcentage de l'atteinte à l'environnement sur certaines catégories d'impacts alors qu'on connaît le poids important du bâtiment dans la consommation d'énergie, les émissions de GES ou la production de déchets en général.

C'est une information que l'on retrouve dans le projet EeBGuide, dans la méthode embarquée EQUER ou bien dans le "Green Guide" du BREEAM comme développé ci-dessous. Les AMO s'inspirant de ce niveau de connaissance ont pu arbitrer en connaissance de cause avec leur client.

### ➔ 2.2 - Les choix dans le tertiaire privé

La production tertiaire a progressé depuis une vingtaine d'années grâce à la mise en place des certifications environnementales dans le neuf et l'exploitation notamment, qui ont

posé un cadre et développé une culture de l'évaluation environnementale et de l'exemplarité. De longue date, ces certifications relèvent un certain nombre d'indica-

teurs simples, plutôt issus de l'exploitation du bâtiment lors de sa vie en œuvre.

Ce sont ces impacts environnementaux, qui ont fait l'objet de ratios connus de la part des utilisateurs de bâtiments, qui ont pu être historiquement élargis à d'autres phases du cycle de vie. Ils constituent le plus petit dénominateur commun compris par tous les acteurs sur l'ACV d'un bâtiment tertiaire :

1. La consommation d'énergie primaire : d'abord en exploitation, elle a été étendue au concept de "l'énergie grise" puis de "l'énergie primaire" utilisée en ACV.
2. Les émissions de gaz à effet de serre : exploitation d'abord qui, étendues aux émissions indirectes

("carbone gris" ou "embodied carbon"), liées à la construction, la maintenance et la fin de vie du bâtiment.

3. La consommation d'eau.
4. Les déchets non dangereux (d'activité, puis chantiers, puis fin de vie...).

En dehors de ces premiers indicateurs, les indicateurs suivants souvent retenus ou envisagés sont l'épuisement des ressources et les déchets radioactifs.

Une seule équipe a choisi l'agrégation dans un score total avec plus d'impacts environnementaux.

**Le choix des impacts prioritaires s'est fait sur la sensibilité commerciale et priorités sociétales comprises par le couple maître d'ouvrage - assistant à maîtrise d'ouvrage et/ou maître d'œuvre (le bâtiment émetteur de 43 % des GES au niveau européen, etc.). Pour les équipes, seule la limitation des indicateurs initiaux permet l'opérationnalité des choix et les décisions.**

*Nota : les indicateurs retenus ont été dans la plupart des cas ceux de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV).*

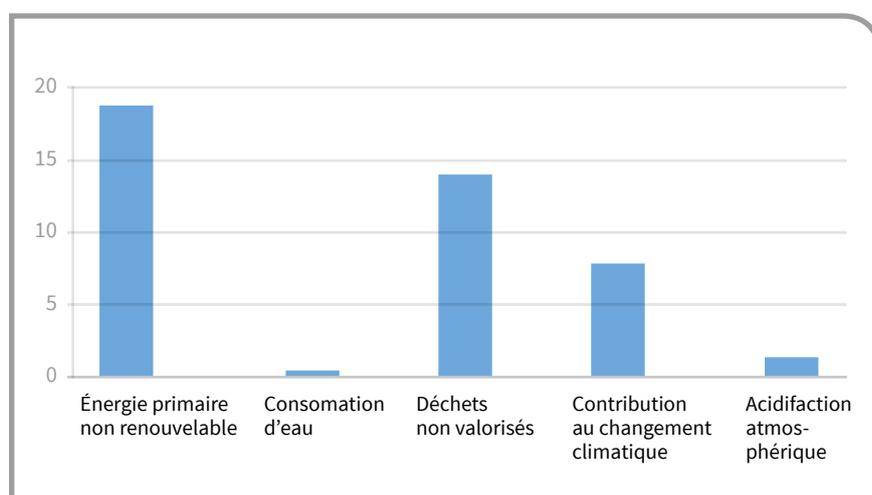
### ➔ 2.3 - Les choix dans le logement

De manière similaire, les maîtres d'ouvrage spécialisés du logement sont sur un jeu réduit d'impacts environnementaux dans une perspective d'arbitrage. Cette démarche conduit à un plus petit jeu de variables que le tertiaire.

En guise de retour d'expérience, une équipe a ramené, par normation, les impacts du bâtiment en relatif par rapport **aux impacts d'un européen moyen**.

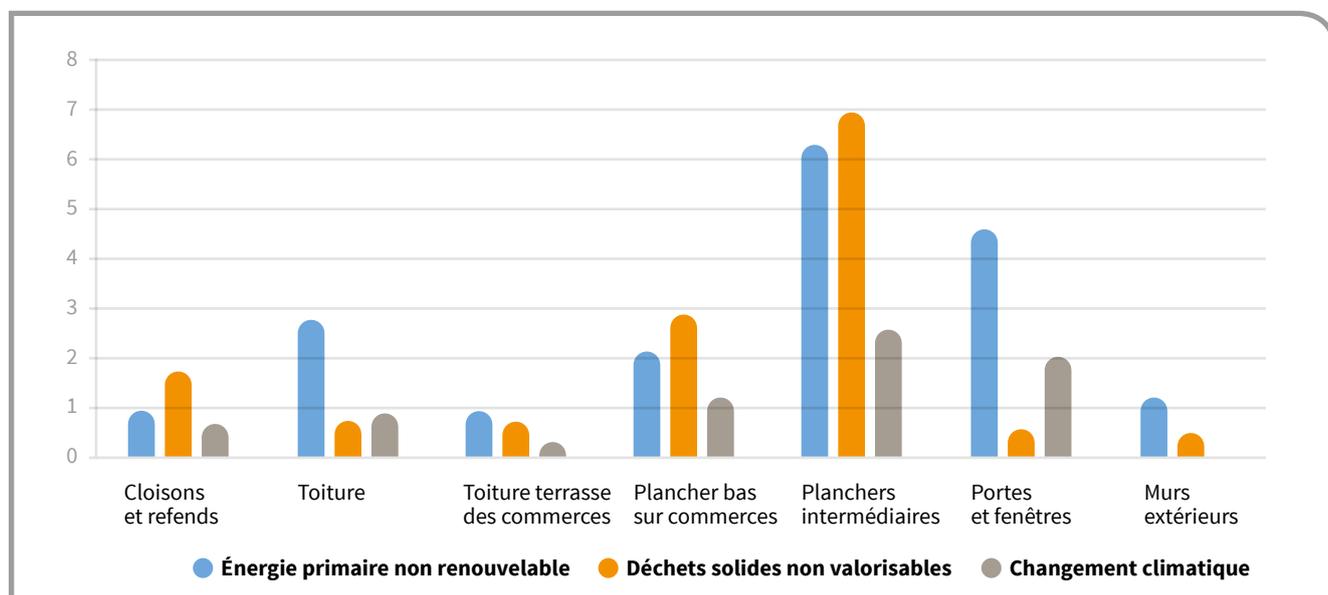
Cela a conduit à retenir les 3 impacts de plus grande expression dans le bâtiment :

- Énergie Primaire non renouvelable.
- Contribution au changement climatique.
- Déchets non valorisés.



L'ensemble des impacts par lots a été calculé ensuite sur les trois indicateurs retenus.

**De manière plus générale, les indicateurs les plus significatifs pour le logement ont été également retenus pour le tertiaire.**



## ➔ 2.4 - Les choix d'un groupe de citoyens engagés

Le groupement "ATONIX" est le fruit d'une alliance de citoyens réunis pour développer un projet immobilier participatif avec, entre autres objectifs, une construction écologique, c'est-à-dire une qualité environnementale importante et avérée.

Le projet consiste en des logements en bande avec des espaces partagés.

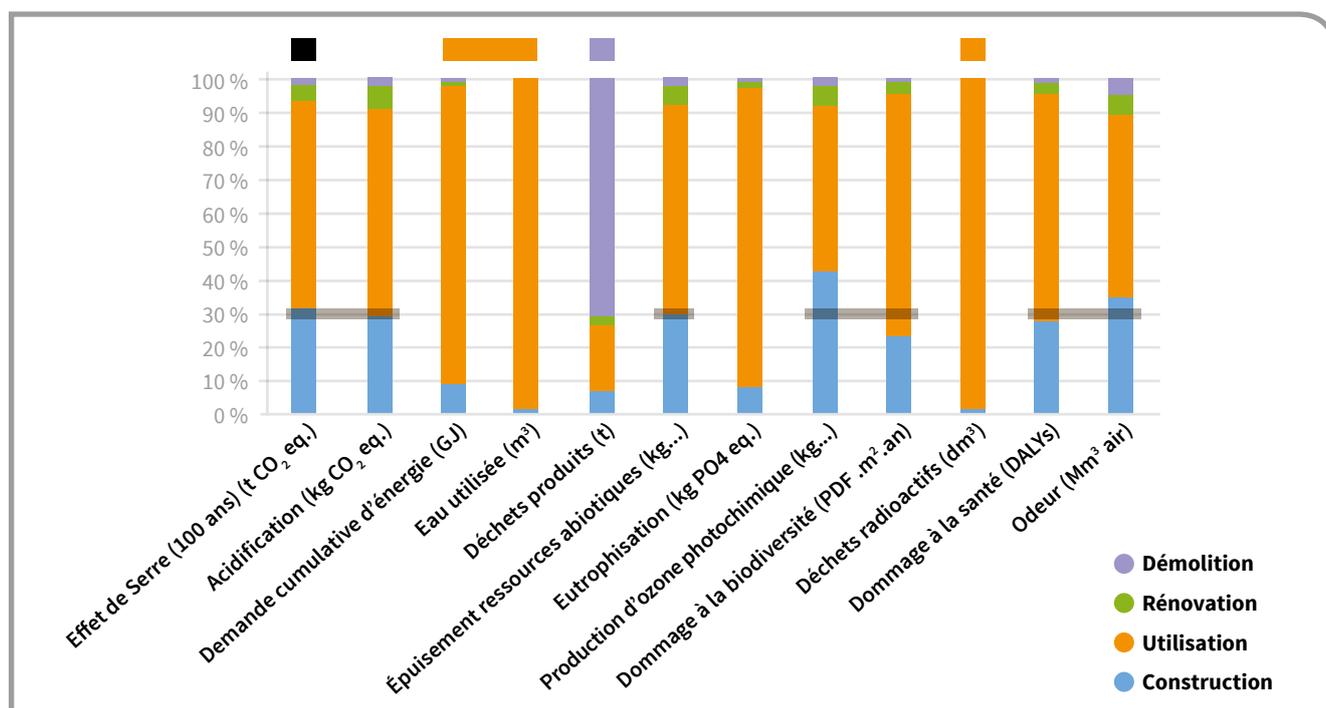
**Il s'agit d'un groupement de personnes qui a compris la responsabilité environnementale au moment**

**de construire et souhaite concilier impératifs et responsabilité citoyenne.** Le groupement est très sensible aux impacts de la construction, sur l'ambition plutôt que la communication, quoique les avantages en communication avec les parties prenantes (collectivité, etc.) étaient un bénéfice de la méthode.

Suite à un travail conjoint avec l'AMO, tous les impacts ont été calculés à la demande du groupement, dans



une réunion d'une heure et demie, pour être ensuite sélectionnés dans un objectif de simplification opérationnelle. Les impacts ci-dessous encadrés ont été retenus par les membres du groupement pour les futurs arbitrages.



### DÉBAT SUR LA DURÉE DE VIE TYPIQUE DE L'ACV BÂTIMENT

Il y a eu un très gros débat au sein du groupement sur la perception de la "Durée de Vie Thermique" : est-ce la fin de vie du bâtiment ? Est-ce que cela veut dire que l'on va tout démonter ? Confusion naturelle (et également présente dans le débat professionnel) entre une hypothèse de calcul, une convention et la vie réelle.

En retour d'expérience, la terminologie "Durée De Vie" n'apparaît pas être un bon terme. Pour une meilleure perception d'ensemble, l'expression **"Durée d'Amortissement des Impacts Environnementaux"** semble mieux convenir. La fin de la DVT n'est pas la fin du bâtiment ! Cela repré-

sente "l'amortissement des impacts environnementaux dont je suis responsable au titre de ma responsabilité de constructeur".

### AUTRES IMPACTS : RÉFLEXIONS OUVERTES SUR D'AUTRES SUJETS CONNEXES

L'ACV a également provoqué une réflexion importante, bénéfique sur :

- Le type d'énergie utilisée.
- Les déchets en phase d'usage.
- Le sens des impacts du contributeur "Eau" : pas de distinction entre consommation d'eau en phase d'usage (sur tout le cycle de vie) et le rejet d'eau, données physiques et dimensionnantes, importantes dans la réflexion du raccordement. Les deux sont mélangés dans l'ACV.

Or avec un dépôt de permis de construire en cours, il fallait arbitrer sur le choix : en phyto épuration ou toilettes sèches : quel impact par rapport aux réseaux ?

### CONCLUSION SUR LA PERCEPTION DES IMPACTS ACV :

- La présentation des impacts a suscité beaucoup de questions.
- Les "4 cercles de compréhension" développés ci-dessous ne sont pas étanches et le citoyen a le droit de questionner derrière les rendus "agrégés". Il y avait pour beaucoup de personnes du groupement le besoin de monter "au niveau 2" ou "besoin de comprendre".

## CONCLUSIONS DE CE GROUPEMENT SUR L'AIDE À LA DÉCISION VIA L'ACV :

- Il est important d'avoir confiance en la méthode ! L'ACV calculée par l'AMO est perçue comme ayant davantage de valeur qu'une allégation environnementale sur un prospectus ou une publicité de magazine.
- Comment interpréter ? La toile d'araignée doit être "expliquée" : c'est imbuvable si ce n'est pas amené avec pédagogie. Souhait de simplification ou d'approche qui sépare les contributeurs par phase, resserre sur les enjeux et permet de "trier les sujets".
- Connaître la "baseline" ou le scénario de "base" est très important.
- Aucun problème pour la variante "globalement meilleure" : ça se voit. Là où les arbitrages sont mitigés (par exemple, 6 indicateurs favorables pour une solution, 6 indicateurs non favorables). Comment faire ? La question du scoring est abordée plus bas.

- Aspect contrariant : pas de seuil absolu de performance n'est véritablement connu, même si HQE performance a fourni des bases solides. In fine, est-on 2 ou 10 fois meilleur que la moyenne de la production habituelle ? Où est la moyenne ?

### UTILITÉ "POLITIQUE" DE L'ACV !

L'ACV a permis de défendre des solutions constructives. En effet, au delà des convictions, l'ACV permet d'apporter des arguments objectifs et scientifiques des solutions, qui ont

ensuite un usage "politique". Les analyses d'évitement d'impacts sont des **arguments forts** pour convaincre l'aménageur et la direction de l'aménagement.

### Exemples :

- Ne pas végétaliser, sinon la récupération d'eau ne fonctionne pas ! Objectivation à l'aménageur par le calcul...
- Le parking obligatoire : du béton, de la place perdue et des impacts plus environnementaux, ACV prouve à l'appui !



## ➔ 2.5 - Exemples de scores et méthodes de présentation des résultats

### ➔ 2.5.1 - Résumé du besoin : l'arbitrage des variantes

Une ACV permet d'obtenir les impacts d'un projet sur un grand nombre d'indicateurs. Cela est bien plus riche qu'une étude monocritère (type Bilan Carbone) mais cela pose des difficultés pour :

- **Interpréter les résultats** : il est nécessaire de mettre en perspective le résultat par rapport à des valeurs de référence. Si les émissions d'un projet représentent 1 % ou 200 % des émissions annuelles d'un européen, nous ne devons pas y accorder autant d'importance,
- **Prioriser les solutions et alternatives possibles** : entre 2 variantes possibles, il y a souvent des indicateurs qui sont meilleurs et des indicateurs qui sont moins bons... comment prioriser les résultats ?
- **Communiquer** : il est toujours délicat de cumuler des indicateurs qui représentent des problématiques différentes, mais il est très diffi-

“

*Cette expérimentation nous a permis à la fois de nous approprier une démarche itérative via un calcul ACV sur un lot constructif, de sensibiliser les équipes et la maîtrise d'œuvre sur les impacts environnementaux au sens large et sur l'outil ACV bâtiment, comme de réfléchir à différentes formes d'interprétations et de valorisation des résultats obtenus.*

*Le travail sur l'agrégation et le rendu des données ACV calculées par lot a été particulièrement intéressant pour aller vers une valorisation de la thématique de l'empreinte environnementale des bâtiments auprès de nos clients encore peu sensibilisés sur ce sujet. Il sera très intéressant à l'avenir de pouvoir travailler plus en amont avant l'esquisse qui verrouille déjà certains choix constructifs et de rédiger un programme et un cahier des charges performantiel ambitieux.*

*(...) la démarche se poursuit sur d'autres projets également avec notre AMO GREENAFFAIR pour capitaliser sur ces travaux.*”

*Chloé LEVEQUE,  
Chargée de mission à la direction de l'innovation, Bouygues Immobilier*

cile de communiquer auprès d'un public non averti avec un grand nombre d'indicateurs. Il semble nécessaire de simplifier la lecture pour le grand public.

Ce document est une synthèse des méthodologies qui ont été pratiquées par les diverses équipes de la communauté francilienne d'expérimentation.



## ➔ 2.5.2 - Méthode de pondération par familles d'impacts

### MÉTHODE

L'idée de cet arbitrage est de reprendre un grand nombre d'impacts environnementaux pour les ramener à un score pondéré par famille d'impacts. Dans cet exemple, trois familles d'impacts ont été définies, mais d'autres regroupements sont possibles comme par exemple :

- par géographie : impacts planétaires (changement climatique, épuisement des ressources), régionaux (déchets) ou locaux (pollutions),
- par sensibilité du maître d'ouvrage.

#### Première étape :

Transformation de chaque indicateur en points sur une échelle de 0 à 10 en fonction de sa valeur, par règle de trois : 10 pour le plus impactant à 0 pour le moins impactant.

#### Deuxième étape :

Regroupement des indicateurs en 3 familles :

**Ressources** : consommation d'énergie primaire totale, % de renouvelable, épuisement des ressources, consommation d'eau.

**Déchets** : déchets dangereux, déchets non dangereux, déchets inertes, déchets radioactifs.

**Pollution** de l'air et de l'eau : changement climatique, acidification atmosphérique, pollution de l'air, pollution de l'eau, formation d'ozone photochimique, destruction de la couche d'ozone.

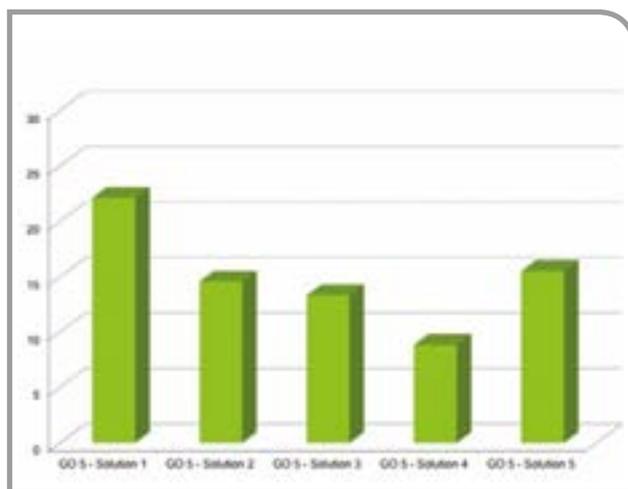
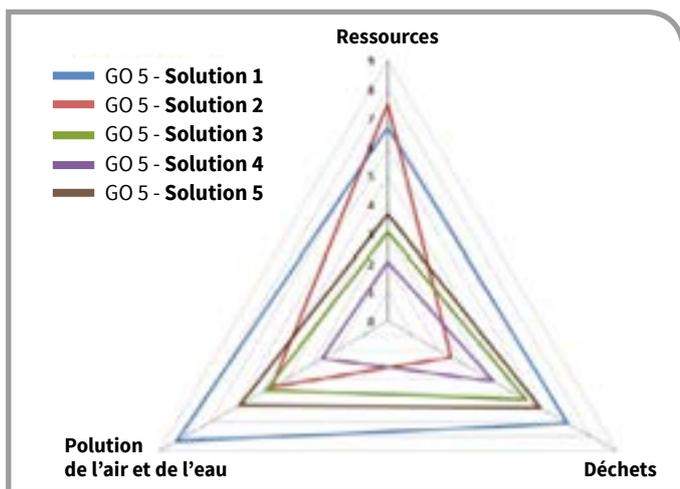
#### Troisième étape :

Moyenne des notes obtenues pour chacune des 3 familles, avec possibilité de faire la somme des 3 familles (donc une note entre 0 et 30).

L'exemple est développé ci-dessous pour cinq solutions de gros œuvre qui avaient été développées par un travail conjoint de l'AMO environnemental et du maître d'œuvre (BET structure).

EXEMPLE SUR 5 SOLUTIONS DE GROS ŒUVRE (GO)						
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	Coef. de pondération	Valeurs en points				
		GO 5 Solution 1	GO 5 Solution 2	GO 5 Solution 3	GO 5 Solution 4	GO 5 Solution 5
Consommation d'énergie primaire total	1	6,02	10	1,20	0	2
% Énergie renouvelable	1	1,15	10	0,38	1,57	0
Épuisement des ressources	1	9,58	10	2,15	0	2,98
Consommation d'eau	1	10	0	8,57	6,68	9,73
Déchets dangereux	1	0,19	10	0,09	0	0,12
Déchets non dangereux	1	10	0	6,27	5,27	5,62
Déchets inertes	1	8,20	0	8,34	6,53	10
Déchets radioactifs	1	10	0	7,12	4,91	8,32
Changement climatique	1	10	6,91	5,28	0	8,76
Acidification atmosphérique	1	10	9,51	3,54	0	4,83
Pollution de l'air	1	10	1,04	2,36	0	1,77
Pollution de l'eau	1	10	0	8,38	7,01	9,17
Formation d'ozone photochimique	1	0	10	0,35	1,25	0,63
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	1	10	0	8,78	7,29	9,80
<b>FAMILLE D'IMPACTS</b>						
Ressources		6,69	7,50	3,08	2,06	3,68
Déchets		7,10	2,50	5,45	4,18	6,01
Pollution de l'air et de l'eau		8,33	4,58	4,78	2,59	5,83
<b>TOTAL SUR 30 POINTS</b>		22,12	14,58	13,31	<b>8,83</b>	15,52

## PRÉSENTATION DES SOLUTIONS



Ainsi, la solution retenue a été la N°4, meilleure tant sur le plan environnemental que économique.

### ➔ 2.5.3 - Méthode de note absolue (scoring)

#### MÉTHODE

- Établir une méthode d'interprétation des résultats hiérarchisant les différentes options de produits/procédés envisagés.
- Proposer une présentation des résultats qui soit lisible pour un non-initié.

#### Stratégie de l'AMO pour répondre à ces deux objectifs :

- exprimer différents indicateurs en termes d'équivalence aux impacts environnementaux moyens d'un français,
- agréger ces différents indicateurs ainsi ramenés à une unité commune via un jeu de poids de pondération.

Une note unique permet de comparer les différentes options envisagées en conception. Cette méthode s'inspire notamment de celle définie par le guide EeBGuide Guidance Documents (PartB: BUILDINGS) et par le Green Guide associé à la certification BREEAM pour le choix des matériaux.

#### Première étape :

Les indicateurs sont ramenés à un équivalent en personne/an. Les indicateurs concernés sont :

- Énergie primaire non ENR,
- Consommation d'eau,
- Déchets (1 seul indicateur),
- Changement climatique,
- Acidification atmosphérique,
- Formation d'ozone photochimique.

#### Deuxième étape :

Les indicateurs sont pondérés par des poids relatifs qui constituent 100 % :

- Énergie primaire non ENR : 22 %
- Consommation d'eau : 11 %
- Déchets (1 seul indicateur) : 22 %
- Potentiel de réchauffement climatique : 28 %
- Acidification atmosphérique : 11 %
- Formation d'ozone photochimique : 6 %



**CALCUL D'UNE NOTE GLOBALE EN FAISANT LA SOMME DES IMPACTS EN PERSONNE/AN AVEC PONDÉRATION**
**Impacts environnementaux (norme NF P 01-010)  
Valeurs des indicateurs par annuité - Solution base**

			Logements
Énergie primaire	Totale	KWh	262 947
	Renouvelable		12 723
	Non renouvelable		248 867
Épuisement des ressources		kea	625
Consommation d'eau		litres	336 748
Déchets solides	Valorisés		95 320
	Éliminés	Dangereux	156
		DIB	8 642
		Inertes	226 490
		Radiactifs	8
Pourcentage de déchets valorisés : (objectif : 70 % en 2020)			28,8
Changement climatique		kg eq CO <sub>2</sub>	62 442
Acidification atmosphérique		ke SO <sub>2</sub>	258
Pollution	air	m <sup>3</sup>	3 301 657
	eau	m <sup>3</sup>	1 496 704
Ozone stratosphérique		keCFC	0
Formation ozone photochimique		keE	48,6



Notes détaillées par produits	Énergie primaire (non ENR)	Consommation d'eau	Déchets	Changement climatique	Acidification atmosphérique	Formation d'ozone photochimique	Tous postes
Total (eq personne/an)	40,77	1,24	32,08	30,80	4,63	2,65	-
Pondération	22 %	11 %	22 %	28 %	11 %	6 %	100 %
<b>Notes pondérées (éq. personne)</b>	<b>9,1</b>	<b>0,1</b>	<b>7,1</b>	<b>8,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>25,54</b>

Toutes les solutions ont été placées sur cette échelle absolue à effet de comparaison. Chaque variante a été ramenée à son impact global dans la construction. **C'est ainsi qu'une proposition de variante sur l'isolant de façade a permis une réduction de l'impact global bâtiment de 10 % sur l'impact changement climatique et 16,3 % sur l'impact Énergie Primaire non renouvelable.**

Ce résultat permet de présenter de manière très visuelle l'importance relative de chaque impact.



## → 2.5.4 - Méthode NovaEquer

NovaEquer permet de produire un résultat avec 12 indicateurs d'impact :

Effet de serre	T CO <sub>2</sub>
Acidification	Kg SO <sub>2</sub>
Énergie consommée	GJ
Eau utilisée	M <sup>3</sup>
Déchets inertes produits	T equ.
Epuisement ressources abiotiques	Kg E-15
Eutrophisation	Kg PO <sub>4</sub>
Production d'ozone photochimique	Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Ecotoxicité aquatique	M <sup>3</sup>
Déchets radioactifs	Dm <sup>3</sup>
Toxicité humaine	Kg
Odeur	Mm <sup>3</sup>

A partir de ces résultats bruts, deux “éco-profils” sont proposés. Il s'agit du calcul des impacts en “année.habitant” en normant le résultat d'ACV bâtiment à partir de **2 sources différentes** :

Déchets radioactifs	<b>0,51</b>	Dm <sup>3</sup>
Production d'ozone photochimique	<b>19,7</b>	Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Toxicité humaine	<b>0,0068</b>	DALY
Acidification	<b>62,3</b>	Kg SO <sub>2</sub>
Energie consommée	<b>175,54</b>	GJ
Eau utilisée	<b>339</b>	M3
Ecotoxicité aquatique	<b>13 700</b>	PDF.m <sup>2</sup> .an
Effet de serre	<b>8,68</b>	T CO <sub>2</sub>
Déchets inertes produits	<b>10,4</b>	T équiv.
Eutrophisation	<b>38,1</b>	Kg PO4

Production ozone photochimique	<b>21,5</b>	Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> équiv.
Effet de serre	<b>12,3</b>	T CO <sub>2</sub> équiv.
Epuisement des ressources abiotiques	<b>39,1</b>	Kg Sb équiv.
Acidification	<b>71,2</b>	Kg SO <sub>2</sub> équiv.
Eutrophisation	<b>32,5</b>	Kg PO4

Le rendu est un impact en importance relative par rapport aux atteintes à l'environnement d'un habitant européen moyen.

**1.**  
Données du GIEC / CITEPA 1997 France, qui reprend 10 indicateurs d'impact, plusieurs sont communes avec celles données dans le EeBGuide.

**2.**  
Données du BRE Europe de l'ouest, reprenant 5 indicateurs d'impact. Plusieurs sont communes avec celles utilisées pour le BREEAM.



## → 2.6 - La nécessité de “dispositifs de traduction”

Ce qui a été développé ci-dessus participe de la “sociologie de la traduction”.

**Le développement durable nécessite des processus de traduction (mise à niveau des éléments de langage par rapport à l’univers de référence de l’interlocuteur) pour faciliter l’engagement dans l’action.**

Le maître d’ouvrage, l’expert de l’évaluation environnementale ou l’entreprise des lots ne peuvent pas manipuler la même information au même niveau. Les questions se posent :

- Quelle est la juste information à chaque niveau ?
- Comment l’élabore-t-on ?
- Est-ce que cette information permet l’engagement, le choix, la décision ?

La communauté d’expérimentation a sans cesse tenté de nouer un dialogue entre toutes les personnes à différents niveaux. Nous proposons une segmentation en quatre “cercles”.

**Constat : la communauté d’expérimentation a mis en évidence la nécessité de cadres de référence adaptés aux quatre cercles d’acteurs faisant intervenir de l’information organisée à leur niveau de compréhension : chiffres et hypothèses, ratios de métier, jeux de variables réduites, labels, scores produits, enfin notion de bâtiment à faible impact ou écologique.**

### PISTE POUR L’ACTION :

**faire converger les méthodes standardisées de présentation des ACV bâtiments afin de favoriser les arbitrages en éco conception.**

#### 2 - RÉSUMÉ EN UN SYNOPTIQUE : FABRIQUER UNE INFORMATION ADAPTÉE À CHAQUE NIVEAU



### ➔ 3. RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LES MÉTHODES

*Dans ce chapitre, nous témoignons des difficultés méthodologiques et les solutions proposées et développées par la communauté d'expérimentation, dans le cadre d'une mise en œuvre d'une ACV avec des objectifs d'aide à la décision, c'est-à-dire une écoconception totale des bâtiments.*

#### ➔ 3.1 - Les dix questions cruciales de la mise en place opérationnelle

Reformulées sous forme de questions, voici les interrogations initiales des praticiens de la communauté au moment de mettre en place une ACV bâtiment.

# 5

#### QUESTIONS À PRIORI :

1. Qui calculera l'AVC bâtiment ? L'AMO ou le MOE ?
2. Pour qui ? Qui prendra in fine les décisions, qui arbitrera ?
3. Quand intervient le calcul dans le processus projet ? Quelle disponibilité des données ?
4. Comment la calculer ? Quelles hypothèses ? Quels lots, quels scénarios et variantes ? Utilise-t-on la méthode des lots, partielle, totale ?
5. Comment la confronter au service rendu (réponse au besoin fonctionnel) et à l'impact économique, dans les diverses variantes ?

# 5

#### QUESTIONS À CHAQUE ITÉRATION D'UN CALCUL D'AVC :

6. Comment interpréter les données d'AVC calculées ?
7. Quel accueil du calcul par les parties prenantes ?
8. Comment arbitrer devant les variantes ?
9. Quel bénéfice environnemental, in fine ? Quelle valeur ajoutée ?
10. Comment mettre en compétition les entreprises des lots sur ce sujet, au titre de leur force de proposition ?

#### ➔ 3.2 - Proposition de segmentation des projets

Les réponses opérationnelles apportées par les équipes projets aux questions ci-dessus ont assez fortement différées en fonction des caractéristiques des projets.

Une segmentation des projets a été dégagée - développée en page suivante - comme le produit entre deux ensembles de facteurs indépendants :

**Facteurs propres au projet :** nature de l'opération, caractéristiques technique, maturité des études, allotissement, etc.

**Qui était le porteur de l'ACV bâtiment :** l'AMO ou la MOE.

En réponse à cette segmentation, plusieurs stratégies ont été adoptées par les équipes afin de "faire parler" l'ACV. Elles sont développées plus loin dans ce chapitre.



## DONNÉES PROJET

### Le processus projet

Promotion privée, loi MOP, conception-réalisation, etc.

### La dimension du projet : le couple “taille / budget”

Détermine le temps d'ingénierie environnementale consacré à l'ouvrage.

### Le couple “contraintes extérieures / convictions internes de l'équipe projet”

- Contraintes extérieures : vont de fortes (prescriptions aménageurs, risque de réputation ou risque commercial) à faibles (plancher réglementaire).
- Convictions “internes” : volontarisme, RSE, devoir d'exemplarité du maître d'ouvrage, envie d'agir pour l'environnement, etc.

### La culture environnementale du maître d'ouvrage et de ses assistants

Le niveau n'était pas le même dans toutes les organisations.

Ce commentaire ne portant pas sur les intervenants mais bien sur la maturité des entreprises / organisations, notamment en maîtrise d'ouvrage et d'oeuvre. Ce qui a participé à un accueil plus ou moins favorable de l'ACV bâtiment.

### Un projet neuf ou en rénovation

Prépondérance des lots sur la nature du projet.

### Le client de l'opération

Est-ce une VEFA ? Y a-t-il un utilisateur ou un investisseur connu ? Cela change la donne du jeu de contraintes et élargi considérablement la prise en compte de la perception client de l'amélioration environnementale.

## LE PORTEUR DU CALCUL D'ACV

### L'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO)

#### Avantages :

- Présence à l'origine du projet (guide les premiers choix).
- Permet de définir un programme environnemental qui prend en compte des résultats antérieurs d'ACV, orientant les choix constructifs.

#### Inconvénients :

Par nature, il a une prise indirecte sur la conception. Une bonne collaboration avec le maître d'oeuvre est nécessaire pour que le dialogue soit constructif et les conclusions adoptées.

### Le maître d'oeuvre (MOE)

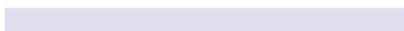
#### Avantages :

C'est le concepteur “total”, responsable de tous les aspects de la conception dont l'environnement.

L'interprétation et la préparation de l'ACV, voire sa traduction en objectifs projets fait partie d'une préparation importante à réaliser par l'AMO QEB.

#### Inconvénients :

La conception peut être déjà éventuellement contrainte par des éléments de programmation ou l'esquisse.



## ➔ 3.3 - AMO ou MOE à la manœuvre ? le retour d'expérience

Les projets se sont divisés naturellement en deux. Retour d'expérience.

### ➔ 3.3.1 - Configuration avec le maître d'œuvre porteur de l'ACV bâtiment : 7 projets

Lorsque le maître d'ouvrage a eu le temps de préparer, en collaboration étroite avec son AMO, les missions des concepteurs, la réalisation d'un calcul d'ACV a été transférée à la maîtrise d'œuvre dans un complément de mission. Cela a été le cas pour les projets :

- ZAC MONTJOIE.
- Ecole PAGNOL.

Pour deux autres projets, c'est le maître d'œuvre qui a été forcé de proposition auprès du maître d'ou-

vrage pour inscrire le projet dans la communauté. Cela a été le cas pour les projets :

- Cité de l'Environnement.
- 200 logements - ZAC Triangle des Meuniers.
- VALOPHIS EXPANSIEL à Savigny.
- ATONIX logement participatif.
- Siège Air Liquide.

**En retour d'expérience, il s'agit de la meilleure configuration. Le maître d'œuvre devient alors le "concepteur total", responsable de**

**tous les aspects de la conception, dont ses aspects environnementaux.**

**L'interprétation et la préparation de l'ACV, voire sa traduction en objectifs projets fait partie d'une préparation importante à réaliser par l'AMO QEB.**

**Cette modalité renforce le dialogue entre AMO et MOE. Cette dernière pourra se faire accompagner par un assistant environnemental à maîtrise d'œuvre si nécessaire.**

### ➔ 3.3.2 - Configuration avec l'assistant à maîtrise d'ouvrage porteur de l'ACV bâtiment : 9 projets

Les autres projets avaient déjà démarré et les maîtres d'œuvre étaient missionnés. L'ACV a donc été une extension des missions déjà contractées auprès de l'AMO "QEB" (généralement mission d'assistance environnementale et parfois certifications), qui élargit son champ d'intervention et d'analyse par l'ACV bâtiment.

Le maître d'œuvre a été invité par le maître d'ouvrage à collaborer à la détermination de l'ACV.

**Retour d'expérience : la qualité de cette collaboration a été diverse, depuis une collaboration nulle à une collaboration totale, en fonction généralement du bon vouloir de l'architecte en place et**

**de la nature du client. Le client privé n'a généralement pas eu de mal à imposer ses demandes alors que le cadre du contrat public ne peut être facilement modifié.**

### ➔ 3.3.3 - Autres parties prenantes : dialogue avec les entreprises d'exécution

Dans tous les cas de figure, il a été utile de rédiger des clauses environnementales des lots des entreprises de manière à solliciter leur force de proposition.

**Retour d'expérience : ces sollicitations n'ont pas été fructueuses étant donné le peu d'expérience et de connaissance des entreprises par rapport au sujet ACV. Il faut in-**

**venter un mode de dialogue plus simple et rapide avec les entreprises candidates sur les différents lots.**



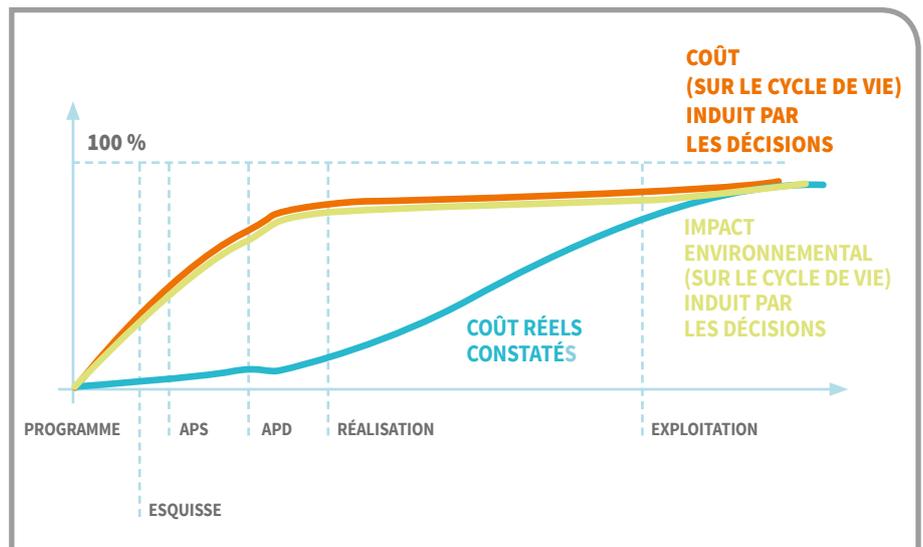
### → 3.4 - Quand calculer l'ACV bâtiment ?

#### → 3.4.1 - Relation prise de décisions versus impacts

**La réponse est évidente :  
"le plus tôt possible" !**

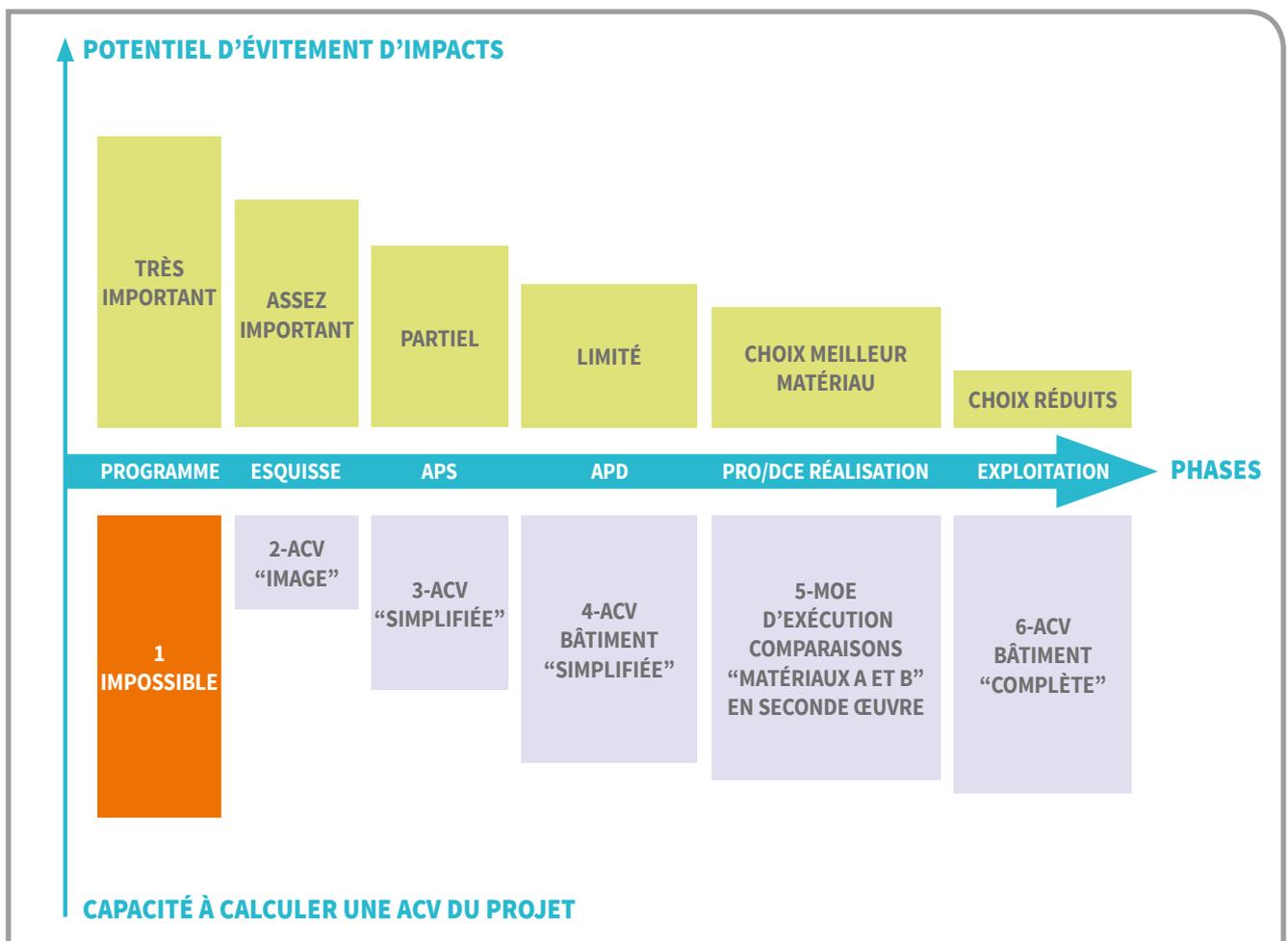
Malheureusement, à l'instar de la performance énergétique, les métrés manquent évidemment au stade de la programmation, mais également de l'esquisse, or de nombreux impacts environnementaux sont implicites dans le parti pris architectural. À l'instar des impacts économiques, on peut extrapoler la courbe de l'effet des décisions en coût global (rouge) et la courbe des coûts réels aux impacts environnementaux (en vert)<sup>9</sup>.

Dès lors, comment adresser le sujet des impacts lorsqu'ils sont situés dans la zone de "non-calcul" ? On a voulu représenter cette contradiction dans le synoptique ci-dessous :



<sup>9</sup> D'après Berliner et Brimson, 1988.

<sup>10</sup> Note: les qualifications d'ACV "image" ou "screening", "simplifiée" et "complète" sont des définitions tirées du projet européen EEBGUIDE (cf. bibliographie).



## DÉVELOPPEMENT DU SYNOPTIQUE

### 1. Phase programme

Aucun calcul du projet en soi n'est bien sûr possible à ce stade.

Toutefois, des calculs amont peuvent être réalisés afin de qualifier les impacts environnementaux et le coût global de solutions à retenir.

Il s'agit d'explorer les qualités environnementales (c'est-à-dire des faibles impacts) d'une "gamme" de produits.

Les logements, par exemple, se prêtent beaucoup à une conception en "gammes". Le travail sur un projet en blanc, représentatif de la production de l'entreprise, peut éclairer le dossier et éviter de réaliser une ACV bâtiment sur chaque projet.

Les calculs peuvent être préétablis en fonction de ratios liés à des systèmes constructifs, préétablis et vérifiés dans des expériences passées.

Le programme peut toutefois spécifier une exigence de moyens : procédés constructifs, systèmes, en connaissance de cause, après avoir vérifié ses qualités environnementales par ailleurs : expériences passées, travail des gammes de produits, publications, etc.

Au stade programme, des objectifs programmatiques de non-dépassement d'impacts peuvent être définis. Ils auront également fait l'objet de calculs préalables<sup>11</sup>.

### 2. Phase Esquisse

La performance énergétique et notamment le bioclimatisme sont maintenant assurés entre autres par la réglementation thermique. C'est bien sûr une phase très importante : l'esquisse décide souvent du 20/80 des impacts.

En revanche, seuls des développements très récents permettent d'avoir accès à une ACV bâtiment à une phase de définition sommaire du bâtiment<sup>12</sup>, à partir de métrés estimés.

Permettront-ils une aide à la décision efficace ? Les pistes évoquées par les membres de la communauté d'expérimentation sont :



3 - 870 cottages. Source : Center Parcs / Construction21

1. L'utilisation d'ACV simplifiées grâce à des développements logiciels et méthodologiques comme dans le projet BENEFIS (utilisation de métrés de chiffrages, passage par des macros-composants, méthode du 20/80), c'est-à-dire la possibilité d'un "premier calcul" sur les modes constructifs.

2. La connaissance préalable des empreintes ACV des principaux systèmes constructifs et macro-composants, permettrait "au ratio", de connaître l'empreinte ACV d'un geste architectural. Il y a donc calcul, mais simpliste.

3. Un catalogage a priori des grands systèmes constructifs par profils environnementaux en permettant le choix sans passage, à cette phase, par une dimension calculatoire. Il n'y a pas de calcul mais la disponibilité d'une information "sur étagère" sur les impacts.

### 3. Phase APS

En phase APS, bon nombre de principes constructifs, notamment du clos couvert et les systèmes sont connus.

Si les impacts sont déjà assez fortement déterminés, il reste encore une variation importante liée au choix, au sein d'une même gamme de produits, des matériaux et systèmes moins impactant, ce qui impliquera dans les prescriptions la formulation d'une exigence concernant la performance de chacun des composants.

L'APS, confirmant l'esquisse, est encore le "temps du possible" quant à l'amélioration de chacune des briques de la conception, c'est le temps des variantes et de leur chiffrage.

C'est dès l'APS que la force de proposition de l'ensemble des parties prenantes du projet peut s'exprimer.

### 4. Phase APD

Après évaluation des variantes, le rôle de l'APD est de définir les principes constructifs, les matériaux et les installations techniques qui seront mises en œuvre. C'est la phase qui arrête définitivement le projet architectural qui répondra au programme du maître d'ouvrage.

C'est à cette étape que la maîtrise d'œuvre s'engage sur un budget (notamment pour les marchés publics).

Dès lors, les derniers arbitrages y sont rendus et le degré de flexibilité restant est dévolu au marché, via les appels d'offre et la force de proposition des entreprises des lots.

L'ACV "simplifiée" est en mesure d'être précisée par systèmes constructifs. Les matériaux et systèmes en blanc font l'objet d'une définition plus précise.

### 5. Phase PRO / DCE / Consultation des entreprises et analyse des offres.

Cette phase permet de bénéficier de la force de proposition des entreprises via les variantes ou via des objectifs performantiels qui leur sont assignés. Il est possible de choisir un mieux-disant environnemental.

<sup>11</sup> Exemple du cahier des charges de la ZAC des Batignolles.

<sup>12</sup> Cas du projet Bilan Énergétique et Environnemental Flable, Simple et reproductible des bâtiments "BENEFIS" soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche



**Nous ne doutons pas qu'une méthodologie précise et des outils adéquats permettront de développer et généraliser l'ACV bâtiment. Pour cela, il est primordial d'intégrer la notion d'ACV bâtiment dès la phase programme en tant qu'exigence du projet. Cette ACV bâtiment doit être réalisée en parallèle avec une analyse en coût global ou a minima avec un économiste car c'est le coût qui sera finalement déterminant. D'autre part l'analyse doit être faite en premier lieu sur la performance énergétique et carbone du bâtiment qui, d'après nos recherches, représente 80% de l'impact environnemental d'un bâtiment sur sa durée de vie.**

Coline BLAISON, Julien MIROFLE, EGIS CONSEIL Bâtiment, Département Performance des Ouvrages, AMO QEB

Le retour d'expérience montre que les entreprises de lots, sauf exception, ne sont pas équipées pour raisonner en ACV multicritères et proposer simplement (et rapidement) les matériaux et matériels (ces derniers assemblés en systèmes) les plus faiblement impactant. Le dialogue est donc difficile sur la base seule des FDES/EPD.

Il y a donc la nécessité d'un dispositif pour communiquer sur la qualité environnementale des produits, depuis les industriels jusqu'aux maîtres d'ouvrage et leurs concepteurs, via les entreprises d'exécution les acteurs de la communauté d'expérimentation recommandent :

- l'utilisation d'un marquage de qualité qui se substitue à une mathématique d'évaluation. Exemple : dans le BREEAM, la création du score unique produit permettait de spécifier un produit "A+" ou "A", sans autre exigence, ce qui renvoyait l'offreur à une sélection des produits par famille de produits. Si le score BREEAM est trop simplificateur, un score sur quelques impacts prioritaires serait à imaginer,

- en l'absence de score ou marquage officiel, de créer un "score adapté" à la consultation des entreprises, en donnant une règle de calcul qui permette aux offreurs d'objectiver les qualités environnementales des solutions, en se référant aux FDES des produits concernés.

### 6. Phase d'exploitation

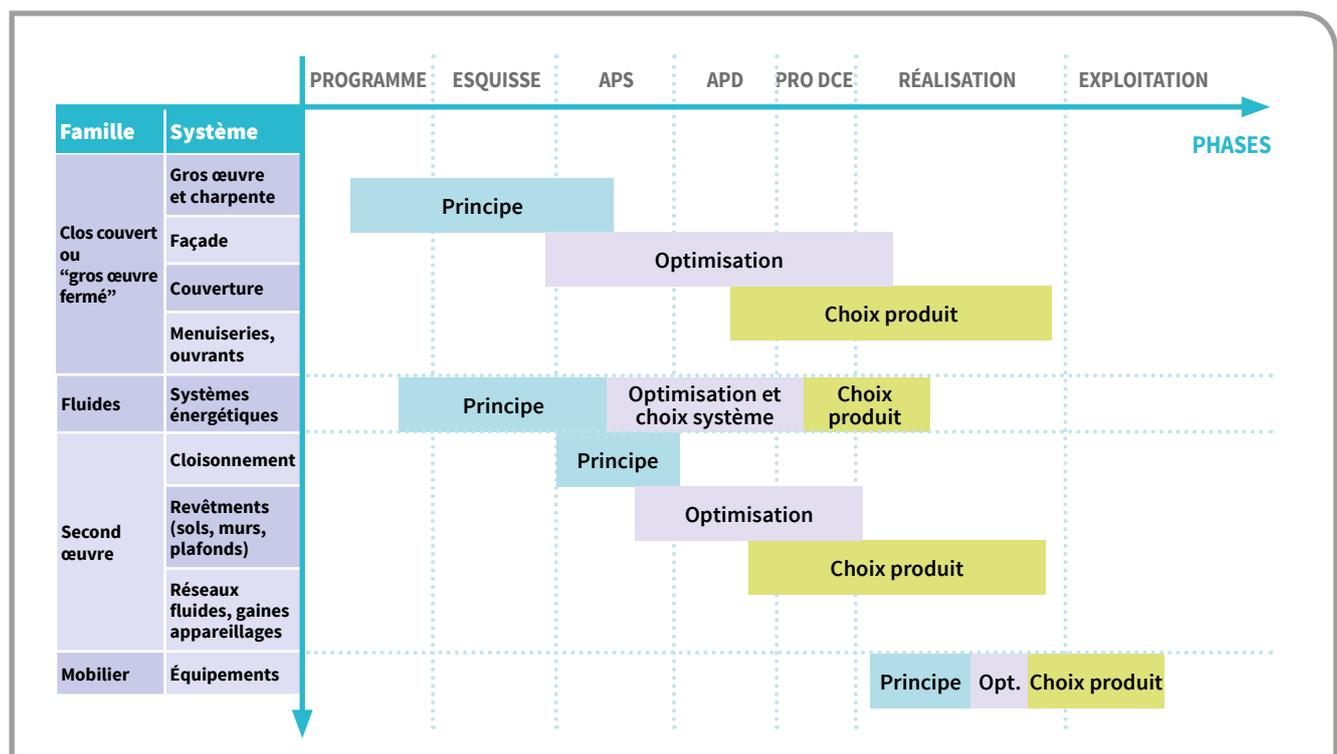
À ce stade, en parfaite connaissance des quantités et des matériaux et systèmes réellement posés, on est capable de reconstituer une ACV complète (au bémol près des sujets de disponibilité des données fabriquant). L'intérêt de l'ACV complète à la livraison du bâtiment résiderait :

- dans la connaissance plus fine des impacts, notamment pour de futures conceptions,
- dans la quantification des impacts évités réellement,
- dans la source pour un affichage environnemental.

La phase exploitation servirait plutôt à étudier l'impact des travaux pre-neurs + mobilier + bureautique (notion classique de "Core & shell") et du facility management.

### → 3.4.2 - Relation aux lots

Nous avons synthétisé la détermination des lots, en conception, sur un déroulé projet. Le synoptique n'a pas la prétention d'être universel et sera variable en fonction des projets.



### → 3.4.3 - L'ACV bâtiment est-elle simplifiable ?

Faut-il des logiciels et méthodes d'ACV simplifiées pour le calcul en amont ?

Le calcul en amont du projet pourrait être facilité par des méthodes simplifiées, comme mis en évidence dans le projet de recherche BENEFIS et pour reprendre ses propositions :

- basées sur une méthode "macros composant" types,
- basée sur une méthode "Pareto" de 20/80 des impacts,
- basée sur une méthode "Chiffrage Rapide" à partir d'une estimation simplifiée des quantitatifs de matériaux.

Les expérimentateurs dans leur grande majorité ont déjà défini des projets types et des solutions types dans leurs solutions logicielles, dont ils maîtrisent la définition technique précise :

- matériaux composant les agrégats (façades, murs),
- DEP/FDES choisies et utilisées pour les calculs "en base",
- éventuellement des valeurs par défaut.

Ils n'ont pas été formés et pas attirés par les modes simplifiés, qui apparaissent un peu "boîte noire". Leur souhait est de développer une ACV la plus juste possible au premier trait. Pour cela ils ont dans leur majorité utilisé une ACV "détaillée" aux hypothèses maîtrisées pour développer les calculs en amont.

### → 3.4.4 - Trois stratégies d'évitement d'impacts

Selon les acteurs de la communauté, l'évitement d'impact peut être le fruit de trois stratégies :

**1. Une stratégie de gamme**, c'est-à-dire de moyens déterminés à l'avance, dont la connaissance fine par le maître d'ouvrage permet de connaître et déterminer l'avantage fonctionnel, économique et environnemental des solutions retenues.

Dans la segmentation des contraintes projet proposée en 5.2, cette stratégie est particulièrement adaptée aux projets répétitifs, quel qu'en soit la taille, parmi eux les projets de promotion privée menés avec un temps d'exécution très court. Comme l'a révélé le travail sur l'opération de FRG à Villenoy, la promotion privée de logements se prête très bien à ce genre d'étude systématique a priori.

Monter une gamme permet également un dialogue riche et plus serein avec les industriels et pourvoyeurs de solutions.

Cette étude a priori permet également de définir sereinement une politique au niveau des faibles impacts et les modalités de la communication au client.

Toutefois, comme sur toute gamme, il est bien sûr qu'une réflexion de contextualisation est nécessaire lorsqu'il s'agit de passer au projet réel : matériaux lo-

caux, "style du pays", opportunités énergétiques (réseau de chaleur, géothermie, etc.), ressources renouvelables et opportunités bioclimatiques : autant de facteurs de contextualisation qui sont susceptibles de modifier la conception.

**2. Une stratégie mixte**, avec une partie de moyens déterminés à l'avance par la volonté du maître d'ouvrage (programme) et une partie liée à du calcul (trois opérations de la communauté d'expérimentation sur ce modèle).

Dans un certain nombre de projets, l'investisseur a fixé des règles de construction en fonction de sa politique sur le bâti. Le promoteur a donc pour mission d'exécuter au mieux dans un mode constructif partiellement contraint.

L'investisseur du "GREEN OFFICE" client de Bouygues Immobilier, comme le maître d'ouvrage de l'opération de Bois le Roi ont imposé des contraintes constructives (comme la structure béton ou du bois construction, etc.) Dans d'autre cas, c'est la contrainte du concept architectural proposé par l'architecte, préexistante au calcul ACV et base du permis de construire, qui a fixé les grands principes de l'enveloppe. C'est donc à l'optimisation de celle-ci que les équipes peuvent s'atteler.

Les AMO et MOE doivent donc évoluer dans un système contraint, mais avec une réelle marge de liberté.

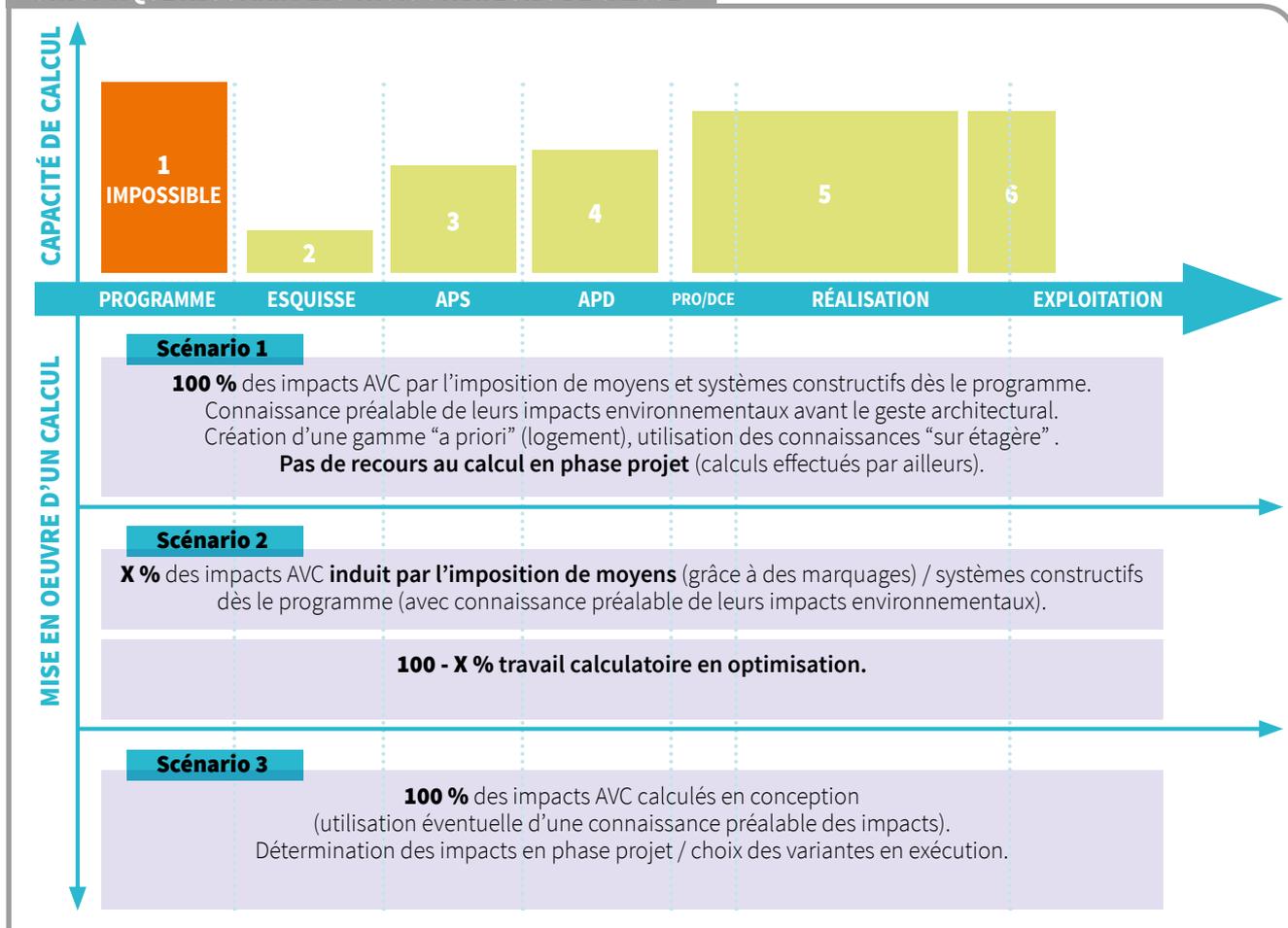
**3. Une stratégie complètement "calculatoire"**, où l'on mène une ACV Bâtiment par itération depuis l'origine du projet au PRO/DCE, déduisant par-là les impacts et les solutions permettant les évitements d'impact.

Les projets complexes ou d'importance d'une part et les rénovations de l'autre ont fait l'objet de cette approche.

C'est le cas d'EGIS Bâtiment sur le projet Nouveau Longchamp, sur lequel le calcul intégral s'adaptait d'avantage à l'intervention en rénovation sur plusieurs bâtiments existants, opération d'avantage "surmesure" que le neuf. Les degrés de libertés laissés aux équipes de conception sont donc entiers.



## SYNOPTIQUE RÉSUMANT LES TROIS STRATÉGIES DE CALCUL



### → 3.5 - Études paramétriques

Une équipe autour d'un projet de bureaux, dans la deuxième communauté d'expérimentation, a fait le choix de mettre en œuvre des études paramétriques : diminution des impacts environnementaux versus performances techniques, notamment

sur des éléments de seconde œuvre pour lesquels des questions de confort de l'utilisateur se posent.

Voici les différents bilans tirés de ces tests paramétriques forts intéressants, dont on a retenu la méthode.

**La méthode développée a été plébiscitée au sein du groupe de travail et a montré comment une qualification en amont des solutions peut être menée par des maîtres d'ouvrage et leurs AMOS.**

#### CONFORT VISUEL VERSUS VARIANTES

**Variantes pressenties :** réduction de la part des parties vitrées des façades, Variation % vitrage façade, Variation hauteur sous-plafond

**On compare :**

La qualité environnementale évaluée par une ACV

Le facteur de lumière du jour (FLJ)

#### CONFORT THERMIQUE VERSUS VARIANTES

**Variantes pressenties :** plafond rayonnant versus ventilo-convecteurs.

**On compare :**

Qualité environnementale évaluée par une ACV

**Confort thermique :**

L'indicateur retenu est la température de confort ou la température opérative (Top) : C'est la moyenne arithmétique entre la température de l'air et la température des parois  $Top = (T_{air} + T_{radiante}) / 2$

**NOTA :** pour une consigne équivalente (19°C hiver) la température opérative sera plus confortable si les parois sont chauffantes (ex. : plancher chauffant ; murs chauffants, etc.)

## CONFORT ACOUSTIQUE VERSUS VARIANTES ENVIRONNEMENTALES

Variantes pressenties : faux-plafond perforé + moquette versus faux-plafond métallique + moquette.

### On compare :

Qualité environnementale évaluée par une ACV

### Le temps de réverbération (TR) :

c'est le temps mis par le bruit pour décroître de 60 dB dans un local après extinction de la source.

### L'indice d'affaiblissement acoustique (Rw) :

cet indice caractérise la qualité acoustique d'une paroi de construction (murs, cloisons, planchers, plafonds...)

## CONFORT OLFACTIF (QUALITÉ SANITAIRE DE L'AIR) VERSUS VARIANTES ENVIRONNEMENTALES

Variantes pressenties : différents types de revêtements en contact avec l'air intérieur.

### On compare :

Qualité environnementale évaluée par une ACV

### Qualité sanitaire

Les matériaux utilisés pour l'isolation, les faux plafonds ou les revêtements intérieurs peuvent donner lieu à l'émanation des contaminants chimiques durant la construction ou l'exploitation du bâtiment. Afin d'évaluer l'impact du projet sur la qualité sanitaire de l'air, les indicateurs retenus sont :

Le taux d'émission des composés organiques volatils COV (formaldéhyde, composés aromatiques, composés halogénés...)

Le taux d'émission de particules fibreuses avec plusieurs variantes pressenties : matériaux d'isolation à base de laine minérale versus laine végétale versus PSE et moquette

## → 3.6 - Lien avec le BIM

Sur quatre projets, le BIM a structuré l'opération de conception en maîtrise d'œuvre.

Le BIM porte la promesse d'un travail plus resserré autour d'une maquette unique, permettant de réduire le temps de travail, simplifier la coordination, permettre les exports de données spécifiques pour des fins spécifiques (stabilité, éclairage, écoulements aérodynamiques, etc.) dont le calcul de l'ACV bâtiment à partir des quantités de matériaux et matériels.

Il a fallu parfois pour l'AMO environnement traduire son besoin en données d'entrées (exprimées en fonction des Unités Fonctionnelles des matériaux) en une nomenclature BIM, c'est-à-dire un complément de cahier des charges spécifique décrivant l'information à produire par la maquette numérique pour adresser le calcul ACV (en clair, le sens et la décomposition en matériaux élémentaires d'un "trait" de la maquette).

Bien sûr, comme sur d'autres aspects des choix opérés en phase de conception, il faut faire attention au lien entre les extractions (à effet d'ACV) et les séquences de validation et d'arbitrages.

Le pont entre le BIM et l'ACV bâtiment a particulièrement été exploré par GREEN AFFAIR sur l'opération Rueil Les Fontaines. Ils nous explicitent le chemin retenu.

### Exploitation de la maquette BIM au format IFC

Les IFC (Industry Foundation Classes) sont des informations qui permettent de décrire les objets dont on a besoin pour concevoir un bâtiment tout au long de son cycle de vie et selon différents points de vue (architecture, structure, thermique, estimatif...). Pour chaque élément du bâtiment, les IFC donnent ainsi des indications sur la forme, le mètre, les caractéristiques, les relations avec les autres objets, etc.

Grâce au logiciel Eve-BIM, l'ensemble des données contenues dans le fichier IFC sera associé aux FDES issues de la base INIES afin d'évaluer l'impact du bâtiment. Cependant, le format IFC actuellement disponible sur le projet ne permettant pas d'exploiter finement les données, l'exploitation de la maquette BIM a été nécessaire.

“  
*Nous avons intégré dans son processus de conception fluides et performance environnementale, les outils d'ACV pour l'analyse des impacts globaux du bâtiment et pour la proposition des meilleurs choix environnementaux. Afin de faciliter le processus et la confirmation de l'ACV en tant qu'outil d'aide à la décision sur les choix constructifs, nous travaillons actuellement une ACV bâtiment couplée à des outils BIM, pour accélérer et automatiser les différents calculs d'impacts environnementaux. Nous pourrions ainsi évoluer vers plus d'excellence opérationnelle pour la compilation des données pertinentes pour la conception (neuve ou de la rénovation) mais aussi pour la gestion des informations en phase d'usage.*  
”

Julien DACLIN, DEERNS, AMO QEB



## Exploitation de la maquette BIM au format Revit

La maquette BIM a permis de capitaliser de façon très précise l'ensemble des informations sur les quantités, la nature et le type de matériau mis en place sur le projet.

Au stade actuel, les produits de construction contenus dans la maquette sont regroupés en **neuf familles distinctes** :

### La famille Garde-corps :

regroupe tous les garde-corps situés au niveau des terrasses.

### La famille Sols :

regroupe tous les planchers (bas & haut) du projet y compris le plafond de la ville (non pris en compte dans cette étude).

### La famille Toits :

regroupe quelques planchers spécifiques situés aux sous-sols (les cuvettes d'ascenseur par exemple).

### La famille Portes :

regroupe toutes les portes externes et internes.

### La famille Fenêtres :

regroupe toutes les menuiseries externes (hors murs rideaux).

### La famille Murs :

regroupe toutes les parois verticales opaques y compris quelques éléments d'habillage des façades.

### La famille Poteaux :

regroupe les poteaux porteurs.

### La famille Escalier :

regroupe les marches d'escalier.

### La famille Mobilier :

cette famille est spécifique au projet et a été définie par l'architecte, elle regroupe plusieurs familles distinctes :

- les murs rideaux,
- la clôture,
- les matériaux d'habillage des façades.

Les tableaux de nomenclature ont été créés en conformité avec le type

de famille utilisé sur le projet afin de récupérer les informations sur les quantités et les caractéristiques de chaque élément de chaque famille.

Le protocole de nommage (des traits du BIM) est une difficulté, notamment sur les étiquetages / labelling des extractions. Il faut faire la connexion à la nomenclature des bases de données d'impacts environnementaux. Le BIM manager définit le niveau de précision et la nature des traits. Il y a une association des produits par type de trait.

Afin de mieux réaliser l'ACV, un cahier des charges a été développé pour que le BIM Manager puisse anticiper le niveau de détail et de définition, afin d'obtenir un BIM qui permette de pratiquer l'ACV.

Ce contrat était équipé d'un BIM Manager en lien avec le maître d'oeuvre.



## PISTE POUR L'ACTION :

**définir les nomenclatures qui permettent d'aider à la réalisation rapide d'une ACV battit à partir d'une maquette BIM en IFC.**

## ➔ 3.7 - Les différentes options de calcul d'ACV

Plusieurs chemins de conception ont été choisis par les équipes, toutes fructueuses et réalisées dans un souci d'opérationnalité maximum.

### ➔ 3.7.1 - Méthode "des lots" ou méthode "globale"

La première distinction dépendait de la maturité du projet au moment du démarrage du calcul d'ACV. Les projets étaient en majorité en Esquisse / APS.

# 1

## MÉTHODE DES LOTS

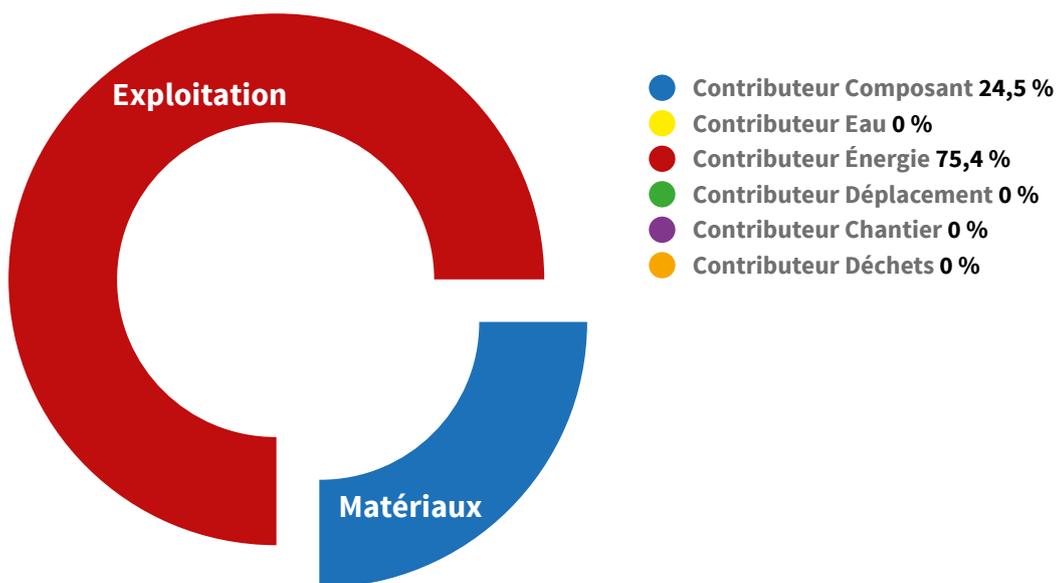
- Option de calcul d'ACV utilisée lorsqu'il y avait déjà une détermination des systèmes constructifs et qu'il s'agissait d'en évaluer les variantes.
- Lots par lots, au fur et à mesure de leur détermination par l'APS puis par l'APD.
- Permet le "zoom" sur des lots particulièrement impactants.
- Permet le dialogue entre l'AMO et les interlocuteurs spécialisés de la maîtrise d'œuvre sur les lots.
- Pas d'ACV bâtiment globale. Elle peut être reconstituée in fine, si intérêt.

# 2

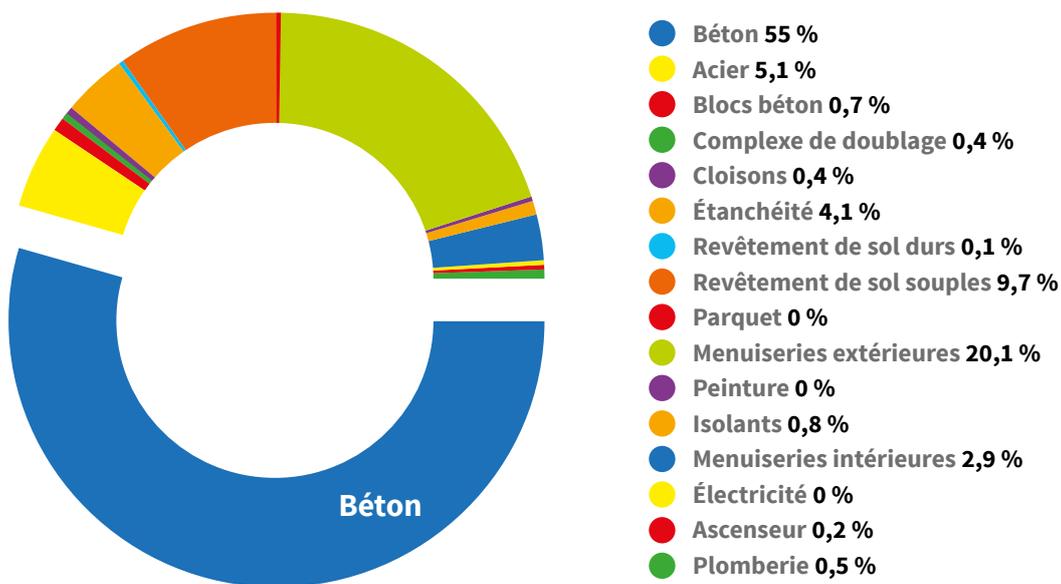
## MÉTHODE "GLOBALE", RECHERCHE DU 20/80

- Permet de repérer le 20/80 des impacts.
- Puis de travailler sur les grandes masses les plus impactantes en les priorisant.
- Travailler les lots impactants en connaissance de cause.
- Mettre en évidence par le calcul pour le MOA et le MOE les premiers leviers d'évitement d'impact.

**EXEMPLE DE RECHERCHE EN 20/80 SUR UN BÂTIMENT NEUF DE BUREAUX, SUR L'IMPACT GES**



**IMPACT : CHANGEMENT CLIMATIQUE**



En règle générale, les projets dont l'esquisse et les systèmes constructifs étaient déjà définis ont utilisé la "méthode des lots".

La méthode du 20/80 a été utilisée en rénovation, où il s'agissait de repérer les plus gros contributeurs : rien d'intuitif avec l'ACV bâtiment, encore moins en rénovation.



## → 3.7.2 - Variété des périmètres de calcul

# A

TOUTES LES PHASES  
DU CYCLE DE VIE

- Sur un sous-système (méthode “des lots”), cela a permis d’objectiver l’ACV en face du coût global.
- Option de 3 projets.

# B

ACV “CRADLE TO GATE”

- Constatant que les impacts de la vie en œuvre et de fin de vie étaient largement hypothétiques ou conventionnels.
- Les matériaux étudiés ne font pas l’objet d’un renouvellement périodique (gros oeuvre...).
- Les dispositions de performance en oeuvre sont souvent réglées par d’autres calculs (performance énergétiques).
- ISO fonctionnalité.

La seconde méthode a été préférée à la première dans la majorité des cas, puisqu’il s’agissait pour les praticiens de diminuer les impacts réels engendrés dans la phase de cycle de vie amont, les impacts futurs (notamment liés à la fin de vie) n’étant pas connus (comment recycle-t-on dans 20/30/40 ans ?)

## → 3.7.3 - Variété des contributeurs

Certaines équipes se sont limitées volontairement au contributeur “composant” : matériaux et produits, équipements de construction :

- la performance énergétique et la consommation d’eau étant limitées par des dispositions de cahier des charges,

- les contributeurs “chantier” étant peu expressifs en quantité,
- les productions de déchet d’activité étant du ressort de l’utilisateur,
- le transport étant un effet de l’aménagement et de décisions en dehors du périmètre de responsabilité des concepteurs du bâtiment.

Certaines équipes (ici GREEN AFFAIR) ont détaillé des périmètres plus finement de contributeurs, note de justification à l’appui dans le tableau ci-contre :

.....

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

.....

TABLEAU 1 TABLEAU DE DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

PROCESSUS	INTITULÉS	CADRE	
<b>Mise à disposition du bâtiment (construction)</b>	Fabrication des produits du bâtiment	In process FDES des produits de construction	<b>oui</b>
	Transport des produits jusqu'au chantier		<b>oui</b>
	Process de mise en œuvre des produits		<b>oui</b>
	Amortissement des engins, des installations et du matériel de chantier		<b>non</b>
	Transport des intervenants sur le chantier		<b>non</b>
	Consommation en eau potable et évacuation d'eau usée sur le chantier		<b>non</b>
	Consommation des engins et installations du chantier		<b>non</b>
	Terrassement (remblais, déblais) & évacuation		<b>non</b>
	Gestion des déchets de chantier (collecte, valorisation, élimination)		<b>non</b>
<b>Fonctionnement du bâtiment et activités liées (exploitation)</b>	Consommation d'énergie réglementaire	Chauffage	<b>oui</b>
		Refroidissement	<b>oui</b>
		ECS	<b>oui</b>
		Ventilation	<b>oui</b>
		Éclairage	<b>oui</b>
		Auxiliaire	<b>oui</b>
	Fluides frigorigènes	Fuite des fluides des équipements	<b>non</b>
	Consommations d'énergie spécifiques hors-RT	Ascenseurs	<b>non</b>
		Équipements de bureau et de process	<b>non</b>
		Ventilation des parkings	<b>non</b>
		Éclairages spécifiques	<b>non</b>
		Consommation d'eau	<b>non</b>
	Achats des produits	Renouvellement des produits du bâtiment	<b>oui</b>
		Préparation des repas et boissons	<b>non</b>
		Fabrication des papiers	<b>non</b>
		Fabrication des appareils (TV, électroménagers, etc...)	<b>non</b>
		Fabrication des mobiliers (tables, chaises, canapés)	<b>non</b>
	Déchets produits	Traitement des déchets	<b>non</b>
	Frets	Livraison des produits achetés	<b>non</b>
		Collecte et évacuation des déchets	<b>non</b>
Déplacements	Transport domicile / Travail	<b>non</b>	
	Transport domicile / Autres	<b>non</b>	
<b>Démolition en fin de vie (déconstruction)</b>	Amortissement des engins, des installations et du matériel de chantier		<b>non</b>
	Consommation énergétique des engins et du matériel de chantier		<b>non</b>
	Transport des intervenants sur le chantier		<b>non</b>
	Gestion des déchets de chantier	In process FDES des produits de construction	<b>oui</b>
	Process de déconstruction		<b>oui</b>



### → 3.7.4 - Difficulté d'alignement de toutes les contraintes

Un point a été souligné et affirmé à de nombreuses reprises par le panel : la performance environnementale est d'abord à rechercher dans la performance fonctionnelle.

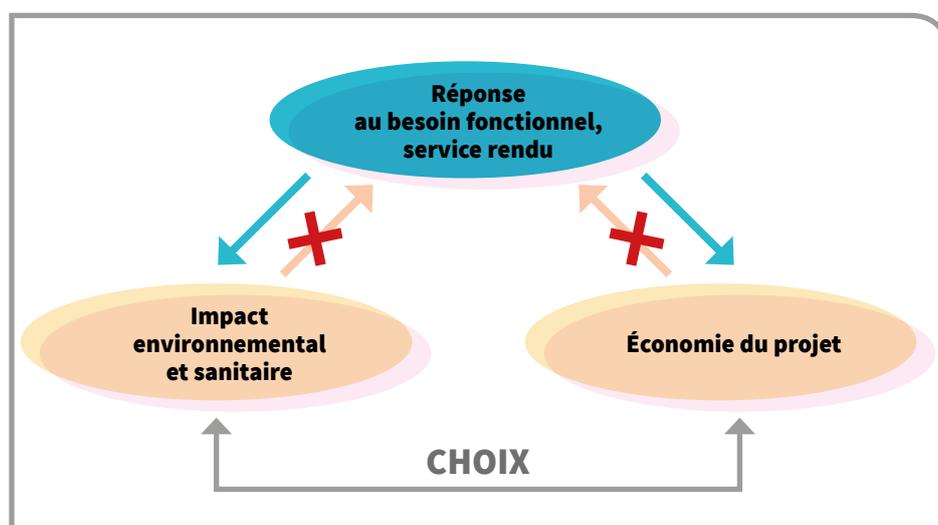
**C'est l'adéquation au besoin exprimé - dans le temps - qui va rendre le bâti performant et pérenne, ce qui généralement améliorera fortement la performance environnementale. Il y a donc un sujet premier d'architecture et de réflexion**

**immobilière, à confronter avec l'évaluation économique et environnementale.**

Le sujet n'étant pas posé comme cela, les solutions ont été définies par la conception ; la comparaison économique et environnementale a généralement porté sur des purs équivalents fonctionnels de solutions, alors que la réflexion sur l'optimisation de la fonction est de nature à faire apparaître des nouvelles so-

lutions qui déplacent légèrement la fonction, maximisent l'économie et minimisent les impacts.

Les variantes à étudier sur le plan économique et environnemental sont mal comparées par l'ACV dès lors que la phase d'usage est "conventionnelle" dans les FDES, et ne recollent pas aux hypothèses d'usage et de performance fonctionnelles qui sont évaluées.



Détermination des solutions, ou de la solution à optimiser, généralement à iso fonctionnalité.

Pas de bouclage ni de remise en cause de la définition fonctionnelle.

Il n'est pas évident de véritablement effectuer un alignement des caractéristiques économiques, fonctionnelles et environnementales des solutions.

**En retour d'expérience, les équipes ont souvent eu une réflexion "en entonnoir" dans des équivalents fonctionnels.**

**Une difficulté consubstantielle du calcul d'ACV bâtiment est la perte d'informations liée à l'agrégation des impacts des solutions et la difficulté de rebouclage dans une éco-conception où l'on repartirait du besoin fonctionnel (un exemple sur un projet : cloison intérieure fixe, en placo, ou modulaire ?).**

**Il s'agit donc bien de faire primer la démarche d'architecture et la réflexion immobilière sur les usages hébergés que sur un calcul d'optimisation simplement calculatoire.**

### → 3.8 - L'ISO-fonctionnalité parfaite n'existe pas

Deux bâtiments sont-ils exactement comparables ? Peut-on exprimer leurs fonctionnalités afin de dégager leur performance réelle et savoir si l'un est mieux que l'autre ?

On trouvera toujours des différences : un bâtiment dispose d'un restaurant d'entreprise et d'un auditorium, l'autre des locaux de stockage,

un troisième a un parking sur trois étages en sous-sol... **Dans le tertiaire, l'iso-fonctionnalité parfaite n'existe pas.**

Dès lors, toute évaluation de bâtiment, tant sur la performance énergétique que sur la performance environnementale doit être accompagnée d'éléments de cadrage du

programme immobilier. Ne demandons pas à l'Analyse du Cycle de Vie bâtiment de résoudre un sujet que l'évaluation énergétique ou immobilière ne sait pas résoudre : la comparaison absolue entre bâtiments.

## Quelle iso- fonctionnalité entre bâtiment ?

<b>Standing du programme</b>	Logement à 15, 20, 30 m <sup>2</sup> par personne ? Avec des matériaux plus nobles ou du bas de gamme ?
<b>Fonctions annexes</b>	Parkings ou pas ? Autres fonctions annexes de nature à modifier la quantité de matériaux ? Pour le tertiaire : RIE, fitness, informatique, autres services...
<b>Effets de la localisation et dispositions issues de l'aménagement urbain</b>	Accès facile aux ENR ? Masques solaires ? Présence de réseaux énergétiques ? Fondations : construction sur dalle, terrain meuble, sismique ?

Le but de l'éco-conception est de maximiser le service rendu en minimisant les impacts environnementaux du projet, avec ses singularités, comparé au même projet développé de manière classique ! Il s'agit donc

pour chaque projet de s'améliorer par rapport à lui-même (5, 10, 25, 50 % sous l'impact équivalent) davantage qu'une comparaison à iso périmètre à effet d'évaluation.

**Dans l'état actuel des connaissances et des outils, il convient, d'après le panel des expérimentateurs, de massifier la démarche d'écoconception pour l'ancrer dans la pratique et généraliser le raisonnement en "cycle de vie".**

### → 3.9 - Les cadres d'arbitrage des solutions constructives et matériaux

De manière unanime, un outil a manqué lors de l'analyse des solutions constructives et l'effort de réduction des impacts : **un cadre d'aide à la décision sur les solutions constructives et matériaux.**

L'absence d'opérationnalité à ce niveau est un témoignage récurrent des acteurs de la communauté. L'absence de cadre d'analyse (construit bien sûr sur l'information des DEP/ FDES) empêche :

- de solliciter le devoir de conseil des offreurs (entreprises d'installation, des lots), en fixant des objectifs performantiels qui stimuleraient des variantes,
- d'envoyer un signal de nécessité d'écoconception aux industriels en

annonçant des sélections en amont (présélection produits ou gammes) intégrant des critères environnementaux. La transparence des impacts est déjà une chose, mais l'utilisation de la donnée par les maîtres d'œuvre dans chaque lot serait de nature à déclencher une vague d'écoconception.

Sur le plan méthodologique, des AMOS ont déjà élaboré des stratégies de choix, qu'il conviendrait de capitaliser :

- liste de produits à moindre impacts sur les cinq impacts les plus plébiscités par les maîtres d'ouvrage,
- mise en base de données et étiquetage des matériaux en fonction de leur performance dans leur famille de produits :

- l'information est disponible, c'est déjà un bon point,
- l'information n'est pas disponible et une pénalisation est opérée.

#### Des méthodes existent

Le dispositif le plus cité pour la mise en œuvre d'un profil environnemental de produit est le GREEN GUIDE FOR SPECIFICATIONS du BREEAM qui met en œuvre, sur la base d'une ACV produit, la normation et le scoring des produits au sein de leur famille.

À partir de l'information d'ACV produit la méthodologie BRE Environmental Profiles 2008 norme dans une première étape les chiffres d'impacts par rapport aux niveaux d'impact annuels estimés pour un citoyen Européen.

FIGURE 4 - IMPACTS MOYENS D'UN CITOYEN EUROPÉEN SELON LE BRE

ISSUE	NORMALISED DATA	WESTERN EUROPEAN CITIZEN'S IMPACTS
Climate Change	<b>0,0083</b>	12 300 kg CO <sub>2</sub> eq. (100 yr)
Water Extraction	<b>0,0048</b>	378 m <sup>3</sup>
Mineral Resource Extraction	<b>0,00094</b>	24,4 tonnes
Stratospheric Ozone Depletion	<b>0,00026</b>	0,217 kg CFC11 eq.
Human Toxicity	<b>0,00087</b>	19 700 kg 1,4-DB eq.
Ecotoxicity to Freshwater	<b>0,0016</b>	1 320 kg 1,4-DB eq.
Nuclear Waste (higher level)	<b>0,008</b>	2.37E-05 m <sup>3</sup> high level waste
Ecotoxicity to Land	<b>0,0016</b>	123 kg 1,4-DB eq.
Waste Disposal	<b>0,01</b>	3 750 kg
Fossil Fuel Depletion	<b>0,0068</b>	273 GJ
Eutrophication	<b>0,0023</b>	32,5 kg PO <sub>4</sub> eq.
Photochemical Ozone Creation	<b>0,0023</b>	21,5 kg ethene eq.
Acidification	<b>0,0081</b>	71,2 kg SO <sub>2</sub> eq.



Le résultat normalisé est ensuite pondéré selon un barème préétabli et propriétaire de la méthodologie BRE qui donne plus ou moins de poids sur la note finale à chaque impact. Ceci permet de mettre en avant le fait que des différences existent entre l'importance relative de chaque impact. La distribution suit les pourcentages suivants (cf. fig 5).

Il est important de signaler qu'il n'existe pas à ce jour d'accord scientifique sur la pondération des impacts. Cette pondération est issue du travail de 10 experts consultés par le BRE et ne sont pas modifiables par le maître d'ouvrage (ce qui peut être critiquable).

Cette normalisation et pondération sont ensuite présentées sous la forme d'"éco points" qui permettent de classer les produits, plus le score "éco point" est faible moins le produit est supposé avoir d'impact sur l'environnement.

La note finale est obtenue par famille de produits (murs extérieurs, revêtements des sols, plafonds, etc.), famille qui peut dans certains cas être subdivisée en sous-familles plus spécifiques (murs en brique). Le processus consiste à identifier les impacts maximum et minimum exprimés en éco points pour chaque famille.

FIGURE 5 - POURCENTAGES FIXES DE PONDÉRATION PAR IMPACT

ENVIRONMENTAL ISSUE	WEIGHTING (%)
Climate Change	21.6
Water extraction	11.7
Mineral resource depletion	9.8
Stratospheric ozone depletion	9.1
Human toxicity	8.6
Ecotoxicity to water	8.6
Nuclear waste	8.2
Ecotoxicity to land	8.0
Waste disposal	7.7
Fossil fuel depletion	3.3
Eutrophication	3.0
Photochemical ozone creation	0.20
Acidification	0.05

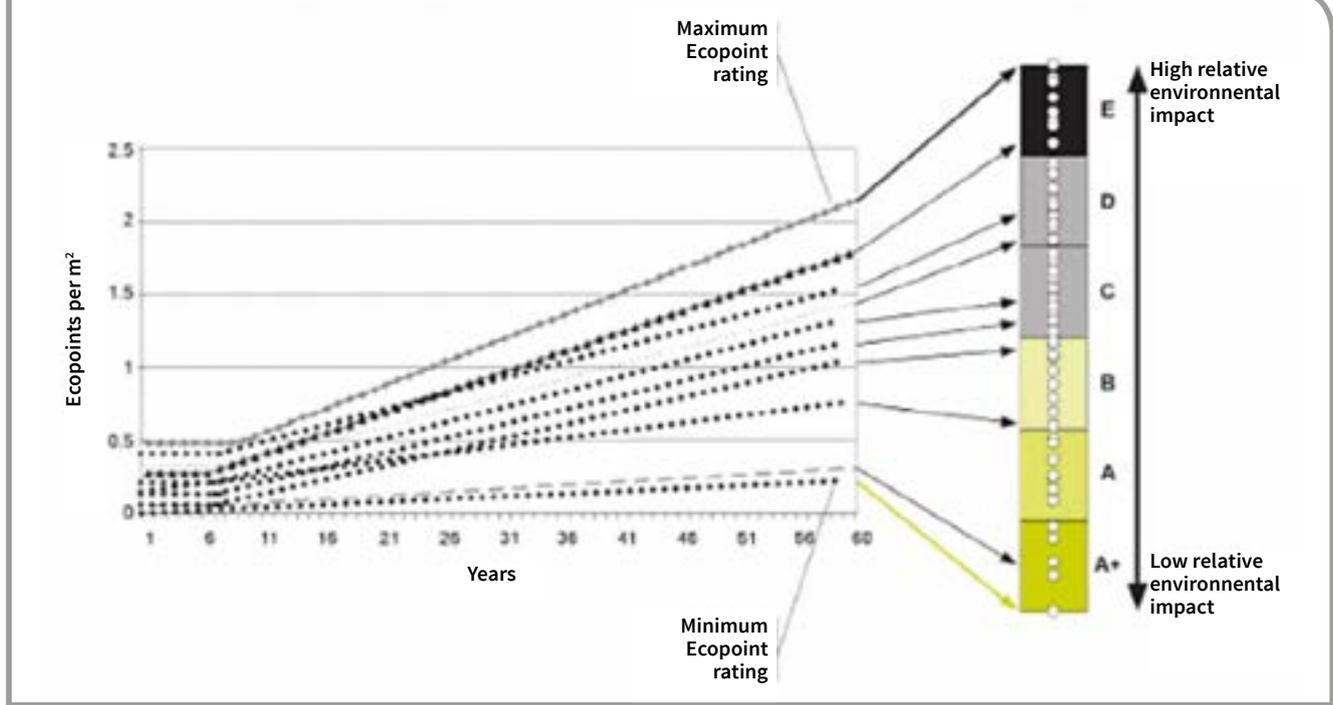
Le produit avec le moins d'éco points dévient ainsi la limite basse de la note et le produit avec le plus d'éco points la limite haute. L'écart entre ces deux valeurs est ensuite divisé en 6 intervalles égaux correspondant chacun à une note : A+ est la meilleure note, E la pire. Tous les produits peuvent ainsi être notés.

La note, variant de A+ à E, a comme grand avantage de permettre la comparaison de produits entre eux, même lorsque ces produits n'ont pas les mêmes caractéristiques techniques ou d'usage. Ainsi par exemple on peut comparer la moquette à des sols céramiques.

Bien qu'utile, cette comparaison des matériaux avec des spécifications et utilisations différentes doit être faite avec précaution car bien qu'un produit ait des avantages environnementaux ne veut dire en aucun cas qu'il soit le plus adapté au cas particulier.

**Des assistants à maîtrise d'ouvrage et entreprises ont mis en œuvre des bases de données privées leur permettant de répondre à la question environnementale, en développant des critères propres à leur sensibilité et en adressant toujours les quatre ou cinq indicateurs principaux décrits ci-dessus dans le « choix des enjeux ».**

FIGURE 6 - CRÉATION DE L'ÉCHELLE À PARTIR DES ÉCOPOINTS



## ➔ 4. SYNTHÈSE DE L'IMPACT OPERATIONNEL

### ➔ 4.1 - Bilan du calcul de l'ACV bâtiment

Quelle a été la valeur ajoutée et l'impact de l'ACV dans les opérations ?  
Voici une matrice qui a été élaborée en juin 2014, six projets étant encore en cours.

QUESTIONS - NOMBRE D'OPÉRATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>1</b> L'équipe projet est allée au bout de la démarche.																
<b>2</b> Le calcul d'une ACV a-t-elle été ou sera-t-elle possible ?																
<b>3</b> La collaboration de l'équipe projet à la réalisation de l'ACV a-t-elle été bonne ?																
<b>4</b> La possibilité de variantes à caractère environnemental a-t-elle pu être ou sera explorée ?																
<b>5</b> Un arbitrage intégrant une ACV a-t-il été possible ?																
<b>6</b> Cet arbitrage a-t-il été dans le sens du bénéfice environnemental ?																
<b>7</b> Cet arbitrage favorable s'est-il fait contre un arbitrage économique ?																
<b>8</b> (Pour information, nombre de projets non terminés à la date d'écriture de ce rapport, permettant d'améliorer cette matrice).																

Commentaires du tableau ci-dessus (point par point) :

1. Deux équipes ont abandonné en cours de route :
  - a. L'une pour des raisons économiques (l'ACV a été jugée trop onéreuse à la revue de contrat, malgré l'accompagnement prévu de la Direction régionale Île-de-France de l'ADEME),
  - b. L'autre parce que la conviction du maître d'œuvre était de démontrer le bénéfice environnemental de matériaux biosourcés. Les FDES de ces matériaux n'existant pas, le maître d'œuvre n'a pas souhaité poursuivre, malgré la motivation du maître d'ouvrage.
2. Un calcul a été réalisé pour 13 opérations sur 16, d'autres calculs sont en cours.
3. Il s'agissait, pour les équipes dont l'AMO était en charge de l'ACV,

d'établir une bonne relation de travail avec l'équipe de MOE.

4. Pour les projets déjà assez matures à leur entrée dans la communauté d'expérimentation (entre APS et APD), il était difficile de proposer à ce stade des variantes pour un mieux-disant environnemental. La possibilité d'un arbitrage qui inclurait l'ACV a été déportée sur la phase de consultation des entreprises.
5. Un arbitrage de solution a été possible, sur un principe constructif, grâce à l'évaluation de variantes d'un sous-système.
6. L'arbitrage environnemental confortait l'arbitrage économique / fonctionnel.
7. Un arbitrage constaté qui n'a pas dans le sens de l'économie ou de la meilleure réponse fonctionnelle.

**Commentaire général : ce résultat en "pyramide" peut paraître négatif, mais tous les projets ont contribué à éclairer sur des difficultés opérationnelles pour lesquelles des solutions sont maintenant connues. Certains projets ne sont pas terminés à l'heure de ce rapport. La possibilité d'arbitrage existe encore dans la plupart d'entre eux. Les projets les moins avancés se sont enrichis des projets les plus matures dont la mise en chantier est en cours.**



## → 4.2 - Analyse des prises de décision / arbitrages

### 1. Comment arbitrer face au résultat ?

Les arbitrages face à des variantes qui présentent des impacts et coûts différents doivent être préparés. Les participants à la communauté d'expérimentation devaient mettre au clair, au préalable, leurs objectifs quant à la réduction d'impact qu'on leur proposera suite aux calculs : préfèrent-ils privilégier le bilan carbone ? L'énergie grise ? L'eau et les déchets ?

**Retour d'expérience : la production de divers diagrammes complexes pour la comparaison des variantes ne rend pas évident l'arbitrage. Les intervenants "avancés" de la communauté d'expérimentation ont élaboré des éléments d'aide à la décision :**

**- Élaboration de scores partiels sur des solutions à effet de compa-**

**raison (énergie, gros œuvre, etc.) sur deux projets, notamment en s'appuyant une méthode "type BREEAM".**

**- Score global en fonction de priorités et attentes de la maîtrise d'ouvrage (deux projets également), se reporter aux recommandations du projet européen EEBGUIDE pour le scoring par rapport à des niveaux d'impacts moyens européens.**

**Cette méthode pourrait être généralisée et des scores par familles de fonctions / produits ou bâtiment pourraient être élaborés : cela fait partie des recommandations dans le paragraphe à suivre.**

### 2. Pourquoi arbitrer dans le sens du développement durable ?

Le "classique" des sujets environnementaux : que faire lorsque les solu-

tions les plus vertueuses ne sont pas les moins chères ? Comment arbitrer entre économie et environnement ?

La réponse n'est pas simple : dans la communauté, seules les solutions qui allaient dans le sens du moins-disant économique ont été retenues. Quel est le moyen de faire passer une variante environnementale légèrement plus onéreuse que la solution conventionnelle ?

La certification est un bon moyen de tirer l'ensemble vers le haut : il est convenu que lorsqu'on vise un haut niveau de certification environnementale, l'arbitrage de la conception ne sera pas uniquement économique.

**Il a donc manqué un "dispositif de reconnaissance ou de valorisation de l'effort" environnemental du maître d'ouvrage.**

## → 4.3 - Sujet des FDES collectives

Les FDES "génériques" : même s'il est de bon sens de penser que la solution n'est pas connue précisément dans les phases initiales du projet ce qui justifie leur usage, deux inconvénients majeurs :

1. Elles "moyennent" la performance d'une filière et ne poussent pas les industriels à une "compétition verte" entre eux,
2. Les décisions prises sur la base des FDES génériques sont des arbitrages entre deux familles de produits (exemple : linos, sols PVC

ou carrelage) mais jamais entre les meilleures (moins impactant) des deux familles qui peuvent se situer très loin de la moyenne métier.

**Une solution évoquée : utiliser en tant que FDES "en blanc" la moyenne de FDES/EPD liées à des produits particuliers, choisis pour leurs qualités environnementales, qui pourraient faire l'objet d'un référencement a priori chez les maîtres d'ouvrages. On travaille non pas sur une moyenne métier mais une moyenne "des bons".**

“  
**L'utilisation des FDES collectives ne permet pas d'apprécier un mieux-disant environnemental.**”

Un AMO



## ➔ 5. RECOMMANDATIONS DU PANEL DES EXPÉRIMENTATEURS

*Le panel réuni exprime dans ce paragraphe les points clés de la réussite pour que la contribution d'une ACV bâtiment à l'optimisation environnementale des projets soit fructueuse.*

### ➔ 5.1 - Conditions essentielles de la réussite

En creux de l'expérimentation, les participants ont pu dégager un certain nombre de conditions sine qua non de réussite : certaines sont spécifiques à l'ACV bâtiment et d'autres plus générales sont des difficultés connues de la prise en compte du développement durable.

#### 1. Une volonté exprimée de la maîtrise d'ouvrage

Depuis le programme environnemental préparé par l'AMO aux pièces marché, l'utilisation d'une ACV bâtiment doit être annoncée à l'ensemble des intervenants. Cette volonté est portée par le maître d'ouvrage et elle est mise en cohérence avec sa politique environnementale et éventuellement les certifications d'ouvrage qui sont mises en œuvre sur le bâtiment.

Le programme environnemental doit spécifier le rôle de l'ACV bâtiment dans l'écoconception du bâtiment.

Cette volonté ne doit pas rester sur des principes, le maître d'ouvrage doit avoir conscience que cette démarche pourra éventuellement remettre en cause ses pratiques, du moins les évaluer au regard de leurs impacts environnementaux.

#### 2. Une bonne distribution du jeu d'acteurs

La configuration des acteurs doit être une disposition définie dès le début du projet. Idéalement, le maître d'œuvre est l'opérateur de l'ACV :

- les réels décideurs des variantes de chacun des lots doivent tous être présent dès le début du projet : responsable technique, projet mais aussi financier et commerciaux,
- l'AMO "DD" prépare les règles du calcul aux différentes étapes (méthode "des lots", méthode du 20/80, etc.) Il doit produire, à effets d'évaluation des propositions éventuel-

lement, les éléments de normation du calcul (hypothèses, périmètres, voire valeurs),

- le calcul est transféré à l'équipe de maîtrise d'œuvre, idéalement sélectionnée entre autres pour ses compétences sur le sujet, l'AMO gardant un regard critique (éventuellement grâce à un recalcul),
- le devoir de conseil des entreprises de l'exécution devra être sollicité.

Les projets ont mieux fonctionné dès lors que les rôles et fonctions ont été bien définis.

Les réunions de revue de projet à l'enclenchement pourront être l'occasion de vérifier le niveau de connaissance et d'appropriation.

#### 3. Une préparation à la gouvernance du résultat... Ou les conditions d'une chaîne de décision productive !

Il faut absolument - c'est le travail de l'AMO- rattacher le calcul qui va être effectué aux grands objectifs programmatiques du maître d'ouvrage (politique RSE, charte, objectifs exprimés sur le projet, etc.). L'introduction d'un score élaboré en fonction des objectifs sera un plus pour hiérarchiser et décider in fine.

### PISTE POUR L'ACTION :

**Orienter les aides publiques régionales pour l'écoconception.**

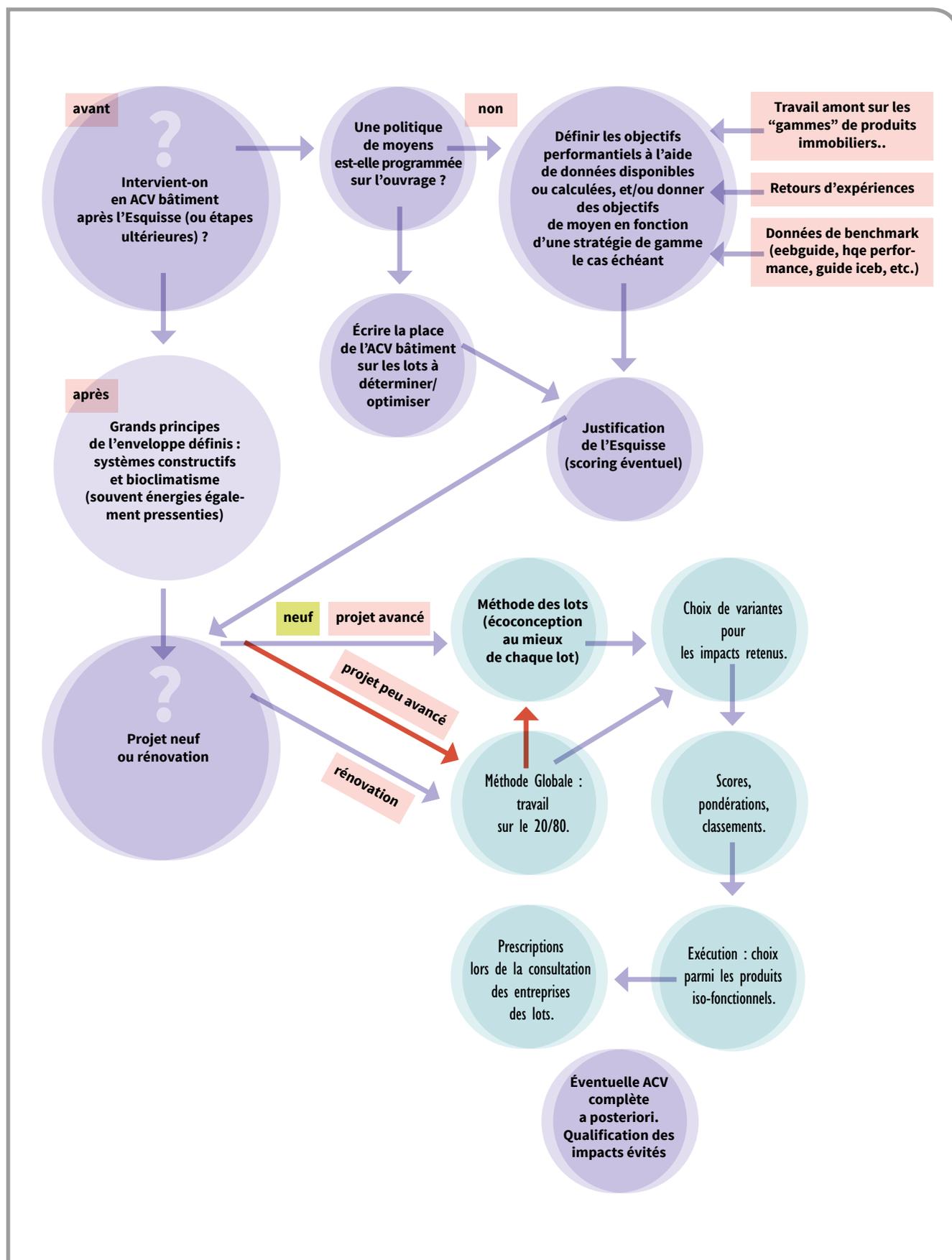
#### 4...Tiré par un système de " reconnaissance de l'effort"

Il est important que le maître d'ouvrage puisse valoriser sa contribution au développement durable, soit par une communication des impacts évités, par rapport à une charte d'engagement ou autre, soit par une certification environnementale d'ouvrage, soit par un autre bénéfice mesuré, qu'il soit économique, de facilité d'usage, de confort, etc.

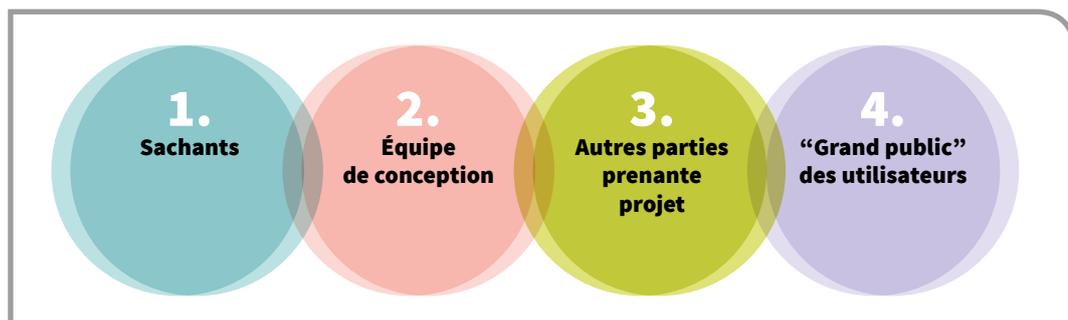


## → 5.2 - Modalités de calcul en fonction de la segmentation

Dans le graphe suivant, voici les “chemins” qui ont été pratiqués par les participants de la communauté. Ce graphe n’est pas universel ni exhaustif, il sera complété et amendé le cas échéant par la suite de l’expérimentation.



## → 5.3 - Dialogue dans la chaîne de valeur



Il y a un besoin de synthétiser l'information pour simplifier le dialogue de toutes les parties prenantes du projet. Tous les intervenants n'étaient naturellement pas au même niveau d'information et de relation avec l'ACV. Nous proposons que les quatre "cercles" d'intervenants se dotent d'outils permettant de standardiser les échanges :

### 1. Dialogue entre sachants / évaluateurs

Les scénarios de calculs peuvent être standardisés par une terminologie ad hoc :

- "méthode du 20/80 ou méthode globale",
- "méthode par lot" avec la comparaison système,
- d'autres paramètres pourraient être calés : Durée de vie typique, périmètre "Cradle to Gate", etc.

### 2. Dialogue avec les parties prenantes de la conception

Une fois les calculs effectués, il convient de les présenter aux professionnels de la conception sur la base des scénarios établis avec leur concours, toutefois une forme interprétée est préférable :

- scores systèmes (vécu sur un projet de la communauté),
- score produit (sur équivalent fonctionnel),
- score bâtiment (sur deux projets de la communauté).

### 3. Autres parties prenantes

Nécessité d'une présentation en étiquette, ou en impacts évités interprétés (CO<sub>2</sub> évité équivalent à 100 ans de vie en œuvre du bâtiment...).

### 4. Dialogue avec le "grand public utilisateur"

Un vocable à développer pour présenter un bâtiment qui a fait l'objet d'une attention significative sur ses impacts cachés : "Bâtiment à faibles impacts".

**Recommandations : à l'instar des exemples européens ou suisses, un score national "par défaut" pourrait être proposé par famille de produit afin de pouvoir prioriser les solutions, comme des valeurs cibles au niveau bâtiment (cf. guide ICEB, expérimentation HQE Performance).**

## → 5.4 - Recommandations aux porteurs d'outils de calcul

### Nécessité du partage entre praticiens

Les outils pourraient intégrer des références, meilleures pratiques, meilleurs impacts, moyennes permettant :

- aux opérateurs de ne pas repartir de zéro à chaque projet,
- aux différents utilisateurs de partager leurs expériences (via, par exemple, un forum sur des communautés en ligne de type [www.construction21.org](http://www.construction21.org)).

Cela commence à être le cas par exemple sur la bibliothèque des

objets et services COCON mais demanderait à être développé sur l'ensemble des logiciels.

### Clarification des scénarios type

"Méthode des lots", "méthode globale", l'ensemble de la terminologie doit être ajusté et permettre une simplification des hypothèses structurantes du calcul.



## ➔ 6. VALORISATION DES TRAVAUX DE LA COMMUNAUTE

*Avec le bon socle d'analyse méthodologique que constituent ces trois années d'expérimentation, plusieurs valorisations et extensions de ce travail sont possibles.*

**Grâce au rayonnement francilien d'EKOPOLIS**, une communauté d'expérimentation "phase 3" est à l'étude, pour aller plus loin et consolider les acquis, comme concerner le plus grand nombre.

Les idées pour la structurer :

- un parcours de formation des assistants à maîtrise d'ouvrage qui le souhaitent : formation à un logiciel d'ACV, formation méthodologique sur la base du présent retour d'expérience,
- un parcours de formation de la maîtrise d'ouvrage.

**La régionalisation des enjeux est à l'étude.**

Il y aurait intérêt à pouvoir exprimer et tenter de résoudre au sein de la future communauté d'expérimentation les enjeux prioritaires de l'Île-de-France. L'ADEME Île-de-France possède toute l'information pour contextualiser la démarche et résoudre les défis franciliens.

Certains impacts évalués par l'ACV bâtiment peuvent être pensés géographiquement :

- mondiaux : Potentiel de Réchauffement Climatique, épuisement des ressources,
- régionaux : pollution de l'air, déchets,
- locaux...

**Soutien via la communauté des acteurs volontaires s'engageant dans l'expérimentation sur la future réglementation environnementale du bâtiment à partir du label socle énergie-carbone (bâtiment bas carbone, bâtiment à énergie positive, bâtiments exemplaires) qui disposera prochainement d'un référentiel méthodologique (en termes de données, de périmètres et règles de calcul).**

L'intégration de la démarche **d'éco-conception au sein des développements de certifications :**

- le nouveau cadre de référence du "bâtiment durable" de l'Association HQE,
- label BBCA (Bâtiment Bas Carbone),
- démarches Bâtiments Durables Franciliens et Méditerranéens,
- autres certifications...



## ➔ 7. GLOSSAIRE

**ACV** - Analyse du Cycle de Vie

**AMO QEB** - Assistant à Maîtrise d’Ouvrage en charge de la Qualité Environnementale du Bâti

**APD** - Études d’Avant-Projet Définitif

**APS** - Études d’Avant-Projet Sommaire

**BBCA** - Label Bâtiment Bas Carbone défini par l’Association pour le Développement du Bâtiment Bas Carbone

**BENEFIS** - Bilan Énergétique et Environnemental Flable, Simple et reproductible des bâtiments, projet soutenu par l’Agence Nationale de la Recherche pour la fiabilisation de l’ACV bâtiment

**BIM** - Building Information Modeling

**BREEAM** - BRE Environmental Assessment Method

**CSPS** - Coordination Sécurité et Protection de la Santé

**DCE** - Dossier de Consultation des Entreprises

**DD** - Développement Durable

**DEP** - Déclaration Environnementale de Produit

**DHUP** - Direction de l’habitat, de l’urbanisme et des paysages

**EeBGuide** - Guide opérationnel pour les Analyses de Cycle de vie de bâtiments performants sur le plan énergétique (Projet financé par la Commission Européenne dans le cadre du 7<sup>e</sup> Programme Cadre pour la Recherche et le Développement Technologique.)

**EPD** - Environmental Product Declaration ou DEP en anglais

**FDES** - Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (les “DEP” développées en France pour le secteur de la construction)

**GES** - Gaz à Effet de Serre

**LTECV** - Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte

**HQE** - Haute Qualité Environnementale

**MOA** - Maître d’Ouvrage

**MOE** - Maître d’Œuvre

**MOP** - Maîtrise d’Ouvrage Publique

**OPC** - Ordonnancement, Pilotage et Coordination

**PEBN** - Performance Environnementale des Bâtiments Neufs, projet d’Étiquette Environnementale volontaire des bâtiments, portée par l’administration et développée courant 2016 en collaboration avec la profession

**PREBAT “COIMBA”** - Connaissance de l’Impact Environnemental des Bâtiments

**QEB** - Qualité Environnementale du Bâti

**RSE** - Responsabilité Sociétale des Entreprises

**VEFA** - Vente en Etat Futur d’Achèvement

**ZAC** - Zone d’Aménagement Concerté



## → 8. BIBLIOGRAPHIE

Pour une bibliographie commentée par les spécialistes, vous pouvez vous connecter au site collaboratif CONSTRUCTION21 France sur la communauté “Fondement des ACV pour la Construction”.

### → 8.1 - Projets de recherche nationaux et européens

#### 1. Projet européen de vulgarisation scientifique EeBGUIDE (7<sup>e</sup> programme-cadre européen pour la recherche FP7)

Le projet EeBGUIDE a également pour vocation la vulgarisation de l'ACV bâtiment et de ses enjeux ; il présente une bibliographie internationale intéressante (<http://www.eebguide.eu>, voir “guidance document A” dans la section “Literature” :

- EeBGUIDE Guidance document Part A and B, octobre 2012, collectif.
- EeBGUIDE Report for Buildings.
- EeBGUIDE Report for products.

**Le projet EEBGUIDE produit par ailleurs des valeurs d'impacts environnementaux moyens et européens qui peuvent servir de base à la construction de scores de performance.**

#### 2. Projet BENEFIS

BENEFIS : Bilan Energétique et Environnemental Flable, Simple et reproductible des bâtiments. Objectifs du

projet BENEFIS sur le site de l'Agence Nationale pour la Recherche ici.

Le projet BENEFIS comporte une action “analyse des besoins spécifiques pour que les outils [d'ACV bâtiment] puissent être utilisés efficacement en aide à la conception”.

#### 3. Projet PREBAT COIMBA, Association Nationale de la Recherche-COIMBA pour “Connaissance de l'Impact Environnemental des Bâtiments”

- Rapport “Développement des outils d'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments par l'Analyse du Cycle de Vie”, décembre 2011, collectif : NOBATEK, ARMINES, CEP, CSTB, IZUBA Energies, ENERTECH.

#### 4. Expérimentation HQE Performance (Association HQE)

Animé par Alexandra Lebert, le GT Indicateurs Environnementaux a choisi l'outil ACV (Analyse de Cycle de Vie) pour l'évaluation de la performance

environnementale des bâtiments. Les deux expérimentations HQE Performance (sur plus de 150 bâtiments) ont permis de tester cet outil et de déterminer les premiers ordres de grandeur des performances environnementales des bâtiments neufs. Le GT s'est attaché à définir un périmètre d'évaluation et des règles de calcul pour l'ACV des bâtiments dans les “Règles d'Application pour l'évaluation environnementale des bâtiments”.

- “Règles d'application HQE Performance pour l'évaluation environnementale des bâtiments” sur ce lien.
- Rapport “Capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance”.
- “Analyse statistique” sur ce lien.
- Rapport “HQE Performance : 1<sup>res</sup> tendances pour les bâtiments neufs” sur ce lien.
- Document de veille “évaluation de la performance environnementale des bâtiments : pratiques territoriales et éco-conditionnalités”

### → 8.2 - Guides

- “Les Déclarations Environnementales de Produits en Europe et dans le Monde - Étude technico-économique”, CSTB Editions, septembre 2012, Collectif R. Demaris, J. Hans, J. Chevalier, M. Meunier
- Guide “Prescription et Analyse du Cycle de Vie”, IFPEB, juin 2012.
- Guide “Les Systèmes Constructifs à la Lumière de l'Analyse du Cycle de Vie”, IFPEB, décembre 2010, Collectif.
- Un grand nombre des ressources ici citées peuvent être rencontrées dans la communauté en ligne CONSTRUCTION21 “fondement des ACV” sur ce lien.



## → 8.3 - Normes de référence

### **NF EN 15643-1**

Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation des bâtiments - Partie 1 : cadre méthodologique général.

### **NF EN 15643-2**

Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation des bâtiments - Partie 2 : cadre pour l'évaluation des performances environnementales.

### **NF EN 15804+A1**

Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction.

### **NF EN 15978**

Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance environnementale des bâtiments - Méthode de calcul.

### **NF EN 15804/CN**

Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction - Complément national à la NF EN 15804+A1.

### **XP C08-100-1**

Déclarations environnementales relatives aux équipements électriques, électroniques et de génie climatique destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment - Règles d'élaboration communes - Déclarations environnementales relatives aux équipements électriques, électroniques et de génie climatique destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment - Règles d'élaboration communes.

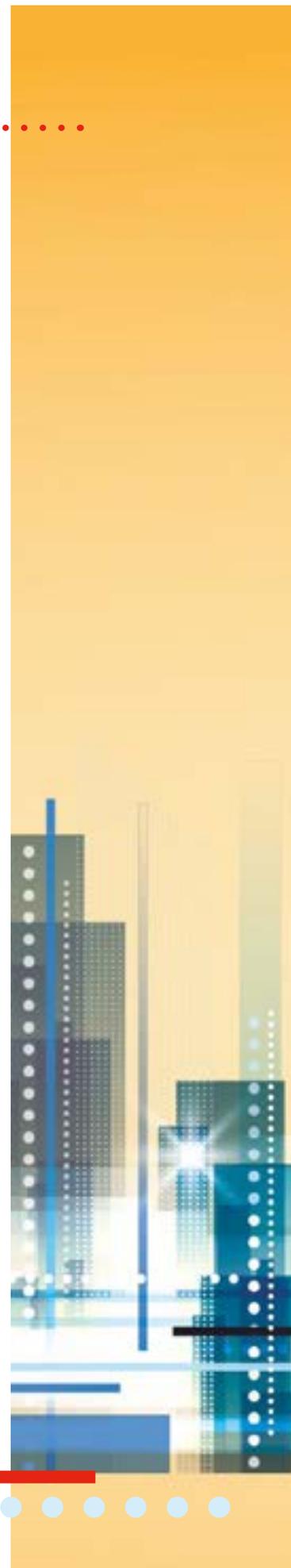
### **ISO TR 21932**

Bâtiments et ouvrages construits - Développement durable dans la construction - Terminologie.

### **ISO 15686-4**

Bâtiments et biens immobiliers construits - Conception prenant en compte la durée de vie - Partie 4 : Conception prenant en compte la durée de vie utilisant le modèle d'information du bâtiment fondée sur l'IFC.

Toutes les normes en cours d'élaboration sur cette page de l'AFNOR



## → 9. LISTE DES PARTICIPANTS AUX DEUX PHASES DE LA COMMUNAUTE

*Les personnes citées ont participé à au moins une réunion de la communauté d'expérimentation, réunion spécifique sur leur projet ou réunion plénière.*

Organisation	Prénom-Nom	Fonction
ADEME	Yves MOCH	Ingénieur en charge du thème HQE - Département Bâtiment et Urbanisme
ADEME Île-de-France	Stéfan LOUILLAT	Responsable du Pôle Energie
ADEME Île-de-France	Hadjira SCHMITT FOUHIL	Chargée de mission transition énergétique & bâtiments
Agence des espaces verts IDF	Michel DARDAILLON	Représentant de la maîtrise d'ouvrage
AMOES	Vanina DEFRANCO	Responsable de projet AMO
AMOES	Olivier DAVIDAU	Responsable de projet AMO
AMOES	Jérémie TANGUY	Responsable de projet AMO
AMOES	Damien Lambert	Responsable de projet AMO
Association HQE	Evan KERVINIO	Chargé de mission
Association HQE	Nathalie SEMENT	Chargée de mission Aménagement
ATONIX	Sylvie KRUISSEL	Membre du groupement ATONIX
ATELIER D'ARCHITECTURE TOPIQUE	Francis LANDRON	Architecte DPLG
BOUYGUES CONSTRUCTION	Romain BONNET	Chargé de mission - Pôle de compétence construction durable
BOUYGUES IMMOBILIER	Chloé LEVEQUE	Direction Innovation
BOUYGUES IMMOBILIER	Sandrine BOTTER	Maîtrise d'ouvrage Technique Conception
BOUYGUES IMMOBILIER	Florence DUBROU	Direction produit Green Office
BNP PARIBAS REAL ESTATE	Camille LHOMME	Responsable de projet à la Direction technique
CAP TERRE	Mathieu BONNET	Chef de projet AMO - Performance du bâti
CODEM Picardie	Johann Vanden Bogaerde	Ingénieur QECB
CODEM Picardie	Jérémie FERRARI	Ingénieur Environnement, Santé & écoconception - Responsable du Pôle Audit & Conseil
CSTB	Alexandra LEBERT	Ingénieur Etudes et Recherche /Division Environnement et Ingénierie du Cycle de Vie
DEERNS	Julien DACLIN	Responsable Performance Environnementale
DEERNS	Paul DELANNOY	Consultant Performance Environnementale
Dominique Perrault Architecture	Guilhem MENANTEAU	Directeur Général Opérationnel
DUREO	Laurent PEREZ	Conseil et Ingénierie en Habitat et Urbanisme Durable
ECO SYNTHESE	Thomas REITH	Ingénieur Responsable du Pôle Construction Environnementale
EGIS Bâtiment	Coline BLAISON	Département Performance des Ouvrages
EGIS Bâtiment	Julien MIROFLE	Département Performance des Ouvrages
EGIS / ELIOTH	Romain MEPAS	Responsable ACV
EKOPOLIS	Thomas PHILIPPON	Coordinateur
France Galop	Nabil KANDI	Chargé de Mission Environnement et DD
FRG Immobilier	Charles-Emmanuel BOUVIER	Responsable Développement Durable
GECINA	Joanna REBELO	Chef de projets études environnementales
GEONOMIA	Timothée MARAIS	Gérant
GINGER GROUPE	Mustapha BENADJEMIA	Chef de Projet
GREEN AFFAIR	Samuel PALVADEAU	Chef de projet
GREEN AFFAIR	Fanny PILLAULT	Chef de projet
GREEN AFFAIR	Claire LUCCHESI	Responsable de projet AMO
GREEN AFFAIR	Gregory CLOTEAUX	Responsable département environnement.
GREEN AFFAIR	Mathieu GRANDPERRIN	Responsable de projet AMO
ICF Habitat	Laurie ESPINOSAT	Responsable Développement Durable
ICF Habitat	Delphine TICHIT	Responsable de projets
IFPEB	Cédric BOREL	Directeur et animateur de la communauté
LE SOMMER Environnement	Nhat Nam Tran	Chargé d'Etude Santé et Environnement
NATUREPARIF	Marc BARRA	Ecologue
SEQUANO	Toni RICHARD	Directeur de Projets - Responsable du Pôle Construction et Développement Durable
SEQUANO	Morgane VORMUS	Chargée d'affaire
SETEC Bâtiment	Andromaque SIMON	Responsable certification et QEB
SETEC Bâtiment	Lucie CLAUDE	Spécialiste ACV
SETEC Bâtiment	Morgane FITAMANT	Stagiaire
SUNSQUARE	Hugues DELCOURT	Ingénieur-conseil en conception environnementale du bâtiment et de l'urbanisme
Ville de Bois le Roi	Marie-Laure TROHEL	Syndicat de la Base de Loisirs
Ville de Colombes	Arnaud DEBOISGROLLIER	Responsable des Opérations Bâtiments/Direction de l'Equipe
Ville de Colombes	Pascal COURAULT	-
VIVARCHI (Cabinet d'Architecture)	Yannick CHAMPAIN	Architecte DPLG

## LES COLLECTIONS DE L'ADEME



### 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.



### 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.



### 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.





## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.



[www.ile-de-france.ademe.fr](http://www.ile-de-france.ademe.fr)



Référence brochure : 010609  
ISBN : 979-10-297-1116-9

