

---

# Conduite d'une opération bas carbone

## Repères méthodologiques

---





PRÉFÈTE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE



Bâtiment à  
**Énergie Positive**  
& **Réduction Carbone**

**ADEME**



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

DIRECTION RÉGIONALE  
*Pays de la Loire*

---

# Contexte et rappel des grands principes de l'expérimentation

---



- Ce guide a été conçu par le Cerema et Tribu Énergie pour le compte de l'ADEME et de la DREAL Pays de la Loire dans le cadre du programme Objectif Bâtiment Énergie Carbone (OBEC).
- Présenté le 12 juin 2018 aux maîtres d'ouvrage, il ne constitue pas une version définitive et doit encore être enrichi et validé par les acteurs régionaux.
- **La DREAL et l'ADEME lancent une concertation** sur les sites internet de la direction régionale de l'ADEME ou de la DREAL :

**Participez du 20 juin au 20 août !**

- **Il n'est pas nécessaire d'avoir suivi ou réalisé un projet E+C-** pour participer.
- Un comité de lecture analysera les remarques formulées.

ACV : analyse en cycle de vie

MOA : maîtrise d'ouvrage

AMO : assistance à maîtrise d'ouvrage

MOE : maîtrise d'œuvre

GES : gaz à effet de serre

Eges : niveau d'émissions de gaz à effet de serre du bâtiment

EgesPCE : niveau d'émissions de gaz à effet de serre du contributeur produits de construction et équipements

VRD : voirie et réseaux divers

GO : gros œuvre

ITE : isolation thermique par l'extérieur

Bbio : besoin bioclimatique, indicateur relatif aux besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage artificiel de la RT 2012

MDEGD : module de donnée environnementale générique par défaut

FDES : fiches de déclaration environnementale et sanitaire

PEP : profil environnemental produits

OBEC : Objectif Bâtiment Énergie Carbone

RSEE : Récapitulatif Standardisé d'étude environnementale

- **1<sup>ère</sup> étape (avril 2015 – octobre 2016) : concertation de l'ensemble des acteurs de l'acte de construire**

Un référentiel énergie carbone a été défini par des groupes de travail de professionnels du bâtiment et publié en octobre 2016, pour permettre d'évaluer les performances environnementale et énergétique des constructions neuves.

- **2<sup>ème</sup> étape (depuis octobre 2016) : l'expérimentation**

Tous les maîtres d'ouvrage sont invités à s'engager dans l'expérimentation en renseignant les données technico-économique des projets dans l'observatoire national :

<http://www.batiment-energiecarbone.fr>

- **3<sup>ème</sup> étape (à venir) : l'analyse des retours d'expériences pour construire la future réglementation environnementale d'ici 2020**

3 grandes actions menées dans chaque région pour accompagner l'expérimentation :

**1) Réalisation de 20 études ACV** (Cerema et Tribu Énergie en Région Pays de la Loire) : Caractérisation technico-économique de 20 projets terminés ou en finalisation

**2) Accompagnement technique et financier de 10 ACV sur des opérations en conception** : Analyse de sensibilité des vecteurs énergétiques, modes constructif et second œuvre

**3) Sessions de formation des bureaux d'études et assistants à maîtrise d'ouvrage**

*En savoir plus : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/supports-de-formation-sur-les-batiments-a-energie-a4365.html>*

## Le bâtiment à énergie positive

- *réduit la consommation d'énergie non renouvelable*
- *embarque des systèmes performants*
- *renforce le recours aux énergies renouvelables*

## Le bâtiment à faible empreinte carbone

- *réduit les émissions de Gaz à Effet de Serre sur l'ensemble du cycle de vie*
- *demande un effort bas-carbone sur la construction et l'exploitation du bâtiment*

***Il pose un défi pour l'innovation dans la filière et la montée en compétence de l'ensemble de la filière***

## Les niveaux de performance d'un bâtiment neuf sont caractérisés par :

- Un niveau « Énergie » basé sur l'indicateur **Bilan BEPOS** exprimé en  $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2_{\text{SRT}}/\text{an}$  par an
- Un niveau « Carbone » exprimé en  $\text{kg eq.CO}_2/\text{m}^2_{\text{SDP}}$  basé sur :
  - **Eges** : indicateur des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble de cycle de vie du bâtiment
  - **EgesPCE** : Indicateur des émissions de Gaz à Effet de Serre de produits de construction et des équipements utilisés sur l'ensemble de leur cycle de vie

*En savoir plus : <http://www.batiment-energiecarbone.fr/>*



Les **2 principaux contributeurs** au bilan d'émissions de gaz à effet de serre du bâtiment sont :

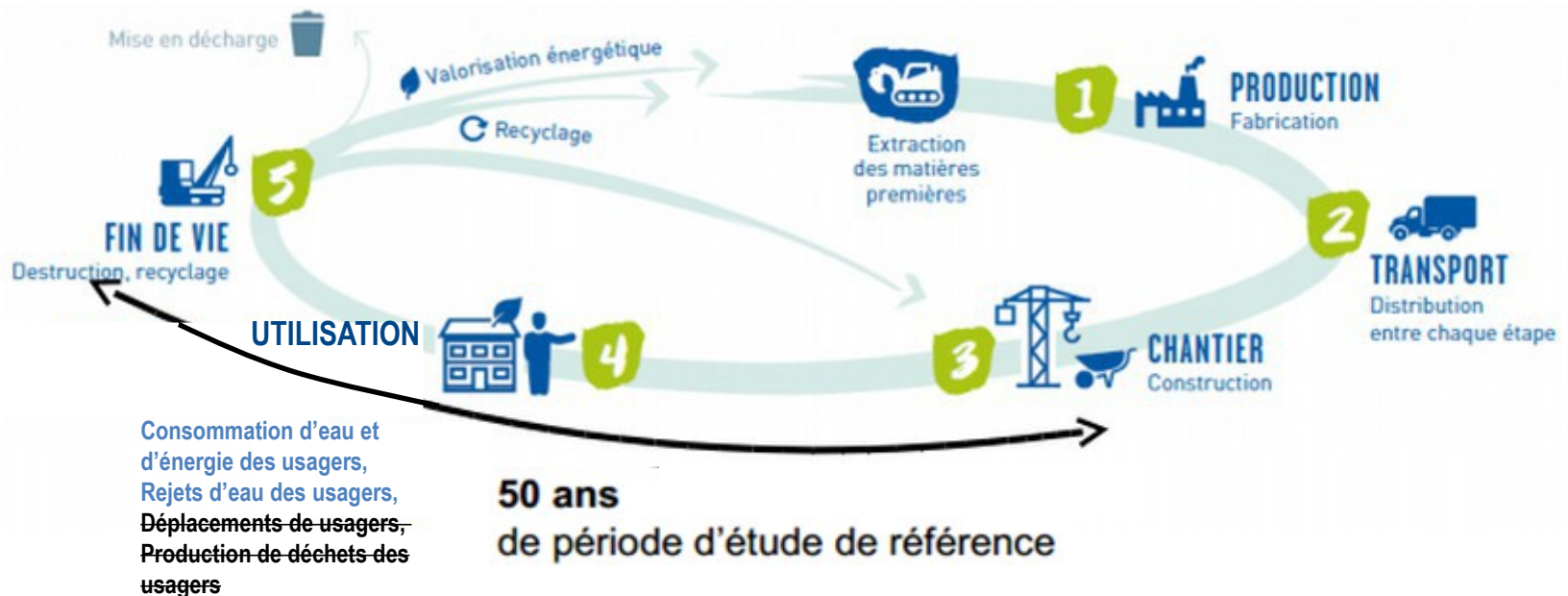
- Les **produits de construction et les équipements (PCE)** détaillé en 13 lots (VRD, fondations, couverture, CVC, etc. )
- Les **consommations d'énergie** liées à l'utilisation du bâtiment

**2 autres contributeurs mais dont l'impact est marginal** sur les émissions de gaz à effet de serre :

- Les impacts des consommations et rejets d'eau et d'énergie du **chantier de construction** du bâtiment et d'aménagement de la parcelle.
- Les **consommations et rejets d'eau**

# Méthode d'évaluation de l'impact carbone du bâtiment

Pour chaque contributeur, la méthode permet de prendre en compte chaque étape du **cycle de vie d'un bâtiment** :



Chaque donnée environnementale est calculée selon ce principe. Exemple pour une laine de chanvre, on compte l'impact de la récolte, transformation à l'usine, transport au magasin de distribution, fin de vie.



PRÉFÈTE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE



Bâtiment à  
**Énergie Positive**  
& **Réduction Carbone**

**ADEME**



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

DIRECTION RÉGIONALE  
*Pays de la Loire*

---

# Repères méthodologiques pour conduire phase par phase une opération bas carbone

---

Ce guide :

- s'adresse aux maîtres d'ouvrage, à leurs conducteurs d'opération et assistants à maîtrise d'ouvrage.
- est évolutif et sera enrichi tout au long de l'expérimentation E+C-
- se focalise sur la nouveauté apportée par l'expérimentation E+C- : l'évaluation des émissions de GES du projet par la méthode ACV. La dimension E+ ne sera pas le propos principal du guide.
- traite des projets neufs et ne traite pas des projets de réhabilitation bas carbone, même si certains éléments restent valables.
- parle couramment « d'étude ACV ». Mais pour rappel, le référentiel énergie carbone se focalise, pour l'instant, sur le seul indicateur « émissions de gaz à effet de serre ».

Les points clés pour réussir un projet bas carbone résident dans 4 domaines :

## 1) La conduite de projet :

La réussite d'une opération de bâtiment « bas carbone » passe en premier lieu par une **conduite de projet maîtrisée et organisée**. Cette conduite de projet se doit d'intégrer les exigences bas carbone aux différentes phases de projet, du montage, jusqu'à la mise en service du bâtiment.

## 2) La conception du bâtiment :

La diminution des émissions de GES passe par la combinaison d'une réflexion sur les usages, les choix architecturaux et les choix techniques du projet.

- Optimisation des besoins fonctionnels dès le programme, en associant usagers et gestionnaires.
- Comparaison des vecteurs énergétiques, des modes constructifs...
- Démarche énergétique cohérente: bioclimatisme, réduction des besoins, utilisation d'équipements performants, recours aux ENR...

Les points clés pour réussir un projet bas carbone résident dans 4 domaines:

### 3) La réalisation du bâtiment :

La réussite d'une opération de bâtiment « bas carbone » passe par une mise en œuvre de qualité, et une maîtrise de l'impact du chantier sur l'environnement. Des chartes, des contrôles doivent être mis en œuvre et un suivi des consommations du chantier (eau, énergie) est nécessaire.

### 4) L'utilisation du bâtiment :

L'accompagnement, la sensibilisation des utilisateurs et de l'exploitant à la bonne gestion du bâtiment constituent le dernier point clef, qui conditionne fortement les émissions de GES réelles du bâtiment. Les consommations d'eau, d'énergie et les opérations de remplacement ont un impact sur la phase la plus longue du cycle de vie du bâtiment : la phase utilisation.

Ce guide se présente sous forme d'un **livret de bord**.

Il vise à accompagner le conducteur d'opération en lui indiquant les différents jalons et leviers permettant de suivre et anticiper les performances du projet au regard de l'ACV.

## Plan de la présentation:

1. Montage de l'opération (études préalables)
2. Programmation
3. Sélection de la maîtrise d'œuvre
4. Études de conception APS / APD
5. Études de conception PRO / DCE
6. Réalisation et réception
7. Exploitation

# 1) Montage de l'opération

<b>Étape</b>	<b>Organiser la maîtrise d'ouvrage</b>
<b>Objectif</b>	Définir l'organisation et les compétences nécessaires au sein de la MOA pour mener à bien un projet de bâtiment bas carbone

- Constituer un comité de pilotage et un comité technique
- **Recenser les compétences en interne** : Y-a-t-il dans l'équipe de MOA, une personne qui peut suivre le projet du point de vue ACV?
  - Si oui : désigner un chargé d'opération « bas carbone » interne
  - Si non : identifier les besoins en AMO externe : ACV, environnement, énergie.
- Formaliser l'organisation entre le comité de pilotage, l'AMO, le comité technique et les missions du référent carbone.
- **Sensibiliser l'ensemble de la MOA** aux enjeux « énergie positive » et « ACV ».

<b>Outils</b>	Diaporamas de sensibilisation E+C-, formations E+C-, cahier des charges AMO E+C-...
---------------	---



# 1) Montage de l'opération (études préalables)

<b>Étape</b>	<b>Réaliser des études préalables puis de faisabilité</b>
<b>Objectif</b>	Choisir le site et le caractériser

- **Le choix du site** joue sur la limitation des émissions de GES du projet :
  - Déplacements futurs du personnel et usagers (non compté dans E+C-)
  - Possibilité de raccordement à un réseau de chaleur utilisant des ENR
  - Présence de masques solaires
- Réaliser une analyse de site pour décrire les atouts et contraintes de la parcelle influant sur E+C- pour les candidats (climat, gestion de l'eau...)
- **Le calcul de l'indicateur carbone Eges se fait à l'échelle de la parcelle**, avec tout ce qui figure au permis de construire : rationaliser le nombre de places de parkings, limiter les enrobés et clôtures, etc. car ces postes ont un impact non négligeable dans l'ACV.
- Zone à fortes contraintes sismiques ? Fondations spéciales ?
- Prévoir dans le planning prévisionnel de l'opération, **le temps nécessaire pour la réalisation des études, la concertation des usagers, la préparation HQE du chantier**

<b>Outils</b>	Cartographie des réseaux de chaleur, offre de transports en commun, tableaux multicritères... analyse de site, PLU, stations météo
---------------	--

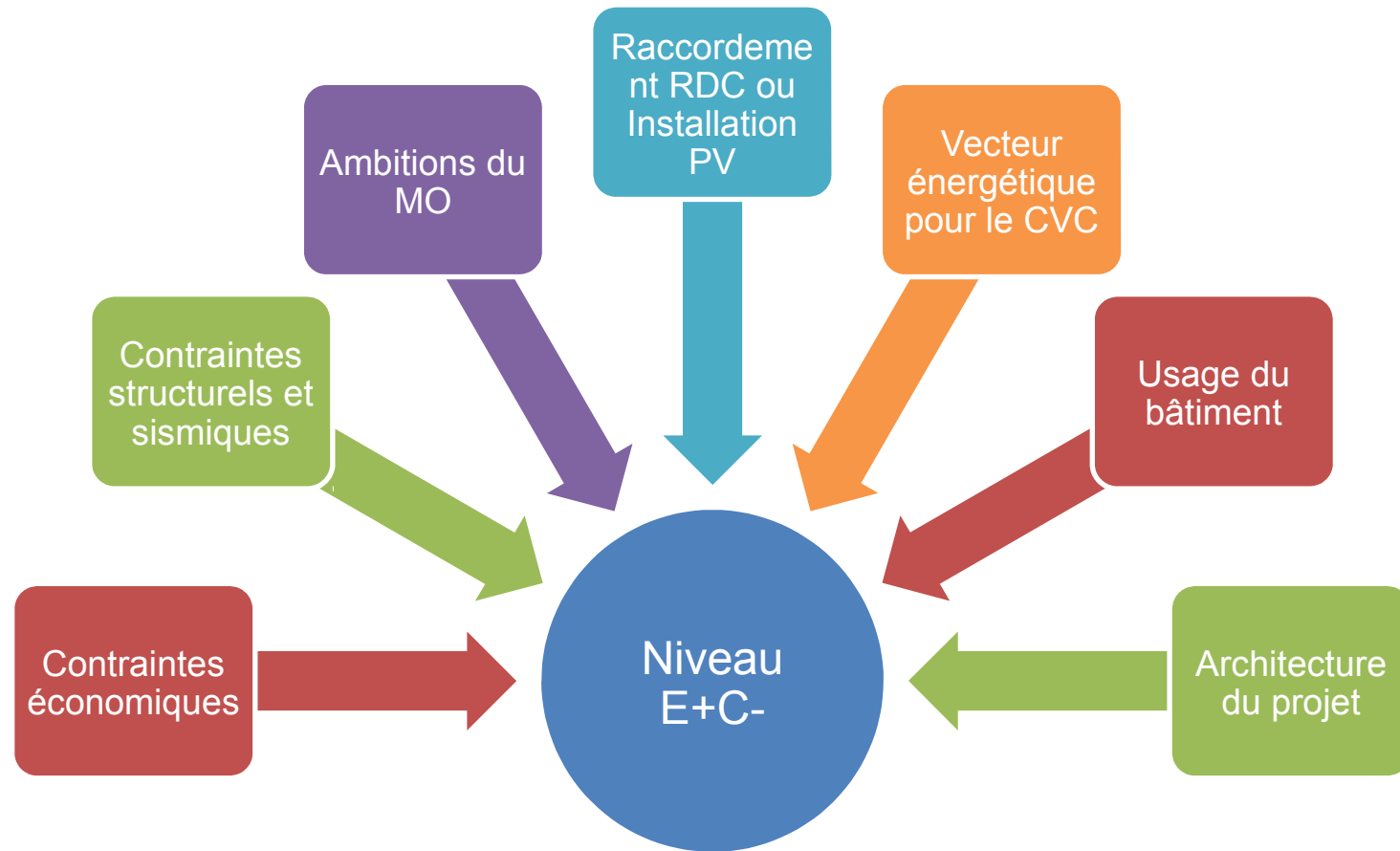
## 2) Phase de programmation

<b>Étape</b>	<b>Pré-programme et programme</b>
<b>Objectif</b>	Fournir un recueil complet des besoins et formaliser les exigences énergie, ACV, administratives et financières.

- Entretiens avec MOA, utilisateurs, exploitant pour optimiser les besoins fonctionnels et l'impact sur confort et ACV : places de parking, taille des logements ou bureaux, espaces communs, taille balcons, revêtements extérieurs et intérieurs...
- Rédaction des fiches espaces : choix des revêtements, T° consigne, éclairage...
- Détailler les exigences portant sur l'énergie, l'ACV et les indicateurs **chiffrés** auxquels le MOE devra répondre : Eges, EgesPCE...
- Demander une argumentation sur le choix du mode constructif par l'ACV, différentes variantes doivent être réalisées
- Demander une réflexion sur les émissions de GES dans l'étude de faisabilité des approvisionnement en énergie
- Préciser sur quel poste le MOE a toute latitude pour chercher à diminuer les émissions de GES.
- Fournir des scénarios d'usage et d'occupation précis pour les simulations.

<b>Outils</b>	Grilles d'entretien, études en coût global, tableaux multicritères...
---------------	---

## 2) Phase de programmation – choix du niveau E+C-



### Outils

Grilles d'entretien, études en coût global, tableaux multicritères...

## 2) Phase de programmation

### Étape 2-2 Fixer les études à réaliser

**Objectif** Intégrer les exigences E+C- dans la sélection

- **Fixer le type de rendu** : étude ou argumentation ACV qui est souhaitée selon les différentes phases : esquisse, APS, APD... Il est important de « prévenir » les candidats qu'ils s'engagent dans une démarche encore expérimentale, et qu'ils auront un certain nombre d'études à faire en connaissance de cause, puisque la liste est annoncée dès le programme. + temps d'études à prévoir par la MOA.
- Plusieurs approches possibles :
  - Étude E+C- dès l'esquisse : impact des modes constructifs, des surfaces et métrés, du recours aux énergies renouvelables et apports gratuits... et beaucoup de données produits prises par défaut.
  - Étude par ratios mais bien documentée : sans faire d'étude E+C- complète, des ratios sont apportés pour chaque mode constructif et vecteur énergie. Plus difficile à contrôler et à comparer d'un projet à l'autre.
  - APS: demander une 1<sup>ère</sup> étude E+C-, pour se situer, surtout si objectif C2.

### Outils

Tableau des exigences E+C-, cahier des charges E+C- de la MOE

## 2) Phase de programmation – temps d'études

Ces durées d'études sont données à titre indicatif et dépendent de la taille du projet.

Phase	Moment de démarrage de l'étude ACV	Temps d'étude selon phase de démarrage	Commentaires
<b>Esquisse</b>	1ère étude ACV	données ratios : 4 jours Métrés plans + ratios : 6 jours	Étudier les variantes sur le GO, le vecteur énergétique et la stratégie des parkings - Incertitude de 30 % sur les résultats
	Mise à jour de l'étude ACV réalisée en esquisse	données ratios : 2 jours Métrés plans + ratios : 3 jours	Étudier les variantes sur le GO, le vecteur énergétique et la stratégie des parking - Incertitude de 30 % sur les résultats
<b>APS</b>	1ère étude ACV	données ratios : 4 jours Métrés plans + ratios : 6 jours	Incertitude de 30 % sur les résultats
	Mise à jour de l'étude ACV réalisée en APS	Métrés plans + ratios : 3 jours	Étudier des variantes sur le second œuvre - Incertitude de 20 % sur les résultats
<b>APD/PRO</b>	1ère étude ACV	Métrés plans + ratios : 7 jours	Incertitude de 20 % sur les résultats
	Mise à jour de l'étude ACV réalisée en PRO	Données DPGF : 2 jours	Prise en compte des quantitatifs DPGF - Incertitude de 10 % sur les résultats car les produits positionnés par l'entreprise sont inconnus
<b>DCE</b>	1ère étude ACV	Données DPGF : 5 jours	Incertitude de 10 % sur les résultats car les produits positionnés par l'entreprise sont inconnus
	Mise à jour de l'étude ACV avec les produits de l'entreprise	données entreprises : 3 jours	Prise en compte des données environnementales pour chaque produits, marques, modèles

## 2) Synthèse phases faisabilité et programmation

Phase programmation	<b>Actions à mettre en œuvre</b>	<b>Objectifs</b>	<b>Qui ?</b>
	Réaliser une analyse de site détaillée	identifier les atouts et contraintes du site	MO/AMO prog/AMO E+C-
	Mener une réflexion sur les parkings et les espaces extérieurs	Réduire l'impact GES du lot VRD et du lot GO	MO/AMO prog
	Intégrer au planning prévisionnel de l'opération les études ACV	Prévoir des rendus ACV décalés par rapport au rendu de chaque phase	MO/AMO prog
	Déterminer les objectifs E+C- du projet en fonction de l'ambition du maître d'ouvrage et des contraintes de l'opération	Atteindre un niveau E+C- en cohérence avec la politique environnementale du MO	MO/AMO prog
	Rédiger le programme de l'opération qui intègre les exigences environnementales. Imposer des justifications/argumentations environnementales pour chaque phase. Une première étude E+C- allégée peut être demandée dès l'esquisse	Comparer les différents projets sur l'aspect environnemental	MO/AMO prog

### 3) Sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre

<b>Étape</b>	<b>Préparation et sélection des candidatures</b>
<b>Objectif</b>	Intégrer les exigences E+C- dans la sélection des candidats admis à concourir

- Demander des références en « haute performance environnementale » pour les candidatures, l'ACV étant une pratique récente, elle n'est pas forcément identifiée dans les références et peut être un critère trop clivant.
- Inclure un critère de notation « performance E+C- » dans le dossier de consultation, au sein du critère qualité environnementale ou mieux encore en critère identifié: cela permet aux candidats de bien voir l'enjeu E+C- de l'opération et les prévenir des compétences à réunir.
- Prévenir que l'objectif E+C- et le renseignement du tableau de suivi des exigences en performance environnementale et E+C- seront contractuels.
- Demander le logiciel E+C- utilisé et vérifier s'il fait partie de la liste validée par le ministère de la construction:  
<http://www.batiment-energiecarbone.fr/evaluation/logiciels/>

<b>Outils</b>	Tableau des exigences E+C-, cahier des charges E+C- de la MOE
---------------	---

### 3) Sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre

<b>Étape</b>	<b>Sélection des candidats</b>
<b>Objectif</b>	Sélectionner des candidats avec compétence en qualité environnementale

- Identifier clairement la compétence E+C- dans l'équipe de MOE et les missions qui s'y rattachent : le BE thermique fera l'étude RT2012, et peut faire l'étude ACV, mais ce n'est pas la seule possibilité : architecte, économiste... peuvent faire la saisie ACV s'ils sont formés à un logiciel validé.

+ L'étude ACV demandera un véritable travail en équipe entre architecte, économiste et BET, avec aller-retour sur le choix des produits et métrés.

- Les **qualifications** à mettre en valeur peuvent être:
  - Référence en performance environnementale
  - Formation de référent énergie carbone ou BBCA ou HQE
  - Qualification OPQIBI 1333 Étude ACV bâtiments neufs (référentiel E+C-)
  - Attestation de formation à un logiciel E+C- validé.
  - Attestation de suivi parcours de formation régional OBEC
  - Attestation de formation à l'ACV...

<b>Outils</b>	Liste des signes de qualité sur l'ACV, E+C-, la thermique, logiciels validés...
---------------	---



# 3) Sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre

<b>Étape</b>	<b>Évaluation des projets</b>
<b>Objectif</b>	Choisir une équipe ayant répondu le mieux à tous les aspects du programme

- Effectuer en amont une **sensibilisation du jury aux thèmes E+C-** et qualité environnementale
- Critères d'évaluation possible des dossiers:
  - Réponses architecturales et techniques aux objectifs de la démarche de haute performance environnementale ;
  - Performance carbone et énergie du projet avec objectif d'atteinte du niveau C2
- Vérifier point par point le respect des exigences chiffrées de performance environnementale listées dans le programme → donne une note du projet.
- **Vérifier la qualité de l'argumentation ou de l'étude ACV produites**, la complétude des données prises en compte et la cohérence avec le projet.
- Vérifier si le projet atteint le niveau énergie carbone souhaité (correction pas toujours possible en APS / APD pour atteindre des niveaux comme E3 ou C2, au regard des coûts ou modifications engendrées : mode constructif, rajout de PV...)

<b>Outils</b>	Tableau des exigences E+C-, cahier des charges E+C- de la MOE
---------------	---

# 3) Sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre

<b>Étape</b>	<b>Evaluation des projets</b>
<b>Objectif</b>	Choisir une équipe ayant répondu le mieux à tous les aspects du programme

- Ne pas oublier que l'ACV n'est qu'un critère parmi d'autres : fonctionnel, économique, architecture, confort, acoustique, lumière...
- Cependant, le jury et la commission technique ont un rôle très important à ce stade car beaucoup de « poids carbone » est figé dès l'esquisse.

Ainsi, l'évaluation peut privilégier les projets qui présentent:

- Une mixité fonctionnelle, une mutualisation des locaux, une mutabilité...
- Une optimisation des surfaces et volumes tout en répondant au mieux aux besoins et usages identifiés au programme : moins de matière = moins de Carbone
- Une adaptabilité intérieure (cloisonnements, salles réunions...)
- Une limitation de la quantité de matériaux de par sa forme.
- Des modes constructifs et revêtements à moindre impact carbone.
- Des principes de mise en œuvre moins énergivore.
- Un recours aux matériaux locaux, séparables en fin de vie...

<b>Outils</b>	Ratio d'émissions de carbone par matériaux, étude E+C-, analyse du plan...
---------------	--

# 3) Sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre

<b>Étape</b>	<b>Évaluation des projets</b>
<b>Objectif</b>	Choisir une équipe ayant répondu le mieux à tous les aspects du programme

- Identifier si possible phase par phase **les missions complémentaires relevant des études E+C- et leur niveau de rémunération.**
- Rendre contractuel le tableau de suivi des exigences en performance environnementale et en particulier les exigences E+C-: Ce sera l'outil qui permettra d'évaluer le respect des exigences à chaque stade (APS jusqu'à réception), selon des objectifs chiffrés.
- **Le niveau énergie carbone à atteindre doit être contractuel** également : les valeurs peuvent changer entre l'APS et la réception, mais le niveau à atteindre doit être tenu et rester la cible justifiant les choix de matériaux.
- Prévoir dans le marché que la MOE prépare tous les éléments nécessaires au MOA pour pouvoir rentrer son projet dans l'observatoire, dont les données économiques.

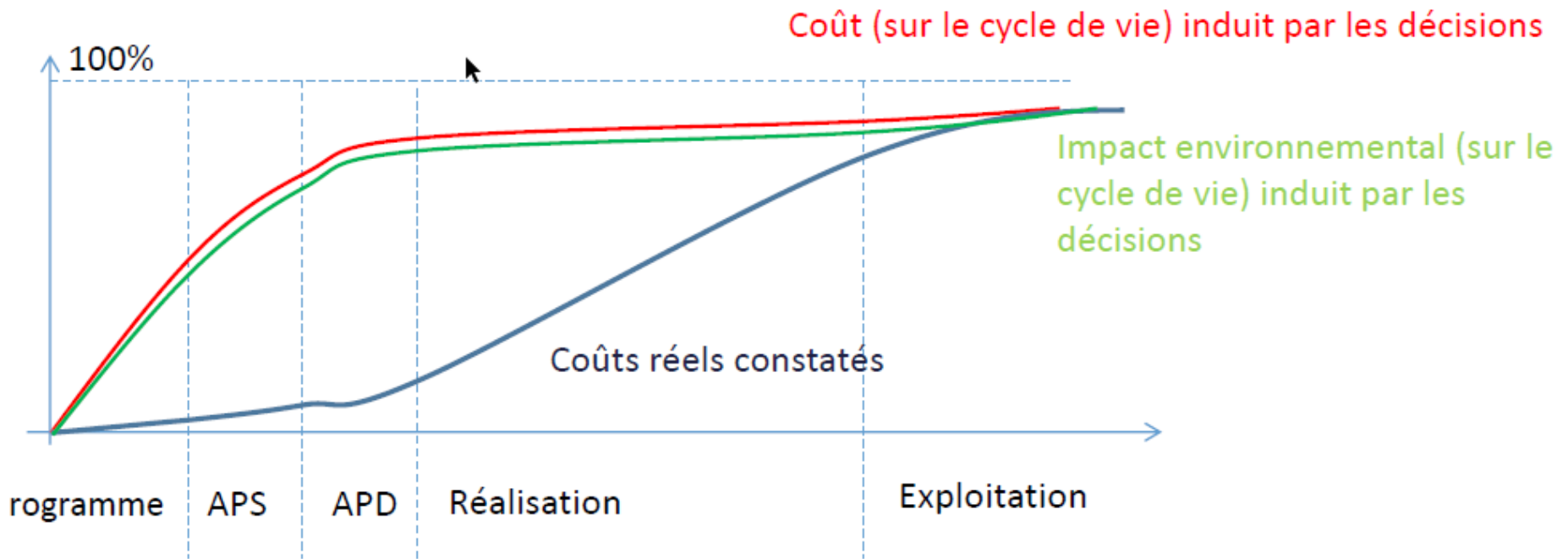
**Outils** Tableau des exigences QEB, cahier des charges E+C- de la MOE...

# 3) Synthèse phase sélection du projet

Phase sélection du projet	Actions à mettre en œuvre	Objectifs	Qui ?
	Analyser les références et qualifications "environnementales" et "E+C-" des candidats	Constater l'expérience des équipes dans le domaine E+C-	MO/AMO prog/AMO E+C-
	Evaluer les projets selon le critère environnemental Vérifier l'atteinte du niveau exigé et la marge d'incertitude	Permettre au candidat de valoriser la performance environnementale de son projet	MO/AMO prog
	Vérifier la validité du logiciel et du calcul d'ACV proposés par l'équipe de MOE	Evaluer la fiabilité du calcul	MO/AMO prog
	Sensibiliser le jury de sélection au thème E+C-	Permettre au jury d'évaluer les projet sur l'aspect e+c-	MO/AMO prog

# 4) Études de conception

Impact du stade de décision sur le coût global du projet et son impact environnemental sur le cycle de vie : toutes les décisions prises au programme APS voire APD conditionnent le coût global du bâtiment et l'impact environnemental du bâtiment

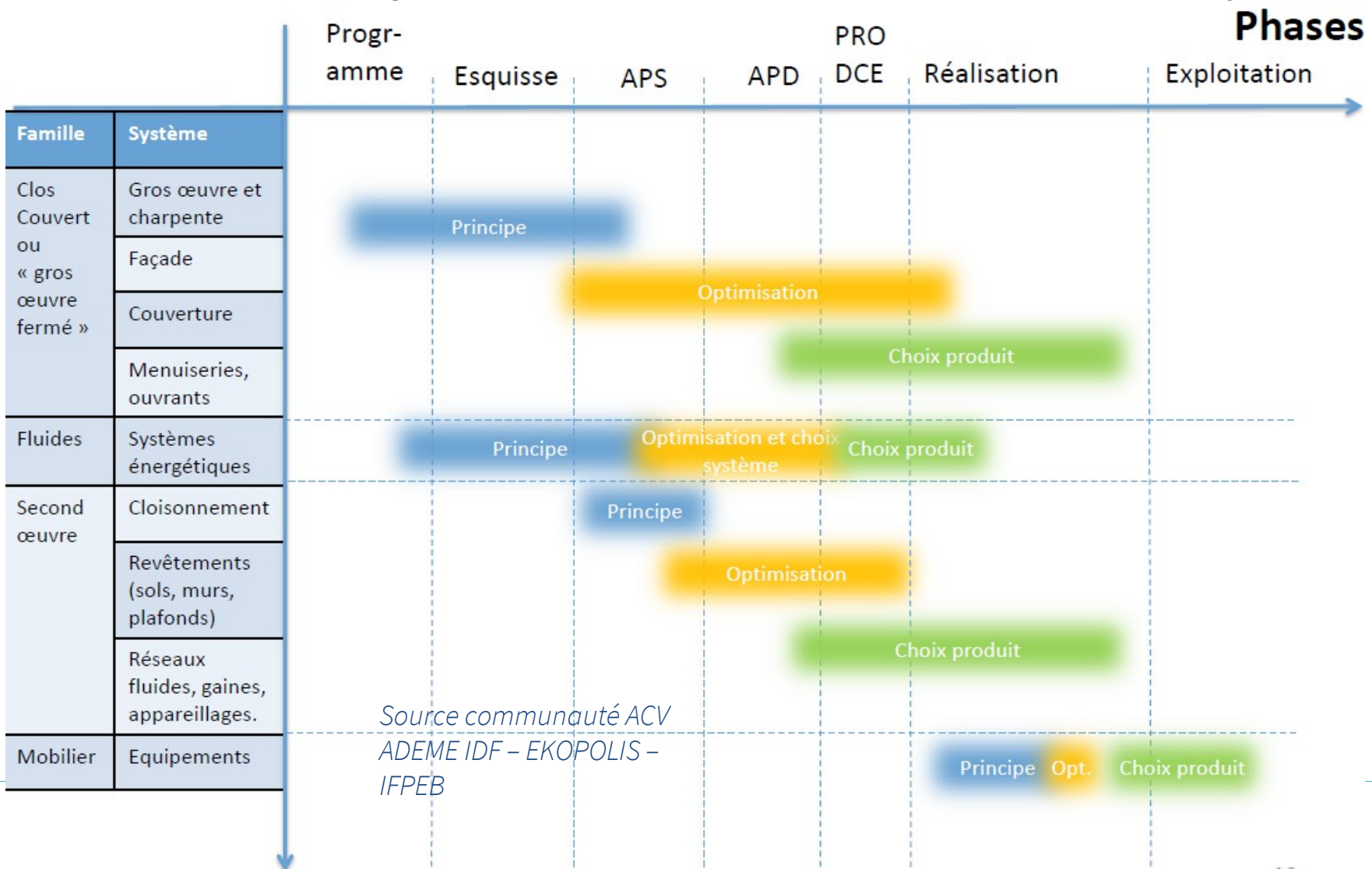


Prises de décision en cours de projet, leur effet en coût global (rouge), coût environnemental (vert) sur le Cycle de Vie et en coût réel (bleu).

*D'après Berliner et Brimson, 1988, puis communauté d'expérimentation ADEME IDF – EKOPOLIS – IFPEB*

# 4) Études de conception

Pour rappel, les arbitrages conduits pour chaque lot selon la phase du projet :



16

# 4) Études de conception

Beaucoup de choses sont donc déjà fixées en ESQ puis APS, d'où l'importance des phases amont :

- Rôle du MOA et de son jury
- Rôle de la rédaction du programme fonctionnel en adéquation avec les besoins
- L'arbitrage économique va souvent dans le sens d'une diminution de l'impact environnementale (sobriété). Ex : rationaliser ou mutualiser les salles de réunions, le nombre de places de parking, la surface de bureaux, ...
- En phase esquisse, les premières simulations ACV peuvent être réalisées à l'aide de ratios et de métrés issues des plans de l'architecte.

Des variantes doivent être réalisées le plus tôt possible sur les postes qui seront ensuite « figés » en phase APD :

- Variante sur le gros œuvre (plancher bas, planchers haut, façade)
- Variante sur le vecteur énergétique (étude de faisabilité en approvisionnement énergétique, recours aux énergies renouvelables)



# 4) Études de conception (phase APS)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet sommaire (APS)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix constructifs et environnementaux du projet via des simulations

A l'APS, c'est le moment de réaliser la simulation E+C- de la solution de base et d'envisager le niveau carbone obtenu sur des variantes, avec leur coût.

**Pour certains types de marché**, l'optimisation du niveau carbone ne peut se faire que sur des éléments qui ne remettent pas en cause le principe général du projet qui a fait qu'il a été lauréat, ni trop fortement l'enveloppe financière annoncée dans l'esquisse.

Pour ces projets, il est ainsi difficile de revoir le gros œuvre, le système de charpente, la structure de la façade...

Mais **pour chaque gamme de produit, de matériau ou de système défini dans le projet de base, il existe toujours une solution qui émet moins de GES.**

Exemple: choix du bois de la charpente, choix du matériau des menuiseries, choix du type de béton ...

Mais une variante, pour être admissible, ne doit pas dérégler l'équilibre du projet trouvé sur les autres thèmes: sécurité incendie, thermique, acoustique, lumière...

<b>Outils</b>	Simulation E+C- base et variantes, étude de faisabilité énergie...
---------------	--



# 4) Études de conception (phase APS)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet sommaire (APS)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix constructifs et environnementaux du projet via des simulations

**Réunion de bilan ESQ-lancement APS** : Le MOA valide les variantes à simuler avec la MOE sur proposition de cette dernière. **Le rendu de l'ACV peut être décalé de 15 jours par rapport au rendu APS, car le BET a besoin de connaître tous les détails du projet avant de faire sa simulation ACV.**

A l'issue de l'APS, l'équipe de MOE doit rendre une note technique E+C- exposant les simulations réalisées, leur niveau carbone et les choix proposés + l'ensemble des hypothèses prises, et la liste des éléments qui n'ont pu être saisis en raison du manque de données environnementales.

L'AMO doit vérifier que les études respectent le référentiel E+C-. Le MOA valide cette proposition de fin d'APS et émet son avis ou ses demandes de modifications avant le lancement de l'APD.

L'ACV doit se faire en étroite collaboration avec l'économiste pour une estimation en coût global.

**Outils** Simulation E+C- base et variantes, étude de faisabilité énergie...

# 4) Études de conception (phase APS)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet sommaire (APS)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix constructifs et environnementaux du projet via des simulations

**Important:** Le référentiel E+C- demande d'utiliser des données génériques par défaut (MDEGD) pour tous les produits dont la marque et le type exacts ne sont pas encore connus. Ces données MDEGD sont pénalisantes et présentent des émissions supérieures de 30 à 100% par rapport aux produits disposant de FDES.

Ainsi, à l'APS, le niveau carbone obtenu, quand cette règle est bien appliquée, sera sans doute supérieur au niveau carbone de fin de projet, quand toutes les FDES possibles pourront être implémentées (pour les produits en disposant).

Une réserve cependant, sur la prise en compte des lots 8 à 12 en méthode forfaitaire : le passage des lots forfaitaires en début de projet à une saisie détaillée en fin de projet peut augmenter l'impact carbone global. Ces lots forfaitaires ont vocation à disparaître progressivement.

<b>Outils</b>	Simulation E+C- base et variantes, étude de faisabilité énergie...
---------------	--

# 4) Études de conception (phase APS)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet sommaire (APS)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix constructifs et environnementaux du projet via des simulations

Lots pouvant faire l'objet de variantes à l'APS

Lots pouvant faire l'objet de variantes aux phases APS et suivantes

1. VRD	8. CVC (Chauffage-Ventilation-Refroidnt- ECS)
2. Fondations et infrastructure	9. Installations sanitaires
3. Superstructure-Maçonnerie	10. Réseaux d'énergie (courant fort)
4. Couverture - Étanchéité	11. Réseaux de communication (courant faible)
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus- Menuiseries intérieures	12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
6. Façades et menuiseries extérieurs	13. Équipement de production locale d'électricité
7. Revêtements des sols, murs et plafonds	Fuites de fluides frigorigènes

<b>Outils</b>	Simulation E+C- base et variantes, étude de faisabilité énergie...
---------------	--

# 4) Études de conception (phase APS)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet sommaire (APS)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix constructifs et environnementaux du projet via des simulations

Lot	Exemples de variantes à l'APS ou phases suivantes
1. VRD	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optimiser la longueur et matériaux des réseaux</li><li>• Optimiser la gestion des eaux pluviales</li><li>• Surface de voirie, revêtement des espaces extérieurs</li><li>• Présence de clôture ou non, son matériau et type</li><li>• Nombre de places de parkings et leurs revêtements</li></ul>
2. Fondations et infrastructure	<ul style="list-style-type: none"><li>• Affiner le dimensionnement des fondations</li><li>• Minimiser la quantité d'escaliers et rampes ou ascenseurs</li></ul>
3. Superstructure - maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Choix des matériaux et produits des planchers horizontaux et du plancher haut.</li><li>• Matériaux et dimensions des escaliers intérieurs ou extérieurs</li><li>• Type de rupteurs de ponts thermiques</li></ul>
4. Couverture et étanchéité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optimisation dimensions et matériaux charpente</li><li>• Type de revêtement de toiture et son isolant.</li><li>• Rationaliser le circuit d'évacuation des eaux de pluie.</li></ul>

# 4) Études de conception (phase APS)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet sommaire (APS)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix constructifs et environnementaux du projet via des simulations

<b>Lot</b>	<b>Exemples de variantes à l'APS ou phases suivantes</b>
6. Façades et menuiseries extérieurs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Choix du procédé d'ITE et donc épaisseur et matériau</li><li>• Choix du bardage ou de l'enduit</li><li>• Type de protections solaires et optimisation de leurs positions et dimensions.</li><li>• Optimisation de la quantité et dimensions des garde-corps</li></ul>
8. CVC	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utiliser l'étude de faisabilité des approvisionnements en énergie</li><li>• Raccordement à un réseau de chaleur</li><li>• Éviter le recours à la climatisation</li><li>• Privilégier les énergies renouvelables ou de récupération</li><li>• Optimiser les circuits d'eau chaude: longueur, sectorisation, calorifugeage, matériau...</li><li>• Interroger les usages d'ECS et les optimiser</li><li>• Comparer les systèmes d'émission.</li><li>• Comparer les VMC simple ou double flux</li><li>• Optimiser les réseaux de ventilation</li></ul>

# 4) Études de conception - synthèse APS

## Cas 1: ACV déjà rendue en ESQ

Etape	Actions à mettre en œuvre	Objectifs	Qui ?
1	Les acteurs du projet définissent des variantes sur les lots « prioritaires » d'après l'ACV faite en ESQ	Déterminer des variantes pertinentes sur le projet tout en intégrant les effets collatéraux	AMO / MO / MOE
2	L'équipe de MOE transmet un rapport technique E+C- APS exposant les simulations réalisées et le niveau carbone associé.	Proposer à la MO une combinaison de variantes argumentée permettant de réduire l'impact environnemental du projet	MOE
3	La MO et l'AMO prennent connaissance de l'étude ACV en analysant les résultats et les hypothèses	Vérifier la cohérence de l'étude ACV + connaître le niveau E+C- du projet	AMO / MO
4	Sur la base du rapport ACV, la MO valide les variantes et fixe les orientations pour la suite du projet.	Retenir le plus tôt possible les variantes qui permettent de réduire l'impact carbone du projet	MO+AMO

### Outils

Simulation E+C- base et variantes, étude de faisabilité énergie...

# 4) Études de conception - synthèse APS

## Cas 2: pas d'ACV réalisée en ESQ

Etape	Actions à mettre en œuvre	Objectifs	Qui ?
1	Sur la base de l'ESQ, les acteurs du projet définissent des variantes pour la 1 <sup>ère</sup> ACV	Déterminer des variantes pressenties sur le projet	AMO / MO / MOE
2	L'équipe de maîtrise d'œuvre réalise une ACV phase APS – (incertitude 30 %) et transmet un rapport technique E+C- exposant les simulations réalisées et le niveau carbone associé.	déterminer le niveau E+C- du projet et les marges d'amélioration	Maîtrise d'œuvre
3	La MO et l'AMO prennent connaissance de l'étude ACV en analysant les résultats et les hypothèses	Vérifier la cohérence de l'étude ACV + connaître le niveau E+C- du projet	AMO / MO
4	Sur la base du rapport ACV, la MO valide les variantes et fixe les orientations pour la suite du projet.	Retenir le plus tôt possible les variantes qui permettent de réduire l'impact carbone du projet	MO+AMO

### Outils

Simulation E+C- base et variantes, étude de faisabilité énergie...

# 4) Études de conception (phase APD)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet détaillé (APD)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix techniques et leur dimensionnement (détails)

En phase APD, vient (en marchés publics) l'arrêt de l'estimation prévisionnelle définitive du coût des travaux, et donc la finalisation d'un grand nombre de choix techniques.

C'est aussi le moment de déposer le permis de construire, et donc tous les choix esthétiques, techniques et environnementaux extérieurs auront été fait afin de déterminer le dessin précis des élévations du bâtiment.

→ Les marges de manœuvre pour diminuer les émissions de GES se situent donc sur les lots n'impactant pas l'aspect extérieur du projet.

**La réunion de lancement de l'APD** permet de préciser les nouvelles variantes éventuellement à tester pour améliorer le niveau carbone du projet.

A partir de l'APD, le niveau BEPOS évoluera peu et une attestation réglementaire comportant le Bbio sera à joindre au PC. Une grande partie des émissions de carbone est donc figée à ce stade (contributeur énergie).

<b>Outils</b>	Attestation Bbio, simulations E+C- APD...
---------------	---



# 4) Études de conception (phase APD)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet détaillé (APD)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix techniques et leur dimensionnement (détails)

Lots pouvant faire l'objet de variantes à l'APD

Lots pouvant faire l'objet de variantes aux phases APD et suivantes

1. VRD	8. CVC (Chauffage-Ventilation-Refroidnt- ECS)
2. Fondations et infrastructure	9. Installations sanitaires
3. Superstructure-Maçonnerie	10. Réseaux d'énergie (courant fort)
4. Couverture - Étanchéité	11. Réseaux de communication (courant faible)
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus- Menuiseries intérieures	12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
6. Façades et menuiseries extérieurs	13. Équipement de production locale d'électricité
7. Revêtements des sols, murs et plafonds	Fuites de fluides frigorigènes

<b>Outils</b>	Attestation Bbio, simulations E+C- APD...
---------------	---

# 4) Études de conception (phase APD)

<b>Étape</b>	<b>Avant projet détaillé (APD)</b>
<b>Objectif</b>	Valider les choix techniques et leur dimensionnement (détails)

Lot	Exemples de variantes APD ou phases suivantes
4. Couverture et étanchéité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux de revêtement de toiture et son isolant.</li><li>• Matériaux d'étanchéité</li></ul>
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus- Menuiseries intérieures	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matériaux des portes intérieures</li><li>• Optimiser le couple isolation acoustique/impact carbone des cloisons + leur recyclabilité en fin de vie.</li><li>• Matériau d'isolation par l'intérieur des murs extérieurs</li><li>• Type de matériau de doublage associé à l'ITI.</li><li>• Procédé de plafond suspendu (arbitrage acoustique/C)</li></ul>
7. Revêtements des sols, murs et plafonds	<ul style="list-style-type: none"><li>• Type de chape et de sous-couche acoustique</li><li>• Type de revêtement de sol : durées de vie différentes!</li><li>• Type de revêtement des murs et plafonds</li></ul>
9. Installations sanitaires	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dispositifs économes en eau (contributeur eau)</li><li>• Distribution des réseaux intérieurs d'eau, matériaux.</li></ul>
10. Courants forts	<ul style="list-style-type: none"><li>• Linéaire de câbles et fourreaux, matériaux...</li><li>• Types de luminaires intérieurs et extérieurs</li></ul>

# 4) Études de conception-synthèse des étapes en phase APD

Etape	Actions à mettre en œuvre	Objectifs	Qui ?
1	La maîtrise d'œuvre met à jour l'étude E+C- sur la base des données APD La marge d'incertitude est de 20 à 30 %	Mettre à jour l'étude ACV	MOE
2	La maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage fixent des variantes sur les lots 4 à 10	Déterminer des variantes pertinentes sur le projet tout en intégrant les effets collatéraux	AMO + MO + MOE
3	L'équipe de MOE transmet un rapport technique E+C- exposant les simulations réalisées et le niveau carbone associé.	Proposer à la MO une combinaison de variantes argumentée permettant de réduire l'impact environnementale du projet	MOE
4	Sur la base du rapport ACV, la MO valide les variantes et fixe les orientations pour la suite du projet et la consultation des entreprises	Retenir le plus tôt possible les variantes qui permettent de réduire l'impact carbone du projet	MO+AMO

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

## Étape **Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)**

**Objectif** Inclure les exigences E+C- dans les DCE

Suite à l'APD, le degré d'amélioration restant est soumis au marché, via la rédaction des documents de consultation et les réponses apportées par les entreprises.

Les impacts environnementaux des produits et équipements sont consignés dans la base INIES: [www.inies.fr](http://www.inies.fr) .

- Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (FDES)
- Passeports Environnemental Produit (PEP), pour les équipements

La base INIES est donc un outil permettant:

- à la MOE de rédiger son DCE
- aux entreprises de récupérer les impacts des produits avant de proposer une marque particulière.

Dans les faits, même si la base INIES s'enrichit de jours en jour, tous les produits ne disposent pas encore de FDES, car tous les fabricants n'ont pas encore pu en réaliser pour leurs marques. La rédaction juridique des DCE est donc complexe.

**Outils** Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## Rédaction du DCE et du CCTP:

En premier lieu : informer en préambule les entreprises que le projet participe à l'expérimentation énergie carbone, et que l'impact environnemental des produits et procédés constituera donc l'un des critères de choix.

Au stade APD, la simulation E+C- du projet a utilisé de nombreuses données génériques par défaut (MDEGD) car les références des produits n'étaient pas encore connues. Les produits proposés par les entreprises ne peuvent donc théoriquement pas dégrader le niveau carbone global du projet.

En revanche, l'amélioration de ce niveau carbone ne sera possible que si chaque entreprise essaie de proposer un produit disposant:

- 1) d'une FDES
- 2) D'une valeur d'émission de GES la plus faible de sa gamme.

Ce sont donc les 2 critères pouvant être utilisés pour améliorer le niveau C calculé

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## Rédaction du DCE et du CCTP:

La rédaction et les contrôles à mettre en œuvre pour assurer la **performance énergétique** réelle du projet ont un impact sur le bilan carbone mais ne seront pas détaillées ici. Nous nous concentrerons sur la rédaction de la « clause carbone » du DCE.

Dans les documents écrits, la maîtrise d'œuvre :

- Décrit précisément **les caractéristiques des produits et des équipements**
- Définit **les conditions de contrôle et de suivi** durant le chantier

Pour inclure des clauses environnementales, 2 logiques complémentaires sont possibles:

- Formaliser des spécifications techniques dans le cahier des charges.
- Utiliser des critères de sélection des offres.
- Combiner ces 2 approches

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## Rédiger des spécifications techniques:

Pour obtenir, via les réponses des entreprises pour chaque lot, **des produits avec une FDES et avec l'impact carbone le plus faible**, le MOE peut indiquer dans son DCE à chaque fois le nom du produit visé, en ajoutant « ou équivalent en termes de performances thermiques et environnementales »:

**Ex:** « *parquet en pin maritime massif brut FP bois ou équivalent en termes de performances thermiques et environnementales* »

Ou « *produit dont l'indicateur changement climatique est inférieur à 2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>* »

Ce travail nécessite pour la MOE de vérifier avant rédaction les dernières FDES sorties dans INIES et de celles qui ont le plus faible impact carbone. Ce sont souvent des produits qui avaient déjà été visés en amont lors de la conception.

La fourniture de la FDES par les entreprises permettra de noter objectivement la façon dont les entreprises ont répondu au critère carbone.

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## **Possibilités dans le cadre de la commande publique durable:**

Création récente de l'article 228-4 du code de l'environnement (art 144 de la loi LTECV): «La commande publique tient compte notamment de la performance environnementale des produits, en particulier de leur caractère biosourcé.»

## **Ordonnance n°2015-899 du 23 juillet 2015 relative aux marchés publics:**

Titre II Passation des marchés/chap 1/ Section 2 Définition des besoins

Article 30: « La nature et l'étendue des besoins à satisfaire sont déterminées avec précision avant le lancement de la consultation en prenant en compte **des objectifs de développement durable dans leurs dimensions** économique, sociale **et environnementale**. »

Le décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics prévoit les mesures d'application de l'ordonnance du 23 juillet 2015. Voir ci-après.

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--



# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## Article 62 du décret n°2016-30 relatif aux marchés publics:

Ouvre de nouvelles possibilités pour le critère environnemental, en prévoyant que le pouvoir adjudicateur peut se fonder sur un critère unique: « le coût, déterminé selon une approche globale **qui peut être fondée sur le coût du cycle de vie au sens de l'article 63** »

## Article 63:

« I. - Le coût du cycle de vie couvre, dans la mesure où ils sont pertinents, tout ou partie des coûts suivants du cycle de vie d'un produit, d'un service ou d'un ouvrage :

1° Les coûts supportés par l'acheteur ou par d'autres utilisateurs, tels que :

- a) Les coûts liés à l'acquisition ;
- b) Les coûts liés à l'utilisation comme la consommation d'énergie et d'autres ressources ;
- c) Les frais de maintenance ;
- d) Les coûts liés à la fin de vie comme les coûts de collecte et de recyclage ; »

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## Article 63 suite:

« I. - Le coût du cycle de vie couvre, **dans la mesure où ils sont pertinents**, tout ou partie des coûts suivants du cycle de vie d'un produit, d'un service ou d'un ouvrage :

2° Les coûts imputés aux externalités environnementales liés au produit, au service ou à l'ouvrage pendant son cycle de vie, à condition que leur valeur monétaire puisse être déterminée et vérifiée. **Ces coûts peuvent inclure le coût des émissions de gaz à effet de serre et d'autres émissions polluantes ainsi que d'autres coûts d'atténuation du changement climatique.**

II. - Lorsque l'acheteur évalue les coûts selon une approche fondée sur le cycle de vie, il indique dans les documents de la consultation **les données que doivent fournir les soumissionnaires et la méthode qu'il utilisera pour déterminer le coût du cycle de vie sur la base de ces données.** »

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE

## Article 63 suite:

« La méthode utilisée pour évaluer les coûts imputés aux externalités environnementales respecte l'ensemble des conditions suivantes :

- a) Elle se fonde sur des critères vérifiables de façon objective et non-discriminatoires. En particulier, lorsqu'elle n'a pas été prévue pour une application répétée ou continue, elle ne favorise ni ne défavorise indûment certains opérateurs économiques
- b) Elle est accessible à toutes les parties intéressées ;
- c) Elle implique que les données requises puissent être fournies moyennant un effort raisonnable consenti par des opérateurs économiques normalement diligents. »

**Il faut donc que ce type de réponse reste accessible pour les TPE/PME, à travers un cadre de rendu simple qui pourrait être basé sur les valeurs d'émissions GES données dans les FDES à multiplier par un prix de la tonne de CO2.**

## Outils

Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE

## Exemple de critère de notation des offres:

### coût des émissions de gaz à effet de serre pour 2 solutions:

Indiquer à l'entreprise que le coût des émissions de GES sera calculé en multipliant la quantité totale de kgCO<sub>2</sub> \* 4,46 c€ /kgCO<sub>2</sub> (prix de la taxe carbone sur les carburants depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018).

Ainsi, l'entreprise devra fournir un DPGF indiquant pour son lot les quantités de produits et les marques proposées. Une valeur d'émission et donc un coût pourront être calculés à partir de la déclaration environnementale du produit.

Cette analyse est sans doute à réserver aux lots les plus impactants.

Exemple entre 2 isolants:

Épaisseur 100 mm et R =3,15 m <sup>2</sup> .K/W	émissions kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	quantité (m <sup>2</sup> )	émissions projet kgeqCO <sub>2</sub>	coût (€)
isolant 1	3,15	100	315	14,5
isolant 2	3,58	100	358	16,5

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

## **Rappel: article 6 du décret 2016-360:**

«II. - Les spécifications techniques sont formulées :

2° Soit en termes de performances ou d'exigences fonctionnelles. Celles-ci sont suffisamment précises pour permettre aux candidats de connaître exactement l'objet du marché public et à l'acheteur d'attribuer le marché public. Elles peuvent inclure des caractéristiques environnementales ou sociales ; »

## **Rappel: article 7 du décret 2016-360:**

« Lorsque l'acheteur définit une spécification technique en termes de performances ou d'exigences fonctionnelles, il ne peut pas rejeter une offre si celle-ci est conforme à une norme ou à un document équivalent correspondant à ces performances ou exigences fonctionnelles. Le soumissionnaire prouve, par tout moyen approprié, que cette norme ou ce document équivalent correspond aux performances ou exigences fonctionnelles définies par l'acheteur. »

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

En outre, il est important de demander aux entreprises d'inclure dans leurs offres :

- Leurs intentions en matière de chantier durable et de maîtrise et suivi des consommations d'eau et d'énergie sur le chantier lors de la pose.
- La décomposition des prix globale et forfaitaire détaillée, comportant bien les quantités (mètres, surfaces, poids, volume...), marque et gamme de chaque produit, car c'est un élément important pour que le bureau d'études puisse réaliser une simulation du niveau carbone du projet avec les produits réels.

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 5) Études de conception (phase PRO / DCE)

<b>Étape</b>	<b>Projet (PRO) et dossier de consultation des entreprises (DCE)</b>
--------------	--

<b>Objectif</b>	Inclure les exigences E+C- dans les DCE
-----------------	---

Le MOA et son AMO analysent et valident les DCE rédigés par la MOE, en vérifiant que tous les points correspondant à la spécificité E+C- (demande FDES, calcul carbone...) sont bien présents.

Ensuite, la réunion d'analyse des offres doit permettre de vérifier que les performances environnementales sont prises en compte par les entreprises.

La MOE met à jour le calcul E+C- à partir des DPGF des entreprises retenues pour chaque lot.

Cette simulation donne une valeur très proche de la simulation finale qui sera réalisée à réception, puisqu'une grande partie des produits sont déjà connus.

Il y a à ce stade un véritable sujet sur l'obtention ou non du label visé.

<b>Outils</b>	Base INIES, retour d'expérience produits, clausiers types...
---------------	--

# 6) Réalisation

<b>Étape</b>	<b>Préparation et chantier</b>
<b>Objectif</b>	Mettre au point les procédures de chantier E+C-

La préparation du chantier est une phase importante:

- Validation de la charte chantier durable.
- Validation du plan du chantier.
- Désignation d'un responsable chantier durable présent sur site.
- Emplacement et organisation des bennes de collecte des déchets.
- Validation des points de comptage eau et énergie du chantier et de la fréquence des relevés (par responsable, ou AMO ou autre)
- Équipements de la base vie sobres en énergie.

Formation et sensibilisation de chaque nouvel arrivant sur chantier :

- Fondamentaux de la charte chantier durable (en même temps que la sécurité)
- Chantier haute performance environnementale et énergétique impliquant gestes chantier, tri déchets, soin à la pose et dialogue entre lots...

<b>Outils</b>	Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---------------	---



# 6) Réalisation

<b>Étape</b>	<b>Préparation et chantier</b>
<b>Objectif</b>	Mettre au point les procédures de chantier E+C-

Les consommations d'énergie sur le chantier peuvent représenter plusieurs mois à plusieurs années « d'équivalent consommation » du bâtiment en exploitation.

Dans le cadre du référentiel énergie carbone, les émissions de GES de la phase chantier sont comptabilisées dans le contributeur chantier.

Ces émissions sont dues aux consommations d'énergie, au rejet d'eaux usées, au traitement des terres évacuées...

Pour évaluer ce contributeur chantier, 2 méthodes sont possibles qui demandent un niveau de suivi plus ou moins précis des données de chantier: Méthode simplifiée ou détaillée.

La méthode simplifiée utilise des ratios issus de retour d'expérience sur des chantiers réels.

# 6) Réalisation

<b>Étape</b>	<b>Préparation et chantier</b>
<b>Objectif</b>	Mettre au point les procédures de chantier E+C-

Les consommations d'énergie sur le chantier peuvent représenter plusieurs mois à plusieurs années « d'équivalent consommation » du bâtiment en exploitation.

Dans le cadre du référentiel énergie carbone, les émissions de GES de la phase chantier sont comptabilisées dans le contributeur chantier.

Ces émissions sont dues aux consommations d'énergie, au rejet d'eaux usées, au traitement des terres évacuées...

Pour évaluer ce contributeur chantier, 2 méthodes sont possibles qui demandent un niveau de suivi plus ou moins précis des données de chantier: Méthode simplifiée ou détaillée.

La méthode simplifiée utilise des ratios issus de retour d'expérience sur des chantiers réels.

# 6) Réalisation

<b>Étape</b>	<b>Préparation et chantier</b>
<b>Objectif</b>	Mettre au point les procédures de chantier E+C-

## 1) Données à suivre pour la méthode simplifiée:

Pour calculer la quantité d'énergie consommée sur le chantier et l'impact des consommations d'eau et des rejets d'eaux usées:

- Nombre de mois de chantier avec grue en été (avril à septembre )
- Nombre de mois de chantier avec grue en hiver (octobre à mars)
- Nombre de mois de chantier sans grue en été (avril à septembre )
- Nombre de mois de chantier sans grue en hiver (octobre à mars)

Pour calculer la quantité de carburant consommée sur le chantier:

- Volume de terres excavées
- Volume de terres évacuées
- Distance vers centre d'enfouissement des terres

<b>Outils</b>	Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---------------	---

# 6) Réalisation

<b>Étape</b>	<b>Préparation et chantier</b>
<b>Objectif</b>	Mettre au point les procédures de chantier E+C-

2) Données à suivre pour la méthode détaillée:

Pour calculer la quantité d'énergie consommée sur le chantier :

- Quantité d'énergie consommée lors du chantier: base vie, grues et engins de chantier (carburant)

Pour calculer l'impact des consommations d'eau et des rejets d'eaux usées:

- Volume d'eau potable consommée lors du chantier

Pour calculer la quantité de carburant consommée sur le chantier et l'impact du traitement des terres évacuées:

- Volume de terres importées et distance d'import
- Volume et nature des terres évacuées + distance vers centre d'enfouissement

<b>Outils</b>	Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---------------	---

# 6) Réalisation

Étape	Suivi du chantier
-------	-------------------

Objectif	Minimiser l'impact carbone du chantier
----------	--

Lors du chantier en lui-même et afin de minimiser les émissions de carbone du projet, il convient de:

- Vérifier l'adéquation des matériaux mis en œuvre par rapport aux prescriptions et leurs conditions de pose (fréquence de visite à adapter selon les lots)
- Vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de comptage énergie et eau, suivre mensuellement les valeurs et prendre les mesures nécessaires en cas de dérive constatée.
- Réfléchir à des solutions minimisant l'impact carbone en cas d'erreurs de pose ou de fabrication: ne pas reprendre l'ensemble de l'ouvrage concerné, mais procéder par « patch » ponctuel lorsque cela est possible (tout en négociant les compensations financières au besoin).
- Avoir choisi en amont les entreprises attestant d'un savoir-faire pour le procédé concerné pour limiter les défauts de fabrication.
- Prévoir les temps suffisant pour le séchage, la pose, la préparation...

Outils
--------

Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---

# 6) Réalisation

Étape	Réception
-------	-----------

Objectif	Vérifier la conformité de l'ouvrage par rapport aux performances prévues
----------	--

La MOE doit pouvoir récupérer l'ensemble des documents finaux du projet qui vont lui permettre:

- De calculer le niveau E+C- final du projet grâce aux métrés finaux et aux marques précises des produits et équipements posés (DPGF finaux, bons de livraisons, DOE...): c'est ce calcul final qui conduira le certificateur à délivrer ou non le label au projet.
- De remettre au MOA un dossier complet lui permettant une utilisation durable du projet (DIUO, DOE...)
- De rédiger un livre à destination des utilisateurs et un carnet d'exploitation maintenance pour le gestionnaire.

Le MOA désigne le futur exploitant du bâtiment, lui remet les documents et le convie à la formation de prise en main du bâtiment (tuilage avec MOE et entreprises, dont la formation GTC).

Outils
--------

Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---

# 6) Dépôt du projet sur l'observatoire

<b>Étape</b>	<b>Préparation et chantier</b>
<b>Objectif</b>	Mettre au point les procédures de chantier E+C-

Une fois le calcul final E+C- réalisé, le MOA peut réaliser le dépôt de son projet sur l'observatoire en ligne E+C-. Ces données sont anonymes et visibles seulement du ministère de la transition écologique et solidaire.

Vous trouverez en ligne un tutoriel expliquant la marche à suivre pour déposer un projet: <http://www.batiment-energiecarbone.fr/participation/>

Liste (non exhaustive) d'éléments à réunir pour rentrer le projet:

- Référence cadastrale du projet

- N° de permis de construire

- Fichier RSEE (Récapitulatif Standardisé d'étude environnementale) de l'opération: ce fichier est à importer sur le site et va pré-remplir un certain nombre de champs du formulaire.

- Données économiques anonymes du projet. Liste des données à réunir ici: <http://www.batiment-energiecarbone.fr/evaluation/evaluation-economique/>

<b>Outils</b>	Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---------------	---

# 7) Exploitation

<b>Étape</b>	<b>Exploitation du bâtiment et suivi des performances</b>
<b>Objectif</b>	Exploiter durablement le bâtiment avec le moindre impact carbone

Le référentiel énergie carbone, tout comme la réglementation thermique actuelle, fonctionnent sur une vérification des performances « intrinsèques » du projet, c'est à dire des performances modélisées « sur le papier ou l'ordinateur » au stade conception.

Les consommations réelles ne seront pas contrôlées ou comptabilisées.

Cependant l'impact carbone existe bel et bien en exploitation, et le succès des précédentes étapes (programmation, conception, réalisation...) ne représente qu'une petite partie du chemin et des impacts sur le cycle de vie du bâtiment.

Il convient donc de mettre en œuvre des règles et points de contrôles minimum lors des cinquante années d'exploitation de l'ouvrage

<b>Outils</b>	Charte chantier durable, comptages eau et énergie, suivi déchets...
---------------	---



# 7) Exploitation

<b>Étape</b>	<b>Exploitation du bâtiment et suivi des performances</b>
<b>Objectif</b>	Exploiter durablement le bâtiment avec le moindre impact carbone

Il convient donc de:

- Missionner le gestionnaire ou un bureau d'étude pour réaliser le suivi des performances du bâtiments et proposer les réglages permettant d'atteindre une consommation minimum d'eau et d'énergie.
- Effectuer un retour d'expérience pour améliorer les prochains projets du MOA.
- Toujours penser à minimiser les émissions de GES lors des opérations d'exploitation, de maintenance et de remplacement.
- Choisir des produits de remplacement sobres en carbone sur tout leur cycle de vie : **les technologies évoluant, on peut même arriver à améliorer le niveau carbone du projet en faisant les bons choix durant 50 ans.**
- Accepter de réparer uniquement la partie concernée par un désordre plutôt que de refaire le sol entier par exemple.
- Optimiser les durées de vie des éléments du bâtiment (mais ne pas manquer le remplacement des éléments sensibles pouvant avoir un impact en cascade sur les émissions du bâtiment).

# Sources et bibliographie

Titre	auteur	date	lien
Conduite d'opération basse énergie – repères méthodologiques	CETE (Cerema) Est	2008	
Analyse du cycle de vie des bâtiments en conception - Témoignages et propositions de la communauté francilienne d'expérimentation : janvier 2013 - juillet 2014	ADEME IdF IFPEB Ekopolis	2014	<a href="https://www.ifpeb.fr/2016/03/16/dix-retours-dexperience-lacv-ecoconception-batiments/">https://www.ifpeb.fr/2016/03/16/dix-retours-dexperience-lacv-ecoconception-batiments/</a>
Guide "Prescription et Analyse du Cycle de Vie",	IFPEB	2012	<a href="https://www.ifpeb.fr/ressources/guide-prescription-analyse-cycle-de-vie/">https://www.ifpeb.fr/ressources/guide-prescription-analyse-cycle-de-vie/</a>
Guide Biotech: l'énergie grise des matériaux et des ouvrages	ARENE IdF et ICEB	2012	<a href="https://www.areneidf.org/publication-arene/guide-bio-tech-l%C3%A9nergie-grise-des-mat%C3%A9riaux-et-des-ouvrages">https://www.areneidf.org/publication-arene/guide-bio-tech-l%C3%A9nergie-grise-des-mat%C3%A9riaux-et-des-ouvrages</a>
Fiches thématiques sur les matériaux biosourcés dont fiche « intégrer les matériaux biosourcés dans les marchés »	DREAL Centre	2017	<a href="http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/fiches-thematiques-sur-les-materiaux-biosources-a2480.html">http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/fiches-thematiques-sur-les-materiaux-biosources-a2480.html</a>



PRÉFÈTE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE



Bâtiment à  
**Énergie Positive**  
& **Réduction Carbone**

**ADEME**



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

DIRECTION RÉGIONALE  
*Pays de la Loire*

---

# Illustration avec le lycée de Nort-sur-Erdre

---

Région Pays de la Loire

## Rappel des étapes présentées :

1. Montage de l'opération (études préalables)
2. Programmation
3. Sélection de la maîtrise d'œuvre
4. Études
5. Réalisation et réception
6. Dépôt du projet sur l'observatoire
7. Exploitation

## Illustration lycée :

1. Programmation et études préalables
2. Conception
3. DCE

## Contexte du projet :

- Lycée polyvalent
- 1000 élèves
- 12 425 m<sup>2</sup>SP
- ≈ 23,3 M€HT TRVX
- ≈ 37 M€TTC opé



l'esprit grand ouvert



## Engagements au stade programmation (2016) :

Politique engagée :

- Démarche environnementale ambitieuse et Référentiel de sobriété technique architecturale et économique

→ Certification HQE

LYCÉE / INTERNAT / DEMI-PENSION / ADMINISTRATION														
TP														
P														
B														
CIBLES	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow

→ Label énergétique : Effinergie +

- Plan régional sur l'économie circulaire

→ Label bâtiment biosourcé niveau 1

Certification « NF HQE – Bâtiment Tertiaire Millésime 2015 »



Label « Bâtiment Biosourcé »



# ILLUSTRATION – Lycée de Nort-sur-Erdre

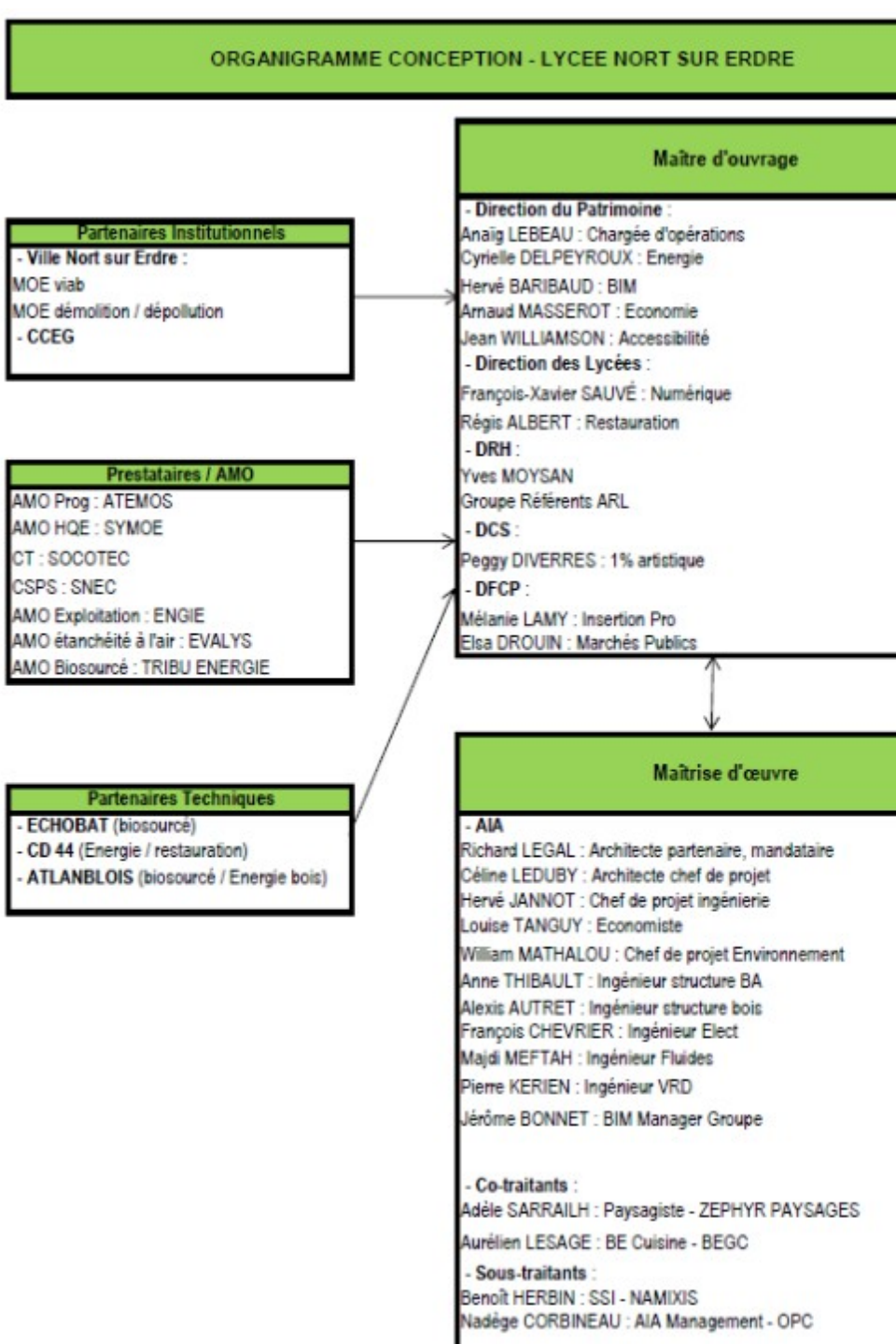
## Phase conception : Les intervenants

MOE : AIA

AMO HQE : SYMOE

AMO MBS : TRIBU ENERGIE (+WUFI)

AMO étanchéité à l'air : EVALYS



l'esprit grand ouvert



Région  
**PAYS DE LA LOIRE**

Les clés pour mener à bien un projet E+C-

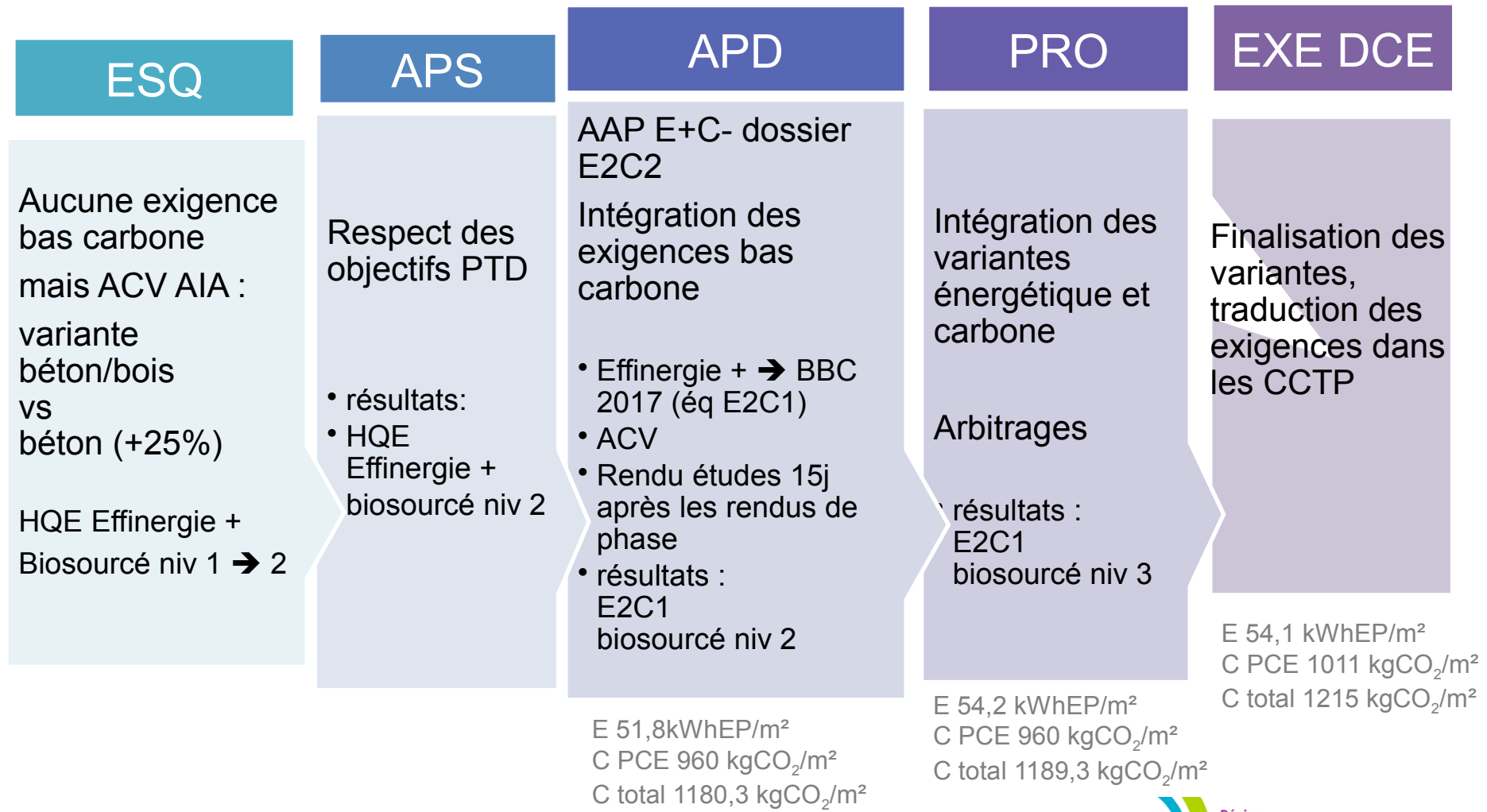








# ILLUSTRATION – Lycée de Nort-sur-Erdre



## Phase conception, choix techniques :

- Toiture permettant la mise en place ultérieure de panneaux photovoltaïques par un opérateur spécialisé ;
- Chaufferie mixte bois (granulés)/ gaz avec préparateur gaz ECS ;
- Récupération EP pour alimenter les blocs sanitaires collectifs ;
- Matériaux biosourcés (bois, isolant chanvre-lin-coton, linoleum...) ;
- Ventilation : insufflation avec récupération en vrac dans les plénums des circulations, préchauffé par des batteries pour les salles de classe ; Double flux restauration et hall (CTA) ;
- Puits canadien (local serveur).

Phase conception, 3 études ACV, variantes étudiées en PRO :

ENERGIE :

Variante toiture PV : 1/3 des toitures soit 2 400m<sup>2</sup>

→ BEPOS (E4) mais pénalise le C

CARBONE :

Membrane EPDM (PVC) : Durée de vie de 30ans donc pénalisant (-3kg eq CO<sub>2</sub>)

Isolant en liège ou en Foamglas (pas de données spécifiques)

Isolant biosourcé en cloison (-1,1kg eq CO<sub>2</sub>)

Peinture biosourcée Uula (pas de données spécifiques)

Béton : prise en compte d'une FDES précise (-44% sur le bilan structure)

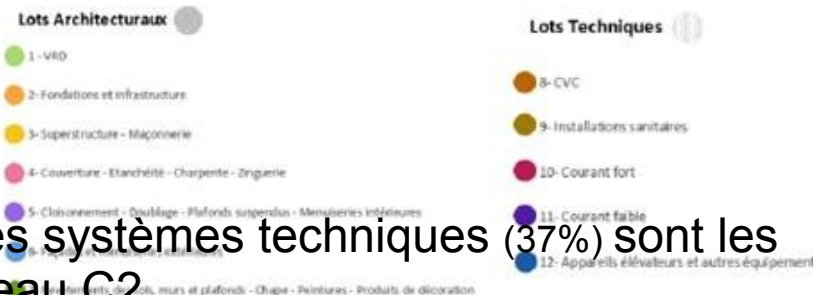
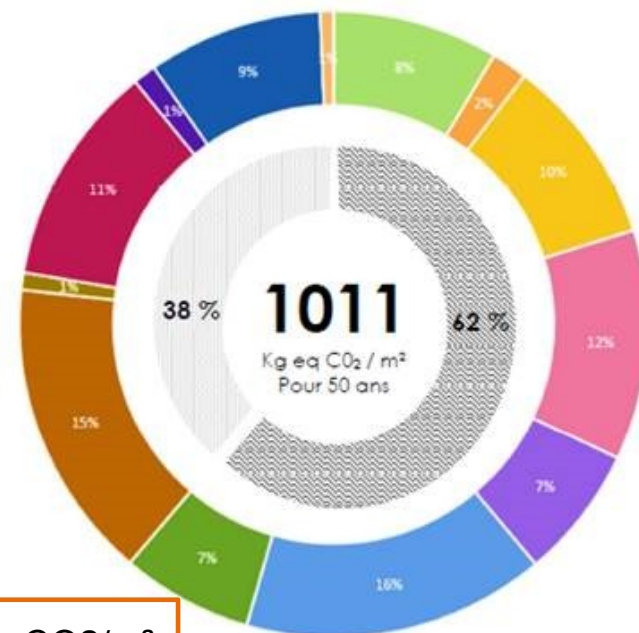
## Phase conception, résultat ACV : E2C1

ENERGIE 2 : 54,1 kWh/m<sup>2</sup>.an

CARBONE 1 : 1 011 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> composants (PCE)  
 + 184 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> énergie  
 + 9,1 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> eau  
 + 10,9 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> chantier

En Kg eq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SDP	Niveau de performance visé	Maisons individuelles ou accolées	Bâtiments collectifs d'habitation	Bâtiments à usage de bureau	Autres bâtiments soumis à la RT
A1	Carbone 1	1350	1550	1500	1625
A2	Carbone 2	800	1000	980	850
APCE,1	Carbone 1	700	800	1050	1050
APCE,2	Carbone 2	650	750	900	750

→ 1215 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>



La compacité, la structure (12%), le VRD (8%) et les systèmes techniques (37%) sont les vecteurs les plus impactant pour atteindre le niveau C2

→ exigences programmatiques nécessaires.



PRÉFÈTE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE



Bâtiment à  
**Énergie Positive**  
& **Réduction Carbone**

**ADEME**



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

DIRECTION RÉGIONALE  
*Pays de la Loire*

# Pour contribuer à la concertation :

Sur le site internet de la DREAL : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/participez-a-la-concertation-sur-le-guide-de-a4481.html>

Sur le site internet de l'ADEME : <http://paysdelaloire.ademe.fr/>

