



PLAN BATIMENT DURABLE

Groupe de travail Réflexion Bâtiment Responsable 2020-2050 (RBR 2020-2050)

Le groupe de travail RBR 2020-2050

La prochaine étape majeure pour le secteur de la construction neuve est la généralisation de Bâtiments Responsables intégrant les dimensions du développement durable : environnement, social, économie.

Lancé en 2011 et co-piloté par Alain Maugard (Qualibat) et Christian Cléret (Poste Immo), le groupe de travail RBR 2020-2050 du Plan Bâtiment Durable a vocation à proposer une vision prospective et partagée des lignes forces des bâtiments responsables à l'horizon 2020.

Plus d'informations sur <https://rbr20202050.wordpress.com/>

Les notes thématiques du groupe de travail

Après trois premiers rapports publiés en 2012, 2013 et 2014, le groupe de travail a segmenté sa réflexion en sous-groupes thématiques :

- bâtiments bas carbone ;
- réseaux, photovoltaïque et système électrique ;
- usages et modes de vie dans les bâtiments responsables ;
- économie et valeur des bâtiments responsables ;
- numérique et objets connectés ;
- ville adaptable.

Chacun de ces sous-groupes est conduit par un membre du groupe RBR 2020-2050.

Chaque sous-groupe est chargé de rédiger une (ou plusieurs) note(s) thématique(s), ensuite soumise(s) au débat collaboratif de la filière.

La présente note sur les Bâtiments Bas Carbone a été diffusée en version provisoire au mois d'avril et 30 contributions ont été reçues (cf. liste des contributeurs en fin de document). Ces contributions ont été analysées par le groupe de travail et prises en compte dans cette version finale.

Note thématique #1 du groupe RBR : « Vers des Bâtiments bas carbone »

Les lignes de force des Bâtiments Responsables à l’horizon 2020 sont plurielles. L’une d’entre elles est que le bâtiment doit limiter ses émissions de gaz à effet de serre pour devenir « bas carbone ».

Le projet de loi relatif à la transition énergétique prévoit la prise en compte à court terme des émissions de gaz à effet de serre liées aux bâtiments dans différents dispositifs réglementaires. La Cop 21 va mettre le sujet sous les projecteurs.

Cette note vise à présenter les différentes actions possibles pour les acteurs du bâtiment et de l’immobilier et à faire des recommandations pour progresser vers des Bâtiments Bas Carbone.

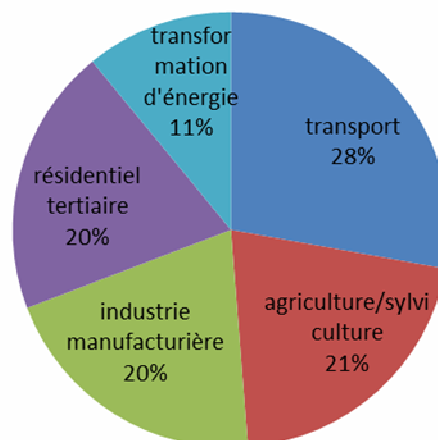
Cette ambition doit bien sûr être complétée par une vision globale intégrant les autres aspects environnementaux, le confort, l’économie, les usages...

Quelques ordres de grandeur ?

Les émissions de gaz à effet de serre liées au bâtiment ont lieu tout au long de son cycle de vie : construction du bâtiment, exploitation, rénovation, fin de vie. Certaines de ces émissions telles que la combustion du gaz de chauffage ont lieu sur le site du bâtiment, d’autres ont lieu à distance comme les émissions pour fabriquer les matériaux de construction ou pour produire l’électricité qui sera consommée sur le site. Certaines émissions ont lieu en permanence tant que le bâtiment est utilisé comme les émissions liées aux consommations d’énergies, d’autres ont lieu à des intervalles plus éloignés à l’instar de celles liées aux phases d’entretien et de remplacement des éléments à durée de vie limitée. Celles inhérentes à la fabrication de la structure n’ont généralement lieu qu’une fois. Une première prise de conscience des ordres de grandeur de ces différents éléments est nécessaire pour agir.

Des émissions sur site et hors site

Le schéma ci-contre indique pour 2012 la répartition des émissions de gaz à effet de serre¹ par type d’activité. La part indiquée résidentiel/tertiaire représente les émissions sur le site du bâtiment pendant sa phase d’exploitation, les impacts de la construction et de la rénovation sont intégrés dans ceux de l’industrie manufacturière, et ceux liés à la production d’énergie sont intégrés dans ceux de la transformation d’énergie. Les émissions de gaz à effet de serre dépassent donc largement les 20 % souvent mis en avant.



¹ <http://www.citepa.org/fr/air-et-climat/polluants/effet-de-serre/potentiel-rechauffement-global-a-100-ans>

Le bâtiment que l'on construit ou que l'on réhabilite

Le projet HQE performance² a permis d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre de plus de 150 bâtiments neufs. Ces émissions représentent pour les matériaux et produits de construction et le chantier de l'ordre de **550 kg d'eqCO₂ par m²** pour un immeuble de logement collectif³. Ce chiffre montre l'importance d'optimiser ce « carbone gris ».

Les valeurs varient entre 300 et 500 kg pour les maisons individuelles et 550 et 800 kg pour les immeubles de bureaux. Elles dépendent des caractéristiques du bâtiment (architecture, procédé constructif, matériau de construction...) et les efforts d'écoconception.

Réhabiliter un bâtiment permet de conserver a minima le gros œuvre et la structure et d'économiser au minimum la moitié des émissions liées aux matériaux par rapport à une construction neuve.

Les émissions correspondantes ont lieu **à l'occasion des travaux de construction puis des différents travaux d'entretien et de rénovation**. Les chiffres indiqués ci-dessus portent sur la totalité de la vie du bâtiment.

Au contraire les émissions décrites ci-dessous auront lieu quotidiennement **tout au long de la vie du bâtiment** et sont présentées en valeur annuelle.

Les usages réglementaires

Le DPE et son étiquette CO₂ disponibles lors d'un achat ou d'une location d'un logement ou d'un bâtiment tertiaire montrent que les émissions liées aux usages immobiliers (chauffage, eau chaude, refroidissement, éclairage, auxiliaires⁴) varient entre moins de **5 kg eqCO₂/m².an** pour les bâtiments les plus performants utilisant les énergies les moins carbonées et plus de **145 kg eqCO₂/m².an** pour certains bâtiments tertiaires très émetteurs.

Les équipements mobiliers

Les émissions de gaz à effet de serre liées aux consommations mobilières d'électricité pour l'informatique et la communication, l'audiovisuel, l'électroménager sont en moyenne dans un logement de l'ordre de **2 kg eqCO₂/m².an**. Dans le tertiaire l'impact serait plutôt de l'ordre de **3 kg eqCO₂/m².an** avec des variations très fortes d'un bâtiment à un autre.

Les déplacements

La localisation d'un logement influence directement les émissions liées aux transports quotidiens. Une analyse conduite par Promotelec de 22 projets neufs met en évidence des émissions variant entre **5 et 30 kg eqCO₂/m².an**.

En synthèse

Ces différents ordres de grandeur montrent que :

- dans une passoire énergétique les émissions en exploitation sont dominantes ;
- dans un bâtiment basse consommation les émissions en phase de construction ou de rénovation peuvent dépasser les émissions liées à l'énergie consommée pendant la phase d'exploitation ;
- La localisation d'un bâtiment a également un impact non négligeable du fait des flux de transport quotidien.

² Les chiffres détaillés sont disponibles : http://assohqe.org/hqe/IMG/pdf/14-027_HQEPerf_RapportPrincipal_VF.pdf

³ Les valeurs sont données en kg d'équivalent CO₂ pour tenir compte des différents gaz à effet de serre

⁴ Certaines versions du DPE n'intègrent pas les consommations de climatisation, éclairage, auxiliaires

Construction et rénovation	kg/m ²	
• Maison individuelle	300-500	
• Immeuble collectif	425-600	
• Bâtiment de bureaux	550-800	
Exploitation	kg/m ² .an	Total sur 50 ans en kg/m ²
• Usages immobiliers (RT 2012)		
Logement RT2012	5 à 10	225 à 500
Logement classe G du DPE	80	4000
Bureau classe G du DPE	145	7250
Equipements mobiliers	2-3	100 à 150
Déplacements	5 à 30	250 à 1500

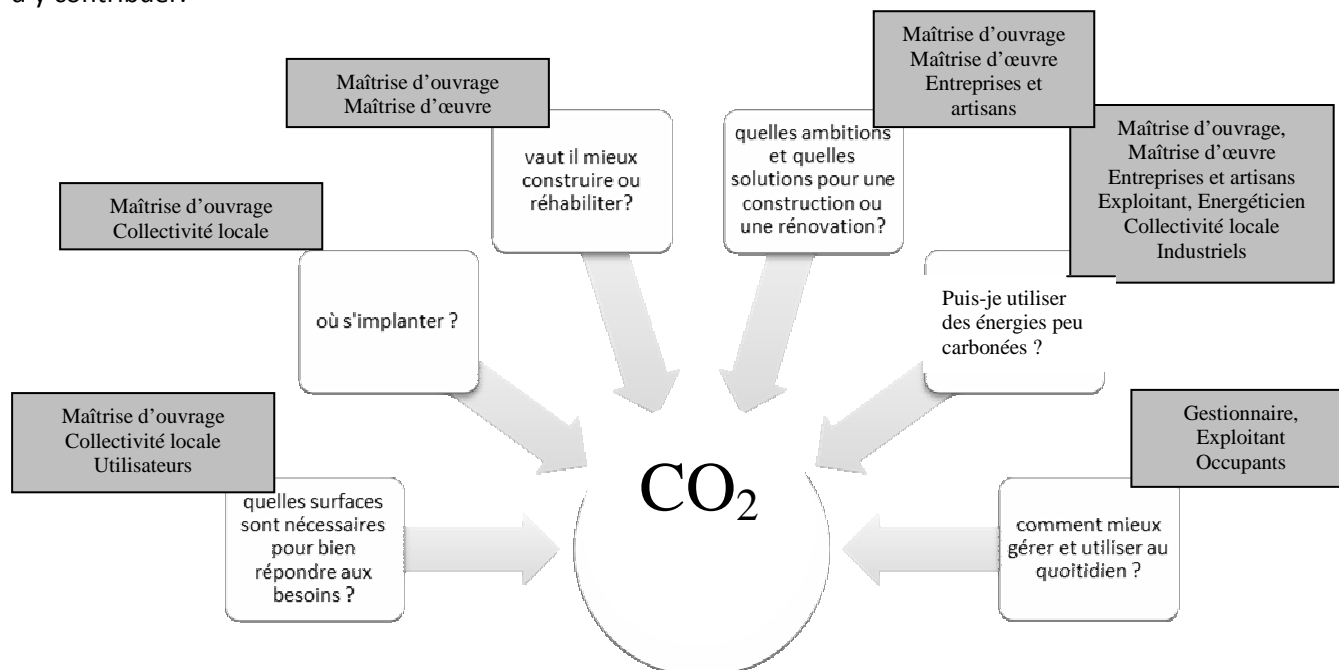
Un point d'attention

Une analyse sur l'ensemble du cycle de vie nécessite d'intégrer les émissions initiales liées à la construction et les émissions qui auront lieu au cours de la phase d'exploitation puis en fin de vie⁵.

Une difficulté provient du fait que le contenu carbone lié aux phases de vie du bâtiment de plus en plus éloignées dans le temps (programmation, conception, construction/ réhabilitation, utilisation, ... réhabilitations ultérieures (quand, combien...), déconstruction) est de plus en plus incertain. Les efforts de réduction de l'impact carbone devraient conduire à réduire les émissions futures sans être capable de chiffrer précisément cette réduction.

Les types d'actions possibles

Le schéma suivant présente 6 grands types d'actions possibles et les principaux acteurs en mesure d'y contribuer.



⁵ La norme NF EN 15978 Evaluation de la performance environnementale des bâtiments propose des méthodes pour ce faire

Les possibilités d'action varient fortement d'un acteur à l'autre et d'une phase à l'autre d'un projet. Différents outils peuvent être utilisés (bilan carbone, ACV bâtiment...). Ils permettent d'abord d'évaluer les impacts pour ensuite travailler à les réduire.

Quelles surfaces sont nécessaires pour bien répondre aux besoins ?

Puisqu'un m² non construit représente près d'une tonne d'émissions de CO₂ évitée sur le cycle de vie, la réflexion sur la surface nécessaire pour répondre aux besoins est déterminante. La performance économique et la performance environnementale sont ici en parfaite synergie puisque optimiser la surface permet d'adapter à la fois la dépense et les émissions à ce que sont les besoins.

Les démarches sont diverses et s'organisent autour de 3 grandes idées

Adaptation à des besoins qui changent	L'adaptation de la surface utilisée à l'évolution des besoins à l'image de ce que font de nombreux grands maîtres d'ouvrages tertiaires ⁶ mais aussi des familles lors de leur parcours résidentiel.
Optimisation des espaces	L'optimisation du rendement de plan, la réduction des surfaces de parking lorsque l'on construit des centres urbains bien desservis en transport en commun
Mutualisation des espaces	La mutualisation d'espace existant plutôt que la construction à l'image de ce qu'a fait AirBnB en transformant lorsqu'elles sont inoccupées des parties de logement en chambres pour touristes. Cette mutualisation peut aussi porter sur les espaces urbains comme les parkings ici ou d'espaces communs là ...

Faciliter ces démarches dont la mise en œuvre est loin d'être toujours simple est un défi pour aller vers des bâtiments responsables à la fois bas carbone et répondant bien à une demande sociale qui évolue plus rapidement que le renouvellement du parc de bâtiments.

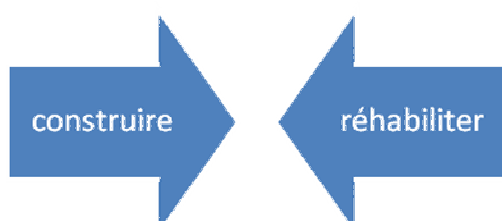
Quels choix d'implantation ?

L'analyse devant conduire au choix d'implantation est un préalable incontournable à tout projet de construction ou de rénovation. La prise en compte des émissions de CO₂ conduit à revisiter les critères de cette analyse et à prendre en compte :

- La distance aux services (écoles, commerces, lieux de loisirs...), la proximité des transports en commun, la distance entre lieux de vie et lieux de travail qui auront un impact important sur les émissions de carbone liées au transport ;
- La mise à disposition au niveau du territoire ou du quartier d'énergie décarbonée *via* les réseaux de chaleur ou de froid et demain d'électricité ou de gaz intégrant des taux croissants de renouvelables ;
- La capacité à produire sur la parcelle des énergies non carbonées.

Certains pionniers commencent même à prendre en compte la capacité de la parcelle à stocker du CO₂.

Vaut-il mieux construire ou réhabiliter ?



La comparaison entre un scénario de réhabilitation et un scénario de construction d'un bâtiment porte toujours sur un ensemble de critères. Le prisme des émissions de gaz à effet de serre apporte un éclairage particulier qui peut compléter les autres.

⁶ Une analyse opérationnelle sur l'optimisation des surfaces des bureaux de l'Etat ? [ici](#)

On considère souvent qu'un bâtiment, même très bien rénové, consomme davantage qu'un bâtiment neuf⁷ même s'il existe des exceptions. Par exemple un bâtiment au label BBC Effinergie rénovation émettra en exploitation de l'ordre de 6 kg eqCO₂/m².an de plus qu'un bâtiment neuf⁸.

Mais la réutilisation du gros œuvre permettra d'économiser de l'ordre de 300kg eqCO₂/m² et pendant plusieurs dizaines d'années le bâtiment rénové aura donc un meilleur bilan qu'un bâtiment neuf.

Cet exemple montre l'importance d'étudier au cas par cas, dans le cadre d'une analyse en cycle de vie, les impacts respectifs d'une rénovation et d'une construction.

Quelles ambitions et quelles solutions pour la construction neuve ?

L'analyse des performances des projets était jusqu'ici fréquemment réalisée, à l'image de ce que fait le DPE ou la RT2012, en analysant les consommations d'énergie primaire et les émissions de CO₂ en phase d'exploitation. Cette démarche était tout à fait réaliste pour les bâtiments fortement consommateurs d'énergie.

Aujourd'hui
analyse de la
phase
d'exploitation



Demain
analyse sur
tout le cycle
de vie

Dans les constructions neuves les émissions en exploitation sont très fortement réduites et l'analyse doit porter sur l'ensemble du cycle de vie.

Cette analyse sur l'ensemble du cycle de vie fait émerger des voies nouvelles d'écoconception et d'optimisation des projets qui touchent tous les acteurs : optimisation des formes architecturales et choix des systèmes constructifs pour réduire la quantité de matière utilisée, choix de matériaux bas carbone, dimensionnement des installations techniques au juste nécessaire... Ces options nouvelles se combinent avec les options couramment utilisées pour réduire les émissions en phase d'exploitation.

L'utilisation d'outils permettant une analyse en cycle de vie permet d'arbitrer entre ces différentes voies et de définir celles qui sont les plus adaptées à un

projet donné.

En quelques années on est passé d'outils de recherche utilisables par des chercheurs à des outils que se sont appropriés les acteurs de la construction en pointe. L'enjeu est aujourd'hui de passer à des outils d'éco-conception utilisés par tous⁹. Ces outils simples d'utilisation devront notamment permettre de guider les choix de chaque acteur aux différentes étapes d'un projet.

Ces outils sont alimentés par des données provenant des fiches de déclarations environnementales que les industriels fournissent de plus en plus¹⁰. La mise à disposition de données « typiques » de contenu carbone pour les familles de produits faciliterait ce travail d'écoconception.

⁷ Le label BBC Effinergie rénovation est à 80kWh/m².an contre 50 pour la RT2012 pour le neuf

⁸ Ce calcul est fait en supposant que l'on utilise la même énergie. Quelques contre exemples montrent que si aucune précaution n'est prise une rénovation peut dans certains cas particuliers se traduire par une baisse des consommations et une hausse des émissions

⁹ Deux études intéressantes illustrant les progrès à faire en ce sens

« Analyse du Cycle de Vie des Bâtiments en conception - Témoignages et Propositions de la Communauté Francilienne d'Expérimentation » - mars 2015 - ADEME IDF – IFPEB – EKOPOLIS

« Prescription et analyse du cycle de vie IFPEB »

¹⁰ <http://www.base-inies.fr/Inies/default.aspx>

Quels enjeux en rénovation ?

Dans les bâtiments existants, les fortes consommations d'énergie sont associées à des émissions importantes de gaz à effet de serre. Une analyse rapide sur l'observatoire des Diagnostics de Performance Energétique¹¹ montre une émission moyenne du parc de logements existants de 50 kg eqCO₂/m².an pour les usages couverts par ce diagnostic. Les bâtiments les plus efficaces peuvent émettre 10 fois moins.

La diminution drastique des émissions de CO₂ sur le parc existant constitue, compte tenu de son poids, un enjeu majeur d'une politique bas carbone dans le bâtiment. Deux voies complémentaires doivent y contribuer :

- l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments ;
- la mutation de ce parc vers des énergies moins carbonées.

Chaque projet de rénovation devrait conduire à analyser à la fois les capacités à réduire les besoins de chaleur, à faire appel à des systèmes moins énergivores et à examiner les capacités à utiliser des énergies moins carbonées.

Comment choisir des énergies moins carbonées ?

La quantité de gaz à effet de serre émis pour chaque kWh d'énergie utile varie beaucoup d'une énergie à l'autre. Elle s'exprime par le facteur d'émission dont l'unité usuelle est le gramme d'équivalent CO₂ par kWh.

La connaissance des facteurs d'émission est la base pour choisir des énergies moins carbonées. Différentes bases de données fournissent ces facteurs d'émission ; les chiffres indiqués ici sont issus de la Base Carbone de l'Ademe¹² (tous les chiffres sont exprimés en g eqCO₂eq/kWh).

Le passage d'une énergie à l'autre peut permettre de diviser par 10 les émissions de gaz à effet de serre comme le montre le tableau suivant.

bois	gaz	Fioul	Réseau de chaleur
30	240	324	Très forte variété suivant l'énergie utilisée

Un débat a lieu entre énergéticiens sur les facteurs d'émission à retenir pour l'électricité chacun défendant une approche méthodologique différente.

Les facteurs actuellement disponibles pour l'électricité dans la Base Carbone de l'Ademe sont définis pour chaque année en valeur moyenne en fonction :

- du type de production

hydraulique	nucléaire	photovoltaïque ¹³	gaz	fioul vapeur	charbon
4	6	26 à 80	406	704	1038

- ou du type d'usage

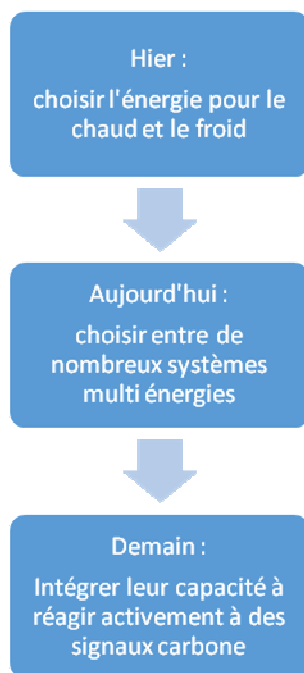
mix moyen	chauffage	éclairage	cuisson	Eau ch. Sanit.	Autre
82	209	114	75	66	52

L'émergence de facteurs d'émission par usage avait permis de réaliser un progrès important dans l'analyse de l'impact du choix ou non d'une production électrique pour le chauffage ou l'eau chaude.

¹¹ <http://www.observatoire-dpe.fr/>

¹² <http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil>

¹³ Cette valeur tient compte de l'ensemble du cycle de vie. Elle dépend à la fois de la technologie, du lieu de fabrication et du lieu d'installation des panneaux.



Mais cette approche est aujourd'hui insuffisante. En effet on assiste à une très forte innovation sur les systèmes de production de chaleur utilisés pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire ainsi que pour la production locale d'électricité. Ceci ouvre un large choix aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre. Les systèmes deviennent pour la plupart hybrides associant des énergies renouvelables et non renouvelables.

Il sera nécessaire demain de disposer de facteurs d'émission correspondant à chacun de ces types de système. Par exemple une pompe à chaleur hybride associant une pompe à chaleur électrique fonctionnant en base et un générateur à combustible fonctionnant les jours les plus froids et évitant la consommation d'électricité au moment où celle-ci est la plus carbonée devra en voir le bénéfice sur son facteur d'émission.

Ces facteurs devront être calculés via une analyse en cycle de vie pour permettre une comparaison juste entre énergies.

Les réseaux de chaleur, de gaz, d'électricité distribueront une énergie qui se « décarbonera » au fur et à mesure du développement des énergies renouvelables et de la récupération

de chaleur¹⁴. Les potentiels sont considérables et seront mobilisés progressivement au cours du temps. Un bilan carbone sur la durée de vie du bâtiment peut nécessiter de faire des hypothèses sur cette évolution.

Il paraît aujourd'hui nécessaire de définir des méthodes opérationnelles pour évaluer ces facteurs d'émission et les intégrer dans les futurs textes portant sur le bâtiment (étiquettes environnementales, labels, réglementations...). Ceci permettra aux acteurs de prendre des décisions éclairées en matière de choix des systèmes et des énergies dans le neuf et de changement dans l'existant.

Ces méthodes devront intégrer également les impacts de différents modes de gestion active ainsi que les capacités de stockage d'énergie de ces systèmes. Ceci permettrait de valoriser les innovations rendues possibles demain par les smart grids pour coordonner le fonctionnement au niveau du bâtiment et le fonctionnement des systèmes énergétiques aux échelles supérieures (quartier, territoire, pays...).

Ceci permettra de faire baisser les coûts et les émissions de CO₂¹⁵.

Mieux gérer et utiliser

Une fois mis en œuvre dans un bâtiment, les modes d'action pour réduire les émissions de carbone sont à nouveau divers :

- limiter les consommations d'énergie via une meilleure gestion du chauffage, de l'eau chaude, de l'éclairage, de la climatisation... ;
- mobiliser les occupants pour atteindre des objectifs ambitieux¹⁶ ;
- mettre en place un plan de déplacement permettant de réduire les émissions liées au transport ;
- échanger dynamiquement des informations avec les réseaux pour utiliser les énergies les moins carbonées lorsque l'on dispose de plusieurs sources d'énergie ou de capacités de stockage.

¹⁴ Le potentiel considérable de récupération de la chaleur des centrales de production d'électricité pour alimenter des réseaux de chaleur est inutilisé aujourd'hui

¹⁵ Ceci sous réserve que les consommations de ces systèmes de communication soient maîtrisées

¹⁶ Un exemple intéressant de démarche de mobilisation <http://cube2020.fr/>

Une gestion et une utilisation efficaces passent nécessairement par la mise en place d'outils de suivi des consommations voire demain des émissions ; elles nécessitent également une maintenance et une exploitation adaptées à la complexité de chaque installation.

De nombreux acteurs mènent ces actions mais peu les expriment en France aujourd'hui en mettant le carbone en avant comme cela est fait au Royaume Uni. La communication porte plutôt sur le coût et la consommation d'énergie. Le développement d'actions mettant en avant l'impact carbone pourrait être une voie, elle demanderait un effort pédagogique important.

Quels indicateurs privilégier ?

L'enjeu prioritaire est aujourd'hui de faire émerger une culture collective sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

L'émergence d'un langage commun basé sur quelques indicateurs est un des moyens pour faire émerger cette culture.

Un indicateur simple à l'image du 50 kWh ep/m².an du label BBC puis de la RT2012 peut avoir un impact fort sur le marché.

Il devra être complété par des indicateurs permettant à chacun de mettre en évidence les progrès qu'il pourra faire à chaque étape d'un projet :

- définition des besoins en surface
- choix du site
- construction ou rénovation
- choix des énergies
- exploitation et utilisation.

Pour aller plus loin

L'importance d'agir sur le changement climatique va donner une importance croissante à la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre.

Le défi est de rendre progressivement le parc de Bâtiments Bas Carbone.

Ceci passera par des actions pédagogiques visant à faire connaître le concept des Bâtiments Bas Carbone neufs et existants, à réaliser des projets exemplaires, à observer et mettre en valeur les meilleures pratiques pour donner envie...

Mais un enjeu majeur sera de donner une valeur au carbone pour que les choix économiques qui structurent chaque projet intègrent l'enjeu du réchauffement climatique.

La mise en place pour toutes les politiques publiques d'une valeur tutélaire du carbone pourrait y contribuer.

Cette note a été rédigée dans le cadre du groupe Réflexions Bâtiments responsables par un groupe de rédaction associant Jean-Christophe Visier (CSTB), André Pouget (Pouget Consultant), Catherine Di Costanzo (Promotelec services), Jean-Eric Fournier (Foncière des Régions)

Elle intègre des contributions reçues de : AFPAC, Yves Dieulesaint GECINA, Georges Debiesse CGEDD, Magali Saint Donnat ADI, Jacques Bucki Représentant de l'amf au débat sur la transition énergétique, Mohamed Abdeloumene Alliance solutions fioul, Valerie Freret Association bâtiments bas carbone, Cedric Borel IFPEB ; Jacques Lefort Dalkia, Yannick Fevrier, Nicolas Lutton Eodd, Frederic Aguille Engie, David Delaune GRDF, Florian Rollin Constructions-bio ressources, Chantal Degand EDF, Christian Ferveur Schneider electric, Gaultier Massip Snfa; Antoine Giret Bastide et Bondoux; Philippe Haïm Coenove; Jean Bergougnoux Equilibre des Energies; Fabrice Bonnifet Bouygues SA; Caroline Lestournelle AIMCC; Alexandre Ducolombier Ale Lyon; Olivier Sidler Enertech; Jean-René Brunetière Chaire économie du climat; Laurent Cataignede BCO2 Ingénierie; Jean-Yves Colas Cerqual; Nicolas Beuvaden Sinteo; Emmanuel Dufresnes Ecole d'architecture Strasbourg; Dominique Masseron Groupe Atlantic; Bernard Sesolis

En complément des documents cités directement dans le texte les auteurs se sont inspirés du document : « *RICS Professional Guidance, Global Methodology to calculate embodied carbon* »

Contact PLAN BATIMENT DURABLE

Anne-Lise DELORON ROCARD

01 40 81 33 05 – 06 59 46 99 00

anne-lise.deloron@developpement-durable.gouv.fr