CONCOURS EXTERNE

D'INGÉNIEUR TterritorIAL

SESSION 2017

ÉPREUVE DE NOTE

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'une note tenant compte du contexte technique, économique ou juridique lié à ce dossier. Celui-ci porte sur l'une des spécialités choisie par le candidat au moment de son inscription.

Durée : 5 heures
Coefficient : 5

SPÉCIALITÉ : INGÉNIERIE, GESTION TECHNIQUE ET ARCHITECTURE

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- L'utilisation d'une calculatrice autonome et sans imprimante est autorisée.
- Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 34 pages.

Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend le nombre de pages indiqué.
S'il est incomplet, en avertir le surveillant.

Vous êtes ingénieur territorial, responsable du service programmation - méthodes - qualité - environnement au sein de la direction de l'immobilier de la ville d'INGEVILLE de 120 000 habitants.

La direction de l'immobilier comprend :
- le service de construction en charge des constructions et grosses restructurations ou réhabilitations des bâtiments municipaux ;
- le service de maintenance en charge de la maintenance et de l'entretien des bâtiments, en régie propre ou par des marchés à bons de commande d'entreprises ;
- le service de la gestion immobilière du parc immobilier ;
- et le service programmation - méthodes - qualité - environnement.

Votre fonction vous situe au cœur de l'ensemble des différents domaines d'intervention dans la vie d'un bâtiment : phase de programmation - rédaction des référentiels de construction propres à la ville / phases d'études de conception et de réalisation / maintenance et entretien des bâtiments / suivi de la certification de la direction / suivi du référentiel de développement durable et écoconstruction de la ville.

Dans un premier temps, le Directeur de l'immobilier vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, une note sur une autre approche de l'acte de construire des bâtiments pour demain.

8 points

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles visant à adapter la stratégie, l'organisation et les méthodes de votre direction afin de prendre en compte ces nouvelles pratiques.

12 points

Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.

Liste des documents :

Document 1 : « La guerre du BIM aura bien lieu » – *Mathias LEBŒUF – Extrait du dossier « Transition numérique : une révolution qui fait BIM ! » – Magazine de l'Ingénierie territoriale N°14* – Avril 2016 – 2 pages

Document 2 : « La constructibilité : un nouveau concept… » – *Christophe GOBIN, Président du conseil scientifique de l'École Spéciale des Travaux Publics (ESTP) – Cahier pratique LE MONITEUR des travaux publics et du bâtiment N°5737 (extrait)* – 8 novembre 2013 – 5 pages

Document 3 : « Le coût global dans la construction » – *Association Qualitel – qualite-logement.org* – Octobre 2013 – 6 pages

Document 4 : « Fiche technique : la filière éco-construction » – *Fanny MARTIN – wordpress.com* – consulté le 30 août 2016 – 4 pages

Document 5 : « Vers une accessibilité généralisée : Accès à tout et pour tous » (extrait) – *CCI de la Vendée – developpement-durable.gouv.fr* – consulté le 30 août 2016 – 3 pages

Document 6 : « Construire sain : Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour la construction et la rénovation » (extraits) – *Ministère de l'Égalité des territoires et du logement et Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie – developpement-durable.gouv.fr* – mise à jour en avril 2013 – 7 pages

Document 7 : « Toulouse se lance dans le BIM » – *Christiane WANAVERBECQ – lemoniteur.fr* – 19 juillet 2016 – 2 pages

Document 8 : « Rétroconception : des architectes "refont le match" grâce au BIM » – *Christiane WANAVERBECQ – lemoniteur.fr* – 26 octobre 2016 – 2 pages

Documents reproduits avec l'autorisation du CFC

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

DOCUMENT 1

La guerre du BIM aura bien lieu

Il en est des révolutions technologiques comme des crises économiques ou des catastrophes climatiques : souvent on ne les voit pas venir et pourtant elles sont inéluctables. Après l'imprimerie, la photographie ou la musique, le bâtiment et le génie civil sont en train de connaitre un bouleversement profond qui changera définitivement la façon de construire : la numérisation des processus de construction.

Longtemps, construire a signifié amalgamer ou agencer des matériaux naturels comme le bois ou la pierre. L'arrivée de la fonte à la fin du 19e siècle puis du béton au début du 20e siècle ont profondément modifié la nature des édifices en ouvrant de nouvelles possibilités : les structures poteau-dalle désormais possibles permettaient de s'affranchir des murs porteurs et de libérer la surface sur un seul plan. L'*open space* était inventé. Pourtant, si de nouveaux opérateurs et corps de métiers apparaissaient (les producteurs de béton), les processus de construction, même en s'industrialisant, restaient peu ou prou les mêmes.

Véritable révolution technologique et culturelle, le BIM bouleverse les méthodes de travail.

Le secteur du bâtiment est aujourd'hui en voie de « BIMisation ». Le BIM, (*Building information modeling* ou modélisation des informations du bâtiment) désigne cet ensemble de processus numériques s'articulant autour de la maquette numérique d'un ouvrage. C'est à la fois un outil technologique extrêmement puissant et une sorte de « maison commune » où chaque acteur de la construction va pouvoir collaborer au projet de façon ouverte, de la phase de conception à celle de l'exploitation en passant par la phase de réalisation. Cette somme de données (*big data*) est synthétisée dans la maquette numérique, véritable carte d'identité ou « carte vitale » du bâtiment ou de l'infrastructure.

La transition numérique induite par la généralisation de l'utilisation des processus BIM n'implique pas uniquement un changement du support. Ce n'est pas seulement le bon vieux plan papier 2D, auquel va se substituer une maquette digitale 3D, qui est voué à se raréfier sur les chantiers. C'est une toute nouvelle organisation du travail qui émerge. Véritable révolution technologique et culturelle, le BIM bouleverse les méthodes de travail : il réintègre du liant entre tous les acteurs de la construction et les pousse à communiquer entre eux, ce qui ne se fait pas toujours naturellement.

De fait, le BIM ouvre de nouvelles perspectives immenses, en fluidifiant les processus séquentiels pour instaurer une collaboration ouverte, continue et sans rupture. Là où dominaient autrefois des phases séquentielles assez cloisonnées (chaque corps de métier intervenant l'un après l'autre de manière assez étanche), le travail est désormais beaucoup plus transversal et collaboratif : maitres d'ouvrage, architectes, ingénieurs et entreprises de construction se retrouvent autour de la même maquette numérique. Cela implique une nouvelle distribution des données de l'ouvrage avec une fluidité plus grande : les informations peuvent être partagées et diffusées en temps réel à tous les acteurs d'un même projet.

Les bénéfices attendus de cette transition numérique sont nombreux :

© profit_image – Fotolia.com

une plus grand maitrise de la conception, des coûts, de l'usage des matériaux ; un gain de temps à toutes les étapes grâce à une connaissance technique fine des informations de l'ouvrage et ce, au service de l'amélioration de la qualité de la construction et de la réduction de la sinistralité.

Les premiers retours d'expérience semblent d'ailleurs éloquents. Les Anglo-Saxons, qui sont très en avance, ont déjà des ratios sur les retours sur investissement de l'utilisation du BIM. Ils ont mesuré, il y a deux ans déjà, qu'ils avaient économisé 1,7 milliard de livres sur la construction d'édifices publics. Ils ont également constaté qu'il y a 10 ans 30 % des projets étaient livrés en temps en en heure. Aujourd'hui, c'est 60 % des projets qui sont livrés sans retard. On gagne donc sur le temps. Mais aussi sur le coût : sur un projet d'école élémentaire par exemple, ils sont capables de réduire de 40 % le coût global de la construction.

© LaCozza – Fotolia.com

Et pourtant, il faut croire que plus une révolution est profonde et incontournable, plus elle suscite des réticences sinon du rejet. Malgré les promesses d'une meilleure gestion et la perspective de gains de productivité non négligeables, la transition numérique ne se fait pas sans mal, notamment en France. Elle ne va pas de soi et peine encore à convaincre, à commencer par les architectes. « *Plus de deux tiers des architectes n'utilisent toujours pas la 3D* » constate Bertrand Delcambre, président du plan de Transition numérique dans le bâtiment (PTNB) (voir interview p. 34). Et de fait, les freins à la transition numérique semblent encore nombreux. L'absence d'information, le coût d'investissement d'un module BIM (environ 10 000 à 15 000 euros par poste de travail), le temps nécessaire à maitriser pleinement l'outil et la peur de s'y mettre : autant d'entraves au développement rapide et spontané de la modélisation des informations du bâtiment.

En France, l'atomisation très importante des acteurs du secteur de la construction (500 000 entités économiques dont 95 % comprennent moins de 10 salariés) est une difficulté supplémentaire tant sur le plan de l'information et de la pédagogie que sur la contrainte budgétaire nécessaire pour passer au BIM.

Globalisation oblige, les grandes majors françaises du BTP se sont converties à l'ère numérique depuis maintenant plusieurs années. Car dans de nombreux pays (Scandinavie, Pays-Bas), le BIM est devenu une obligation. Dès 2011, l'Angleterre a annoncé que l'usage de la maquette numérique et du BIM serait obligatoire au 1er janvier 2016. En Allemagne, d'ici à 2020 tous les projets devront être réalisés en BIM… La France, pays pourtant si prompt à réglementer, a choisi pour une fois de ne rien imposer mais plutôt d'inciter les professionnels à passer au numérique.

Sous l'égide du ministère du Logement, les pouvoirs publics ont initié en juin 2014 un plan de Transition numérique dans le bâtiment (PTNB) s'insérant dans une politique plus large de relance de la construction. Doté de 20 millions d'euros, le PTNB a pour vocation d'accélérer le déploiement des outils numériques à l'échelle de l'ensemble du secteur du bâtiment en multipliant notamment les actions de pédagogie et d'information auprès des professionnels et en facilitant l'accès aux outils BIM.

Ce plan non contraignant prévu pour une période de 3 ans, commencera-t-il à endiguer les réticences ? Suffira-t-il à convaincre les entreprises et à les aider à passer à la maquette numérique et au processus BIM ? Il faut l'espérer sans quoi, dans le bâtiment aussi, la fracture numérique sera ouverte et patente, laissant nombre de petits opérateurs à l'écart d'une ère nouvelle et de ses marchés prometteurs.

Mathias Lebœuf

La constructibilité : un nouveau concept…

Constructible, construire, construction… constructibilité ou comment donner du sens à l'acte de bâtir. Laissons parler l'auteur :

« Dans le domaine de la construction, il n'est jamais facile d'introduire de nouveaux modes de réflexion et d'action. C'est pourtant l'exercice qui est tenté avec l'introduction du concept de constructibilité.

Deux constats ont conduit à cette démarche :

– La scission volontairement opérée depuis plusieurs décennies entre sciences de l'ingénieur et doctrine architecturale est préjudiciable aux deux professions. Il est urgent de trouver un champ d'échange commun où chacun s'enrichit des particularités de l'autre. Construction et architecture doivent communiquer et trouver un terrain de coopération positif pour toutes les parties prenantes.

– Le manque de dialogue a conduit au repli de l'industrie de la construction sur une forme « vernaculaire » qui interdit tout essai de l'industrialisation véritable. Il en résulte un double effet : la création d'un corps de compagnons devant affronter des conditions de travail difficiles et la production d'un cadre de vie à la fois coûteux et sans lien direct avec l'utilisateur final qui doit se contenter de ce qui lui est livré.

La constructibilité se veut une discipline au croisement de toutes les pratiques professionnelles et porteuse d'un renouveau collectif.

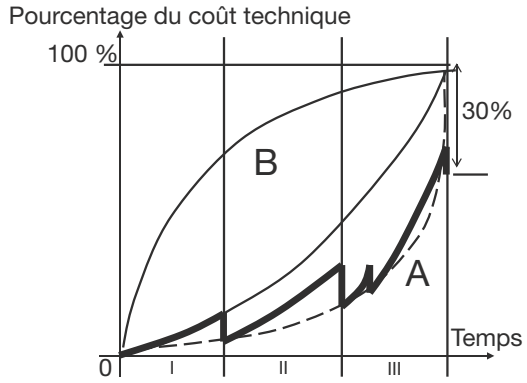
L'objet de ce Cahier pratique est de détailler ce nouveau concept et d'introduire ses différents composants en prenant appui sur deux relais : l'IRC (Institut de recherche en constructibilité) et le réseau Constructic. »

L'auteur de ce Cahier pratique est Christophe Gobin, président du Conseil scientifique de l'ESTP (École spéciale des travaux publics).

1. Constructibilité : le concept

Pour bien cerner les enjeux qui motivent une approche différente de la construction, il est possible de se référer à un diagramme situant l'emploi des ressources mobilisées par un projet immobilier.

Figure 1.1. Coûts cumulés.



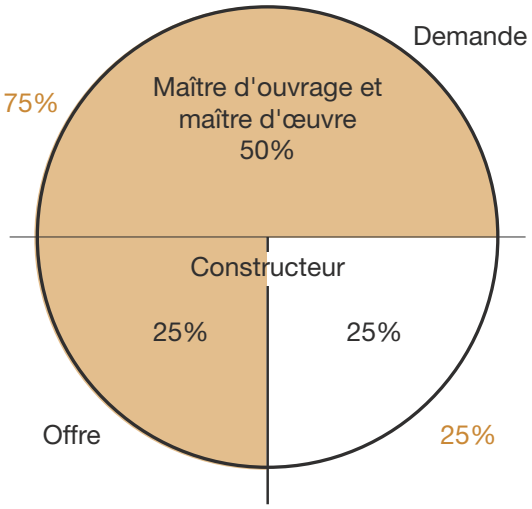
I phase de programmation
II phase de projétation
III phase de production

La figure 1.1 analyse les coûts techniques c'est-à-dire les moyens financiers mis en œuvre, à l'exception du foncier qui répond à une autre logique économique. Elle distingue deux courbes : celle des dépenses cumulées (A) et celle des engagements progressivement verrouillés (B).

Toutefois, l'intérêt de cette analyse réside dans l'approche d'une nouvelle grandeur qui est celle de la valeur acquise (en anglais « earned value ») c'est-à-dire la part des coûts qui correspond effectivement à une valeur acquise du projet. En effet, la reprise d'un travail, les temps d'attente pour décision, les surconsommations de matériaux… sont bien des dépenses couvertes par le client mais qui ne lui apportent aucune valeur ajoutée.

Dans ces conditions, quand 100 % des coûts techniques sont dépensés, la valeur réelle du résultat n'est que de 70 % aux dires de nombreux spécialistes. Les dysfonctionnements actuels résultent d'un manque de « confiance » entre les intervenants et apparaissent à chaque intervention d'un nouvel acteur qui, par sécurité, remet en cause le projet qui lui est transmis. Chaque acteur privilégie sa logique d'optimisation au détriment, en fin de compte, de celle du bâti et de son futur utilisateur.

Figure 1.2. Origine des coûts de non-qualité.



Est-il possible de déterminer la responsabilité de chacun ?
En fait, deux grandes familles d'acteurs peuvent être distinguées. Elles correspondent aux deux parties liées par un contrat de construction : l'offre et la demande. Encore faut-il s'expliquer sur la distinction. L'offre correspond à la fourniture d'un bâtiment et à son engagement financier c'est-à-dire à l'ensemble des réalisateurs (les entreprises de construction). La demande représente ceux qui définissent une attente et sa première formulation graphique c'est-à-dire les donneurs d'ordres (maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre) (Fig. 1.2). Chaque famille est la cause à poids égal des dysfonctionnements observés tout au long d'une opération. Mais il en est de même entre les commerciaux et les producteurs au sein des constructeurs.
Le principal enseignement de cet examen est que 75 % de ce que l'on peut appeler les coûts de non-qualité traitent d'un travail intellectuel. Seuls les 25 % restant sont réellement la conséquence d'une mauvaise exécution par manque de compétence propre.
En fait, les deux diagrammes constituent deux visions d'un même problème qui est celui de la surconsommation des ressources disponibles. Ce potentiel d'économies appelle de nouvelles réponses et la constructibilité prétend y contribuer.

2. Constructibilité : l'origine

Une expression traditionnelle de la profession a un peu perdu de son usage : c'est celle qui qualifiait un ouvrage d'une « bonne facture ». Il est intéressant de revenir sur cette formulation.

Une « bonne facture » signifiait d'abord que l'ouvrage permettait un bon fonctionnement, c'est-à-dire correspondait point par point aux attentes de celui qui l'avait commandé. Mais cela sous-entendait que le résultat acquis l'était dans le cadre du respect d'un budget préétabli. Cette double acceptation de la formule paraît correspondre parfaitement aux deux constats précédemment évoqués (*Cf*. 1).
Pour retrouver ce niveau de « qualité », il paraît indispensable, d'une part, de mieux produire et, d'autre part, de mieux utiliser des ressources mobilisables.

Dans un vocabulaire plus contemporain, la question posée est celle de **garantir la performance** d'un bâti.
La constructibilité, pour y répondre, s'attache à prévenir des biais qui viendraient dégrader cette performance. Pour amoindrir les risques de dégradation, elle porte l'accent sur l'anticipation des difficultés de production, et ce, dès le lancement d'une opération.

La constructibilité, dans cette quête qui recouvre l'ensemble des phases d'un projet (de la programmation à la réception), consiste à analyser l'objet à construire du point de vue technique de sa réalisation. L'objectif est d'éviter des choix qui seraient difficiles à tenir de par une incertitude sur le rendu et le bon achèvement du résultat.

La constructibilité porte ainsi sur le **produit** c'est-à-dire sur la capacité à offrir les performances requises dans le cahier des charges.

L'origine des coûts de non-qualité a montré que chaque intervenant de la chaîne de valeur porte une certaine responsabilité sur la dégradation du produit. La constructibilité s'attaque également à cet aspect du problème collectif.

La constructibilité se préoccupe aussi de l'organisation des acteurs, non pas dans les modalités de contractualisation mais dans l'articulation des tâches et la coordination entre les intervenants. Elle doit contribuer à créer une vision partagée des objectifs communs et à susciter les conditions d'une meilleure coopération entre les différents corps de métier.
Certains diront qu'il s'agit là de la mission assignée à une bonne gestion de la qualité. En fait, si le management de la qualité doit veiller à réduire les dysfonctionnements inhérents à toute décision, il ne détermine pas l'organisation qui relève d'un savoir technique propre.

La constructibilité a pour ambition de réfléchir aux modes de production dès leur origine et de préparer les choix, moins de façon préventive que de manière à assurer l'obtention d'un résultat facile à garantir de par sa simplicité et sa robustesse.

La constructibilité est ainsi un recentrage sur le métier et le retour aux fondamentaux de la construction, à savoir l'art de faire tenir un ouvrage avec le moins d'efforts possible et le meilleur emploi des compétences disponibles.

La constructibilité concerne donc aussi le **process,** c'est-à-dire les conditions de mobilisation des savoir-faire et de leur meilleure utilisation.

3. Constructibilité et usage

Pour se déployer, la constructibilité a besoin d'un cadre de référence. Celui-ci est donné par l'acte fondateur de toute construction qui est l'élaboration du « programme ».

Le terme « programme » est spécifique à la construction et recouvre le même sens que celui de cahier des charges utilisé dans l'industrie.

Il s'agit de spécifier les résultats attendus du fonctionnement de l'ouvrage, c'est-à-dire les performances en usage de l'objet livré à son commanditaire.

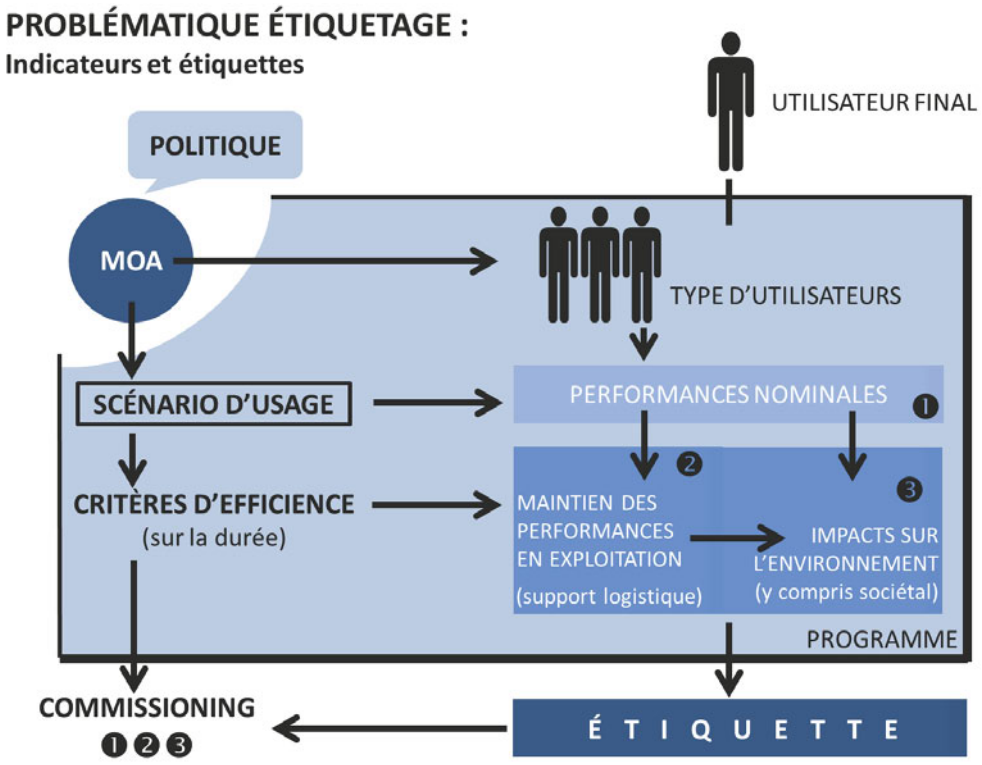
Certains utilisent plutôt le terme de « prescription ». Mais cet emploi est, soit un contresens, soit contreproductif.

Ce qui est recherché est bien un mode de fonctionnement et pas une somme de moyens prescrits. Des résultats seront donc effectivement mesurables alors que des moyens seront vérifiables mais ne garantiront pas un bon niveau de service.

La figure 3.1 décrit les étapes de la programmation et illustre l'articulation des différents concepts cadrant la constructibilité du point de vue de la caractérisation du produit.

La constructibilité doit contribuer à l'obtention de trois familles de performances spécifiques à chaque ouvrage.

Figure 3.1. Étiquetage : cadre dans lequel s'inscrit la constructibilité (© IRC)**.**



Performances nominales

Les performances nominales traduisent de manière quantitative le niveau de chacun des critères contributifs à chacune des sept fonctions d'usage.
L'utilisateur final attend d'un bâtiment : **(1)** un espace, **(2)** un confort, **(3)** une protection, **(4)** la capacité à utiliser des biens et outils, **(5)** une maîtrise des relations, **(6)** une inscription dans le site, **(7)** une image perçue des lieux.
Cette spécification performancielle est une mesure des conditions nécessaires à chaque instant pour permettre de mener l'activité prévue dans le bâtiment.

Performances d'exploitation

Toutefois les performances nominales, malgré les effets de vieillissement des solutions, doivent être maintenues à niveau constant durant tout le cycle de vie du projet. Pour cela, un certain nombre d'équipements et de tâches complémentaires seront indispensables.
Ce fonctionnement mobilise des ressources dont le volume doit être maîtrisé. Ces nouvelles performances d'entretien et de maintenance sont désignées comme des performances d'exploitation.

Performances sociétales

L'effet conjugué de l'obtention des performances nominales et de la maîtrise des performances d'exploitation n'est pas neutre au plan environnemental.
En effet, le résultat est consommateur de matière, d'énergie, de fluides… et se traduit par des rejets de différentes natures (déchets gazeux ou solides, pollutions diverses…). Tous ces impacts doivent être également cantonnés sous certains seuils qui sont autant de nouvelles performances à respecter pour une bonne facture du projet.
Cette caractérisation a un double intérêt : celui de fixer une feuille de route à tous les intervenants mais aussi de permettre une mesure effective des résultats obtenus. Cette dernière est, d'abord, quantitative mais elle n'exclut pas un volet qualitatif sur certains aspects en particulier la finition et la précision du rendu.

(...)

DOSSIER THÉMATIQUE

octobre 2013

LE COÛT GLOBAL DANS LA CONSTRUCTION

Pour un investissement à longue durée de vie comme un bâtiment, l'approche en coût global est la seule qui procure une vision économique convenable pour les parties prenantes du projet, qu'il s'agisse d'acteurs publics ou d'acteurs privés. Depuis 2012, CERQUAL propose aux Maîtres d'ouvrage, désirant mettre en place des réflexions autour du Coût Global, une option sous forme d'audit dans le cadre de la certification Habitat & Environnement.

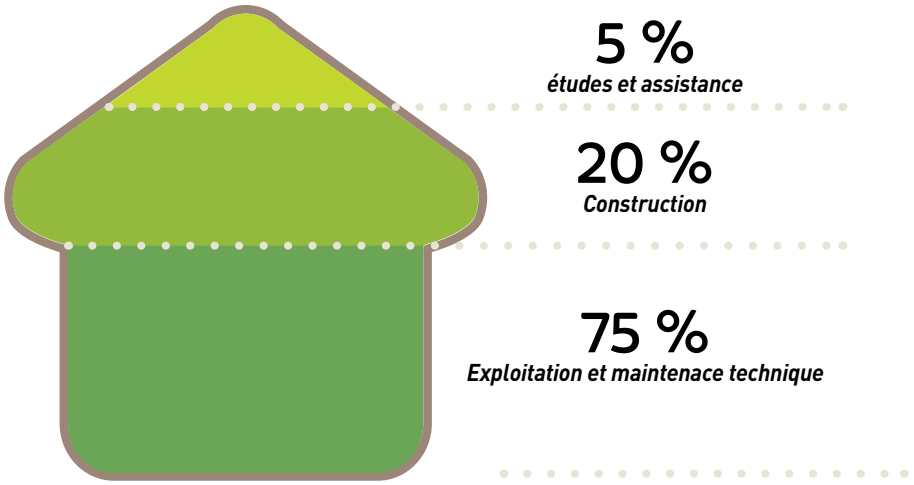
ASSOCIATION QUALITEL
POUR LA QUALITÉ DU LOGEMENT

LES PRINCIPES DU RAISONNEMENT EN COÛT GLOBAL

ENJEUX ET FONDEMENTS

Une construction au sens large est un bien dont la durée de vie est particulièrement longue. Ce constat est à l'origine de la notion de coût global dans la construction. A la fin de sa vie, un bâtiment, aura coûté beaucoup plus dans sa phase d'exploitation que lors de sa construction. De la même manière la charge environnementale de son usage sera souvent plus grande que celle de sa simple édification.

En anticipant, dès sa conception, tous les coûts liés à l'utilisation d'un ouvrage, il est possible d'en diminuer significativement l'impact total qu'il soit financier ou environnemental.



Répartition moyenne des coûts globaux dans un projet de construction

Au-delà de la simple quantification monétaire, l'évaluation du coût global est un outil d'aide à la décision. Il peut être un éclairage supplémentaire pour la rationalisation des risques ou encore l'évaluation de la qualité d'usage.

UNE ÉTUDE MODULABLE ET ITÉRATIVE

La méthode de raisonnement en coût global peut parfois s'avérer complexe dans la pratique. L'étude des coûts différés d'un bâtiment ou d'un logement sur des temps longs (40 à 50 ans) fait appel à une somme de données diverses et implique la formulation d'hypothèses fortes (coût de l'énergie, évolution des cadres législatifs, durabilité des matériaux, comportement des usagers, etc...). La réussite de la démarche passe par :

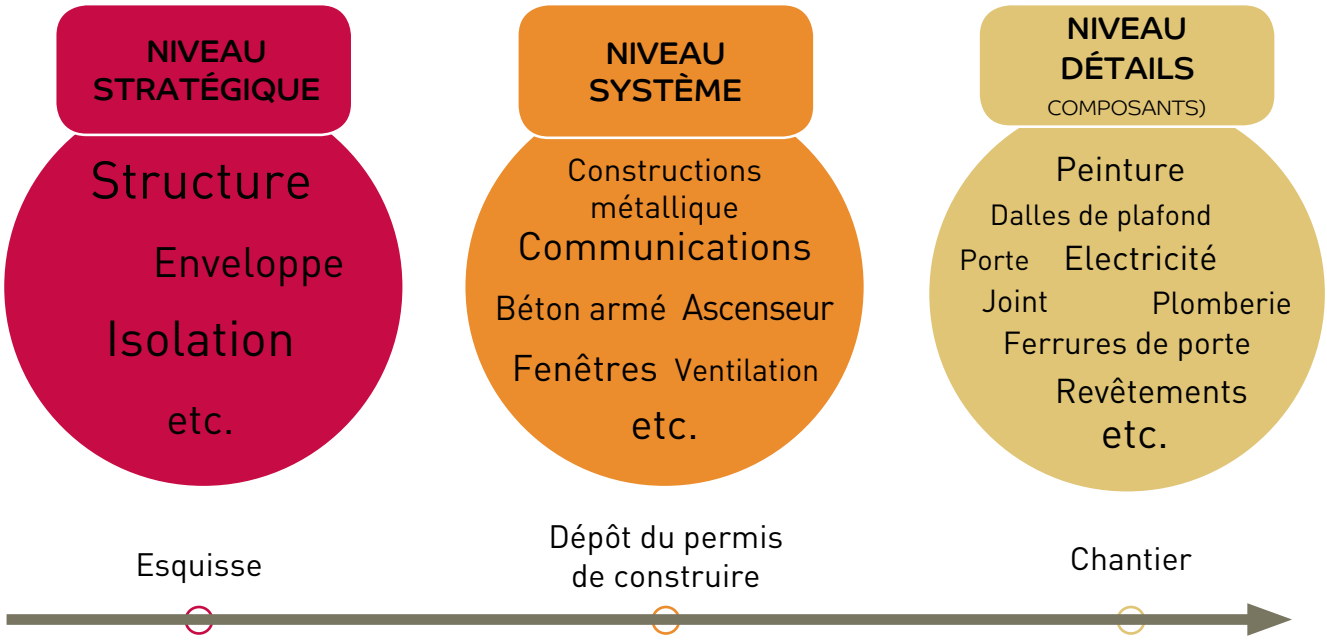
- la définition de ses objectifs (sur l'investissement, l'exploitation),
- la **sélection** des domaines d'application du coût global pertinents en fonction de ses objectifs,
- le **classement** croissant de leurs impacts financiers.

Chaque projet apportera à la fois ses propres questions mais aussi ses propres critères de réponse. Répondre à ces interrogations demande de comparer plusieurs scénarios. Les scénarios plus avantageux selon les critères retenus et sur la durée d'étude (30 ans, 50 ans voire 100 ans) seront alors privilégié.

Compte tenu de la diversité des coûts affectant un ouvrage, il peut être nécessaire de les **classer** en différentes catégories en fonction de leur impact sur le projet. La première catégorie regroupe les systèmes ayant un impact technico-économique structurant sur le cycle de vie total (enveloppe, système de chauffage, structure, etc...) ; ils seront étudiés au niveau esquisse du projet.

Le deuxième niveau rassemble les systèmes dont l'importance est moindre et sera arbitré au niveau du dépôt du permis de construire.

Il en est ainsi de suite avec les niveaux inférieurs qui seront pris en compte au moment du chantier. Dans son guide "*Calcul du coût global : objectifs, méthodologie et principes d'application*" le ministère de l'Ecologie du développement durable et de l'Energie définit trois niveaux : **stratégique**, **système** et **détail**. Un travail ciblé sur le niveau stratégique dans les premières étapes de la conception apportera des bénéfices certains et pourra être poursuivi sur les niveaux suivants.



Exemple de classement des coûts en trois catégories d'importance décroissante (sources : Ministère de l'ecologie, du Développement durable et de l'Energie)

LE CYCLE DE VIE D'UN BÂTIMENT

La prise en compte du coût global et la comparaison de plusieurs scénarios sur un même système (exemple : système de production d'eau chaude) nécessite de différencier plusieurs phases (conception/construction, exploitation/maintenance, fin de vie) et de détailler les coûts qu'elles engendrent. La comparaison de deux systèmes ne peut se faire que dans un cadre commun bien précis : périmètre commun, conditions d'utilisation communes, durée d'étude identique, taux d'actualisation communs (inflation, actualisation, etc.)

> Conception / Construction

Les coûts de conception et de construction correspondent à l'investissement initial. Ils sont fixes et dépendent du marché au moment des travaux de construction. Un équipement cher n'implique pas forcément une garantie de performances ou des économies durant la phase d'exploitation.

> Exploitation / Maintenance

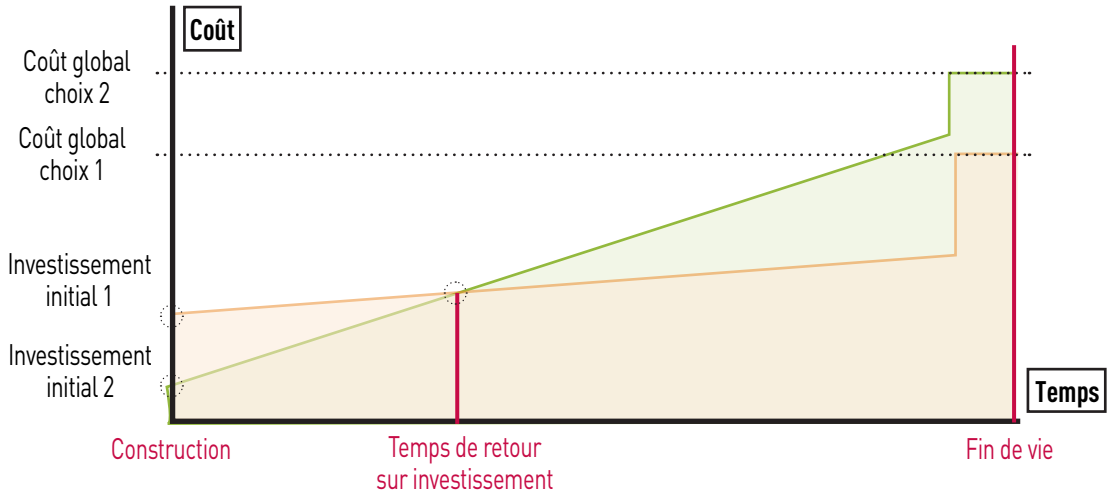
La prise en compte de cette phase est à l'origine de la méthode de calcul en coût global. Pour estimer, sur la durée de vie complète du bâti, les coûts liés aux différents choix techniques, des hypothèses sont faites sur :

- Le volume des consommations énergétiques annuelles,
- L'entretien et la maintenance (usure des équipements, coût des pièces détachées et des interventions sur site, fréquence des interventions et des remplacements...),
- Tous les frais annexes spécifiques à l'usage du bâtiment concerné,
- L'actualisation financière de tous les prix (hypothèse sur l'évolution du coût des différentes énergies étudiées, des matières premières, de la main d'œuvre...).

Il s'agit d'une projection dans le temps de nos connaissances actuelles. Ainsi plus la période d'analyse est grande et plus la part d'incertitude augmente.

> Fin de vie / Remplacement / Restructuration

Cette étape engendre des frais fixes, quantifiable en fonction de la composition des équipements, de leurs modalités de recyclage ou encore de leur encombrement.



Le choix technique 2, pourtant deux fois moins coûteux à la construction que le choix 1, sera moins avantageux dans le temps (en coût global). Bien que son coût de fin de vie soit également moins cher que celui du choix 1, les frais d'exploitation et de maintenance sont bien plus importants.

LES DIFFÉRENTS CHAMPS D'APPLICATION DU COÛT GLOBAL

L'approche en coût global ne se limite pas forcément à la prise en compte de la vie physique du bâtiment ou à ses contraintes techniques et économiques. Il est possible d'intégrer d'autres paramètres dans les calculs. On peut par exemple quantifier la qualité d'usage, l'activité des occupants, l'impact politique et fiscal sur un territoire, les facilités de financement... Cette dimension élargie du coût global est appelée **coût global étendu** *(dénomination de la norme gouvernementale ISO 15686-5)* et peut englober tout type de paramètres tant qu'il est possible d'en quantifier de manière assez précise les coûts sur la durée. Par exemple, on sait aujourd'hui de mieux en mieux quantifier l'impact économique d'un bâtiment ou de l'activité humaine sur la biodiversité locale. La disparition de certains écosystèmes peut par exemple augmenter le risque de glissement de terrain ou d'inondation et impliquer la nécessité de nouvelles infrastructures. Dans une réflexion en coût global étendu, la prise en compte de cette donnée environnementale participe à la comparaison de différents scénarios de construction.

LE COÛT GLOBAL ET LA CERTIFICATION HABITAT & ENVIRONNEMENT

La certification Habitat & Environnement propose aux maîtres d'ouvrage une option Coût Global, nouveauté du Millésime 2012. Cette rubrique contient une méthodologie d'analyse auditée par CERQUAL. Elle donne des outils pour faciliter les prises de décisions au stade de la conception.

UNE MÉTHODE UNIQUE ET SIMPLIFIÉE

Inspirée de la méthodologie **coût global** et empruntant certains champs de réflexion aux concepts de **coût global étendu**, l'option proposée dans le référentiel est unique. Pour l'appliquer, chaque maître d'ouvrage doit sélectionner des composants adaptés à son propre projet, pour pouvoir ensuite les traiter en coût global. Quatre études sont à réaliser au minimum pour que l'option soit validée : deux sujets sont imposés par la certification (approvisionnement en énergie et production de chauffage et d'eau chaude sanitaire) et deux sont plus libres (l'un portant sur l'enveloppe du bâtiment et le dernier au choix du maître d'ouvrage). L'étude doit être faite sur une période longue (35 ans minimum) et prendre en compte le cycle de vie des composants (hors démantèlement). Associés aux calculs en coût global, des critères qualitatifs (qualité d'usage, impacts environnementale, confort, santé...) doivent également être évalués avec une échelle simplifiée qui traduit l'avantage d'un type de composant par rapport à un autre.

L'AUDIT COÛT GLOBAL

Dans le but de promouvoir un raisonnement autonome autour du coût global, CERQUAL accompagne au travers d'un audit les Maîtres d'ouvrage souhaitant réaliser ces études durant la phase de conception. L'audit de l'option Coût Global intervient une première fois avant le dépôt du permis de construire puis une seconde fois au moment de l'étude de projet. La première intervention permet de valider les choix structurant et décisifs en particulier sur le choix de l'énergie*. Cette étape est avant tout un accompagnement pour la définition des priorités et leur bonne quantification. La deuxième étape de l'audit porte sur les deux choix spécifiques propres à la Maîtrise d'ouvrage, elle valide des intentions de projet.

* La règlementation du 1er janvier 2008 oblige tout maître d'ouvrage d'une opération dont la SHON dépasse 1000 m² à réaliser, avant le dépôt du PC, une étude de faisabilité technique et économique sur diverses solutions d'approvisionnement en énergie de la construction.

EXEMPLE : COMPARAISON DE DEUX TYPES DE REVÊTEMENT DE SOL POUR LES PARTIES COMMUNES DES ÉTAGES D'UN BÂTIMENT.

			Plus-value qualitatives des équipements techniques (définies selon priorités du Maître d'ouvrage)			Décision du Maître d'ouvrage
	Coût Global	**Temps de retour sur investissement (TRI)**	**Santé**	**Confort**	**Production de déchets**	**carrelage**
moquette	79 k€		0	1	$3m^3 \rightarrow 0$	
carrelage	65 k€	5 ans	1	0	$1,5m^3 \rightarrow 1$	

Dans cet exemple les priorités fixées par le Maître d'ouvrage sont la durabilité et la facilité d'entretien. Le choix se porte ainsi plutôt sur le carrelage que sur la moquette. Pour cette analyse, le temps d'étude correspond à la durée de vie du revêtement le plus robuste (ici, le carrelage). On considère donc que la moquette aura été changée plusieurs fois durant la vie du carrelage dans son coût global. Les plus-values qualitatives (ici, santé et confort) sont comptées simplement 1 quand elles existent et 0 quand elles sont nulles. Le temps de retour sur investissement permet d'estimer la période nécessaire à couvrir le surcoût lié à la pose de carrelage.

Fiche technique:

La filière éco-construction

A. Définition

a. Qu'est-ce que l'éco-construction ?

Traditionnellement le secteur de la construction en France regroupe l'ensemble des activités du bâtiment et des travaux public (BTP). Si l'éco-construction peut avoir une définition large et être appliquée à l'ensemble du secteur du BTP, on retient plus généralement la définition appliquée uniquement au **secteur du bâtiment**.

L'éco-construction est une approche globale et durable de la construction

Ainsi, l'éco-construction est la création, la restauration, la rénovation ou la réhabilitation d'un bâtiment pour le doter des technologies lui permettant de respecter, en premier lieu, **l'environnement**.

Pour cela, il est nécessaire que l'ensemble des étapes : conception, construction, fonctionnement (chauffage, consommation d'énergie, déchets, eau, …) et déconstruction soient pensées en respectant cahier des charges rigoureux.

Si l'écologie est le premier objectif à respecter pour une éco-construction, elle ne néglige néanmoins pas **un aspect économique** : une approche par coût global (en moyenne sur 50 ans, la construction d'un bâtiment représente 20% du coût, et l'entretien et la maintenance 75%), et un **aspect social :** confort, lien social, santé des occupants, …

b. Qu'est une approche par filière ?

Une filière est « **un système d'agents** qui concourent à produire, transformer, distribuer et consommer un produit ou un type de produit »[1].

Adopter une approche par filière est un mode de pensée, d'analyse, qui permet un découpage du système économique.

L'approche par filière permet une représentation du système économique.

Cette démarche permet de repérer les acteurs d'un secteur économique, et d'analyser les relations qu'ils ont entre eux. Elles peuvent être linéaires, complémentaires et/ou de cheminement (doc analyse filière).

L'analyse filière considère ces relations au travers d'enjeux de différentes natures : techniques, comptables, spatiaux, organisationnels, …

Cette approche permet de définir une grille d'analyse.

Une étude approfondie d'une filière répond aux questions suivantes:

- Quelles sont les limites de la filière ?
- Quels types d'acteurs y participent ?
- Que nous apprend l'approche comptable (revenus, marge, répartition de la valeur ajoutée, …) ?
- Quelles sont les relations entre les acteurs identifiés ?

Répondre à ces questions permet de mieux visualiser l'objet filière que l'on cherche à qualifier

c. Quid de la filière éco-construction ?

[1] DUTEURTRE Guillaume, KOUSSOU Mian Oudanang, LETEUIL Hervé. « Une méthode d'analyse des filière ». PRASAC, mai 2000

1. Définition et secteurs

La filière éco-construction est un terme largement employé aujourd'hui. Néanmoins, il n'existe encore pas de délimitation précise de son activité.

En s'appuyant sur la définition de l'éco-construction, nous pouvons tout de même identifier des secteurs clefs :

- **Le bâtiment au sens strict** : de plus en plus d'entreprises du bâtiment se réclament des normes de l'éco-construction en adoptant une démarche écologique globale.
- **Les éco-matériaux** : le bois, la paille, la terre, le chanvre, …
- **L'isolation** (avec des solutions innovantes comme les toitures végétalisées, les blocs à isolation réparties, …)
- **Les énergies renouvelables** : production d'électricité, chauffage, …
- **Le confort d'intérieur**
- **La gestion de l'eau**

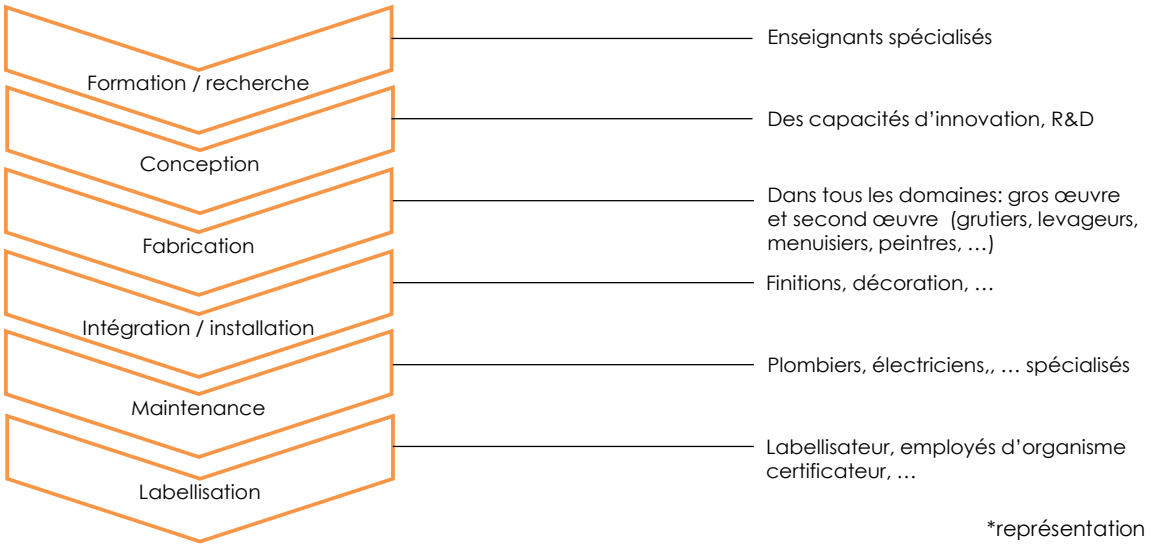
Une filière aux frontières floues

La filière éco-construction est une filière large qui regroupe des secteurs complémentaires de la construction.

Le mot-clef dans la filière éco-construction est l'**innovation** : c'est une filière où l'innovation en est encore à ses débuts. C'est l'une des raisons pour laquelle la filière a encore des frontières floues : de nouvelles techniques et approches sont régulièrement trouvées. L'innovation permet de tendre vers une construction durable des bâtiments.

2. Les métiers

Si l'éco-construction regroupe de nombreux domaines, ce sont aussi des métiers complètement différents qui sont nécessaires à la filière, des métiers qui sont à la fois directs et indirects. Si on adopte une perspective temporelle linéaire, nous pouvons obtenir la représentation* suivante pour visualiser l'ensemble des métiers liés à l'éco-construction.



*représentation non-exhaustive

B. La filière éco-construction et le développement territorial

La filière éco-construction est une nouvelle perspective en matière de développement territorial notamment à cause du diagnostic fait du secteur de la construction aujourd'hui en France mais aussi de la réglementation.

a. Etat des lieux

Le secteur de la construction est l'un des principaux secteurs économiques de France : environ 200 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2010 (soit deux fois le chiffre d'affaires de la construction automobile). C'est par conséquent un secteur incontournable de l'économie française et des territoires.

Le secteur bâtiment pesait en 2009 129 milliards d'euros de chiffre d'affaires, 364 000 entreprises, 3 484 000 actifs.

La construction, un secteur puissant mais polluant

Néanmoins, c'est aussi un des secteurs les plus polluants. En 2006, il était responsable de 23% des émissions totales de CO2 en France. Il représentait ainsi la troisième source d'émission derrière les transports (34%) et l'industrie manufacturière.
Or les préoccupations environnementales sont aujourd'hui l'une des priorités des politiques publiques.

b. Réglementation

Différents textes réglementaires ont un impact sur le secteur de la construction et donc sur la filière éco-construction :

Au **niveau international**, le protocole de Kyoto est le fer de lance de la lutte contre le réchauffement climatique. Les Etats signataires se sont, au travers de cet accord, engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) de 5% par rapport au niveau de 1990 entre 2008 et 2012.
Suite à ce protocole, le conseil européen à même fixé un objectif de réduction de 20% des GES à l'horizon 2020.

Au **niveau national**, plusieurs textes réglementent le secteur de la construction :
Le Grenelle 1 de l'environnement fixe les objectifs en termes de réduction des émissions de GES. Pour le secteur de la construction, les grandes orientations sont :

- En 2012, tous les nouveaux bâtiments doivent être à basse consommation (BBC)
- En 2020, tous les nouveaux bâtiments devraient être à énergie positive (BEPOS)

Le Grenelle 2, définit les mesures à prendre pour les atteindre : rénovation des anciens bâtiments, …
Voici quelques outils impactant les métiers de la construction :

- réalisation obligatoire d'audit énergétique
- attestation obligatoire vérifiant la prise en compte des normes énergétiques à la fin des travaux de rénovation d'un logement
- les aides financières : l'éco-prêt à taux zéro, le crédit d'impôt développement durable, …
- la réglementation thermique
- les labels, certifications et appellations : HQE, HPE, BBC, Qualibat, Qualit'EnR, Eco-artisan, …

Du Grenelle de l'Environnement a été défini un **plan** particulier appliqué au **bâtiment**, reprenant les éléments évoqués précédemment.

c. Les enjeux en termes de développement territorial

La filière éco-construction a par conséquent un impact fort sur le développement territorial. Elle est pourvoyeuse d'**emplois**. D'ailleurs au moment du Grenelle, l'Etat prévoyait une création de 235 000 emplois dans le secteur de l'éco-construction d'ici 2020.
L'emploi est un enjeu majeur de la filière car le défaut actuel est celui de **la formation**. L'éco-construction nécessite une formation alternative aux formations traditionnelles du bâtiment. Celle-ci doit être très technique, avec beaucoup de calculs, notamment pour être capable de ne pas perdre et de valoriser l'énergie.

Un rôle important des territoires pour la structuration et l'avenir de la filière

Adopter une approche par la filière éco-construction est, pour toutes les raisons que nous avons évoquées précédemment, un levier pour le développement économique des territoires. Les initiatives actuelles tentant de structurer cette filière révèle un enjeu important pour les territoires : celui de **l'animation territoriale**. L'éco-construction fait appel à de nombreux métiers et domaines qui nécessitent une structuration, une mise en réseau pour une meilleure efficacité dans le fonctionnement de la filière.
Cette structuration permet aussi de déceler les besoins en formation pour y remédier.
C'est enfin une opportunité pour les petites entreprises (notamment artisanale) de se regrouper pour être plus visibles sur le marché, faire valoir leur savoir-faire et les transmettre (environ 95% des entreprises du bâtiment comptent moins de 20 salariés).

C. Des exemples initiatives locales

1. En France : le pôle régional de l'éco-construction et de l'efficacité énergétique Seine-Aval[2]

Pour structurer sa filière éco-construction, le territoire Seine-Aval a créé un pôle dédié à l'éco-construction. Celui-ci réunit une centaine d'entreprises et est piloté par un animateur filière. Ce projet est porté par l'établissement public d'aménagement du Mantois Seine-Aval (EPAMSA) dans le cadre de l'Opération d'Intérêt National (OIN) Seine-Aval.

Il propose trois types de services principaux :

- Donner de la visibilité aux entreprises du pôle
- Accompagner la montée en compétences des entreprises par l'organisation de cycles de conférence et de formation
- Encourager la mise en réseau des entreprises, par l'organisation d'événements

Pour atteindre ces objectifs deux actions phare ont été mises en place

- L'agence de l'éco-construction Seine-Aval qui comprend une matériauthèque (espace de renseignement pour entreprises et grand public), un espace conseils pour accompagner les entreprises dans leurs projets, un centre de formation professionnelle continue.
- Le Club de l'efficacité énergétique Seine-Aval regroupant les acteurs du domaine et ayant pour objectif de favoriser la réalisation de projets exemplaires.

2. A l'étranger : le cluster de l'éco-construction de la Basse-Autriche[3]

Des pays comme l'Autriche, mais aussi l'Allemagne ou les pays nordiques sont précurseurs dans le domaine de l'éco-construction.

La région de la Basse-Autriche a mis en place un cluster de l'éco-construction, porté par son agence de développement économique. Quatre personnes travaillent pour le cluster et il comprend 200 membres. Il fait aussi partie d'un réseau de cluster organisé par l'agence de développement économique.

Les services proposés par le cluster sont : information, formation, aide à l'innovation, mise en relation, internationalisation.

D. Pour aller plus loin* …

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, **Le site officiel du plan bâtiment du Grenelle de l'environnement**, 2011 : http://www.plan-batiment.legrenelle-environnement.fr/. Ce site permet d'avoir à la fois le diagnostic du secteur de la construction, les textes réglementaires et les actions concrètes qui en découlent.

Chambre des métiers et de l'artisanat de la Région Centre et Centréco, **« L'éco-construction en région Centre - Un secteur d'activités prometteur », octobre 2011.** : http://www.crma-centre.fr/portals/62/images/ECOCONSTRUCTION/ETUDE%20ECOCONST%2026_10_11.pdf. Etude qui permet d'appréhender la thématique de la construction durable et de ses enjeux sur un territoire. Elle apporte à la fois un diagnostic et une vision des actions qui peuvent être mises en œuvre.

DUTEURTRE Guillaume, KOUSSOU Mian Oudanang, LETEUIL Hervé. **« Une méthode d'analyse des filière »**. PRASAC, mai 2000. Ce document apporte un point de vue théorique sur approche par filière. Les auteurs ont développé une méthodologie détaillée applicable à l'ensemble des filières.

* Cette bibliographie n'a pas vocation à être exhaustive mais à présenter des références clefs

[2] http://www.ecoconstruction-seineaval.com/lepole/pole-d-excellence-regional/

[3] http://www.ecoplus.at/ecoplus/cluster-niederoesterreich/bau-energie-umwelt

(...)

DOCUMENT 5

Extrait de « Vers une accessibilité généralisée : Accès à tout et pour tous » – CCI de la Vendée – developpement-durable.gouv.fr – consulté le 30 août 2016

Les GRANDS PRINCIPES de la loi du 11 février 2005

Loi du 30 juin 1975, art 49 :

⇨ Les dispositions architecturales et aménagements des locaux d'habitation et des installations ouvertes au public,…, doivent être tels que ces locaux soient accessibles aux personnes handicapées.

Loi du 11 février 2005 :

⇨ A partir du 1er janvier 2015, tous les **E**tablissements **R**ecevant du **P**ublic (**E.R.P.**), devront être accessibles aux handicapés et aux personnes à mobilité réduite, ou à défaut une qualité d'usage équivalente.

Arrêté du 1er août 2006 :

⇨ Les nouvelles constructions, ou nouvelles créations, d'**E.R.P.** devront être accessibles aux personnes confrontées à différents types de handicap. **Les règles d'accessibilité sont d'application immédiate.**

Arrêté du 21 mars 2007 :

⇨ Les **E.R.P.** existants devront s'adapter progressivement pour permettre l'accueil de personnes confrontées à différents types de handicap.

A SAVOIR

› Aujourd'hui, le pourcentage des personnes à mobilité réduite est estimé à environ 30%, avec une évolution à prévoir dans les années à venir. ***Rendre son commerce accessible est une augmentation potentielle du nombre de clients.***

› L'accessibilité est le fait d'offrir aux personnes handicapées la possibilité de : circuler, accéder aux locaux et aux équipements, utiliser ces équipements, se repérer, communiquer et bénéficier de l'ensemble des prestations proposées par l'E.R.P. ***Rappel des handicaps : Moteur, Visuel, Auditif, Mental, Psychique.***

› **L'accessibilité concerne l'intérieur comme l'extérieur de l'E.R.P.** :

Places de stationnement, largeur des portes, rampes d'accès, ascenseurs, sanitaires, etc.

› **E.R.P.** : **E**tablissement **R**ecevant du **P**ublic
Classifiés sous 5 catégories selon leur capacité d'accueil :

- Catégorie 1 = + 1 500 personnes
- Catégorie 2 = 701 à 1 500 personnes
- Catégorie 3 = 301 à 700 personnes
- Catégorie 4 = - 300 personnes à l'exception des établissements compris dans la 5ème catégorie
- **Catégorie 5** = Correspond aux établissements dans lesquels l'effectif du public n'atteint pas les chiffres fixés par la réglementation de sécurité. Les commerces et services de proximité qui reçoivent du public sont donc concernés par la réglementation quelle que soit leur activité. Ce document concerne uniquement la réglementation aux commerces et services de proximité classés en 5ème catégorie, au sens du règlement de sécurité.

Le CALENDRIER

Obligation avant 2015	1er janvier 2015	Obligation dès 2015
Cas 1 : Si je fais des travaux intérieurs en conservant le volume ou les surfaces existantes : **je maintiens les conditions initiales d'accessibilité.** **Cas 2 :** Si je crée des surfaces ou des volumes nouveaux : **je respecte les règles du neuf.**	**L'E.R.P. est accessible.** Une **partie du bâtiment** ou de l'installation **doit fournir l'ensemble des prestations.** **Cette partie doit être la plus proche possible de l'entrée** et doit être desservie par le cheminement usuel. **Au minimum : accessibilité d'une partie du bâtiment avec toutes les prestations.**	**Cas 3 :** Si je fais des travaux de mise aux normes, **je dois respecter les exigences d'accessibilité.** **Les parties du bâtiment** ou de l'installation où sont réalisés des travaux de modification, sans changement de destination, **doivent respecter les dispositions du neuf.**

Le COÛT des TRAVAUX

Les travaux imposés par l'autorité administrative sont à la charge :

› Du propriétaire des murs SAUF stipulation contraire du bail.

› **Attention** La plupart des baux prévoit une clause mettant à la charge du locataire :
- Soit les travaux de mise aux normes résultant de son activité.
- Soit tous travaux de mise aux normes quelle qu'en soit la nature.

Les DEMARCHES à effectuer

➪ Dès aujourd'hui, pour tous travaux concernant l'E.R.P. :

› Se rapprocher d'un professionnel (Maître d'oeuvre, architecte,…), pour diagnostiquer l'accessibilité de votre E.R.P.

› Déposer une demande d'autorisation administrative (permis de construire, déclaration de travaux,…) à la mairie de votre commune, avec un dossier d'accessibilité et sécurité.

› Effectuer une attestation de fin de travaux, de respect des règles d'accessibilité et de sécurité via un contrôleur technique (SOCOTEC, VERITAS, ARCHITECTE,…) à déposer en mairie. ***Obligatoire si et seulement si dépôt de permis de construire***

Les DEROGATIONS possibles

Art. R 119-19-6 et R 111-19-10 du Code de la Construction et de l'Habitation

Une demande de dérogation peut être accordée par la Direction Départementale du Territoire et de la Mer (DDTM) après avis conforme de la commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité.

(Sont représentées les associations de personnes handicapées et des exploitants d'E.R.P.)

➪ S'il existe :

› Des contraintes liées à la présence d'éléments participant à la solidité du bâtiment (murs, plafonds, planchers, poutres, poteaux,…).

› Des contraintes d'impossibilité technique (terrain, classement zone de construction,…).

› Des contraintes liées à la protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, des établissements situés aux abords et dans le champ de visibilité d'un monument historique ou en secteur sauvegardé.

› Des conséquences excessives sur l'activité de l'établissement lors des travaux de mise aux normes.

› **Attention** Si la dérogation n'est pas accordée, l'autorisation de travaux ne sera pas délivrée. Une décision de fermeture de l'établissement peut être prise s'il n'est pas accessible à tous.

(…)

Extraits de « Construire sain : Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour la construction et la rénovation » – Ministère de l'Égalité des territoires et du logement et Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie – developpement-durable.gouv.fr – mise à jour en avril 2013

(...)

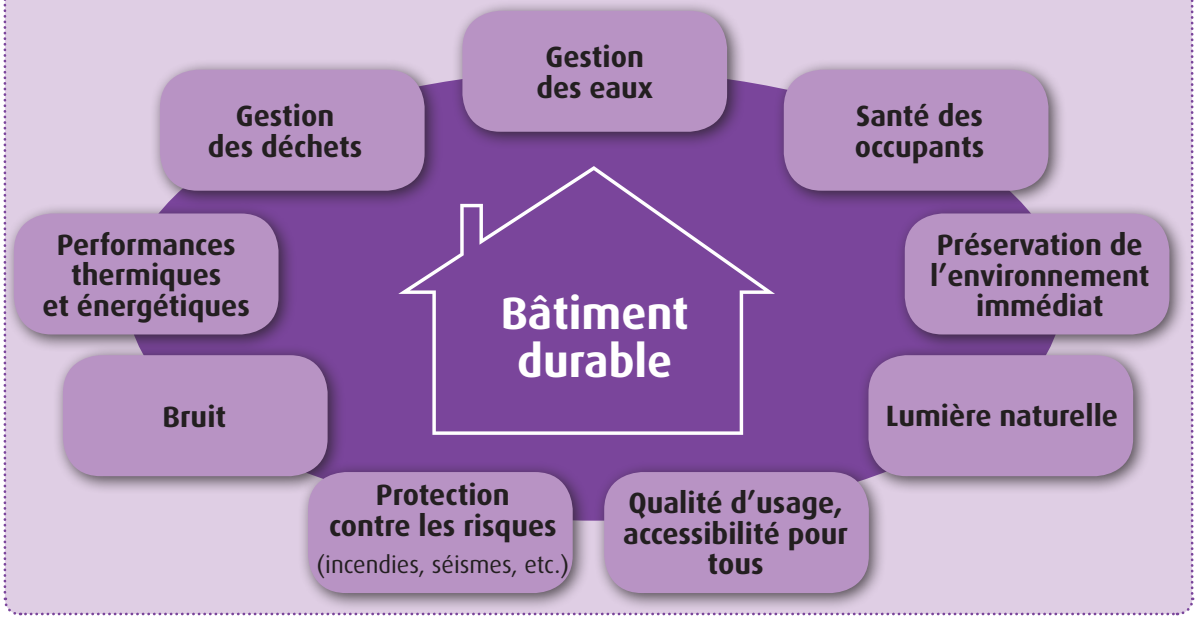
Préambule

La santé et la sécurité des occupants et utilisateurs des bâtiments sont une préoccupation majeure des pouvoirs publics. Le dossier de l'amiante en particulier a servi de révélateur il y a quelques années.

La politique de prévention des risques sanitaires passe notamment par des bâtiments à faibles impacts sanitaires. Elle s'appuie sur une attente sociétale forte, dont le premier plan national santé-environnement (PNSE 1) s'est fait l'écho en 2004, relayé en 2007 par le Grenelle Environnement et, en 2009, par le second plan national santé-environnement.
Il est aujourd'hui avéré que les techniques et matériaux de construction peuvent, dans certains cas, présenter un risque pour la santé. Une construction saine dépend de tout un ensemble de facteurs tels que le climat, l'environnement (qu'il soit végétal ou urbain), la qualité de l'air et de l'eau, le bruit, la lumière naturelle, les questions relatives à l'énergie, les infrastructures de transports proches, la gestion des déchets, etc.

Les enjeux de la « construction durable » sont de créer des bâtiments sains et confortables dont l'impact sur l'environnement, sur l'ensemble de son cycle de vie, est durablement minimisé.

Les principaux objectifs de la construction durable



Grâce aux connaissances scientifiques et techniques actuelles, mais aussi aux réglementations en vigueur, il est possible de répondre de plus en plus précisément à la question : **que signifie construire sain et comment s'y prendre ?**
Le Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement (METL) et celui de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) ont ainsi souhaité éditer ce guide à destination des maîtres d'ouvrage et concepteurs pour leur proposer des solutions pratiques permettant de prévenir diverses pollutions rencontrées dans les bâtiments (notamment de l'air et de l'eau) mais aussi d'améliorer le confort acoustique, visuel et hygrothermique et de prendre en compte certains risques émergents (perturbations électromagnétiques, nanoparticules).
Les réponses apportées dans ce guide concernent la construction de bâtiments neufs ainsi que les rénovations lourdes de bâtiments existants, sans distinction d'usage (maisons individuelles, immeubles collectifs d'habitation, établissements recevant du public, bureaux, etc.). Ce guide n'aborde pas, en revanche, les particularités liées aux bâtiments ayant un usage spécifique comme les piscines, les laboratoires, etc.

(...)

Bâtissez **sain !**

En phase programmation

Lors du choix du site, il est essentiel que les aménageurs prennent en compte pour leurs travaux les **cartographies relatives aux émissions atmosphériques polluantes*** **et aux concentrations en polluants atmosphériques**.
Toutes ces données et des informations complémentaires sont disponibles en région auprès des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et sur le site de la Base de Données de la Qualité de l'Air (BDQA). Ces données peuvent être complétées par des mesures plus fines car elles ne concernent que les polluants réglementés et peuvent ne pas prendre en compte certains polluants.

Pour plus d'informations :

- www.atmo-france.org
- www.buldair.org

Il est également important de **prendre en compte les éventuelles pollutions du sol et des eaux souterraines** lors du choix du site et de prévoir un éventuel traitement de ces pollutions dans le montage de l'opération.
Des bases de données officielles accessibles librement sur Internet telles que BASOL (Base des sites et sols pollués http://basol.ecologie.gouv.fr) ou BASIAS (Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service http://basias.brgm.fr) peuvent notamment être consultées. Ces bases de données ont pour objectif commun de recenser toutes les données qualitatives et/ou quantitatives relatives à l'état d'un terrain et d'informer sur les actions menées par les pouvoirs publics.

Afin de mener une enquête détaillée et complète sur l'état du site, des études spécifiques de pollution du sol ou des eaux souterraines peuvent également être réalisées : recherches historiques sur le site, archives départementales, photos aériennes, etc.

Ces informations sont indispensables pour mettre en adéquation, dès la phase de programmation, les exigences techniques de l'ouvrage avec les éventuelles pollutions de l'air et du sol. Le cas échéant, pour un projet dont les utilisateurs seraient particulièrement sensibles à la qualité de l'air, il sera nécessaire de prévoir le surcoût engendré par l'éventuel traitement des pollutions recensées, voire la recherche d'un nouveau site pour l'implantation du projet.

Adoptez les bons gestes !

- Renseignez-vous au niveau du Plan local d'urbanisme (PLU) pour recueillir d'éventuelles informations liées au risque radon ou à l'amiante environnemental concernant la parcelle étudiée.
- Si un bâtiment accueillant une population sensible (notamment établissement de petite enfance, hospitalier ou sportif) est situé à proximité d'une source de pollution, réalisez une étude d'impact pour positionner le bâtiment et ses prises d'air de façon optimale.
- Définissez au plus tôt, si possible dès le programme, les modalités de maintenance du projet. Il est en particulier important de s'assurer que le niveau de formation des exploitants, gestionnaires et occupants sera compatible avec la technicité demandée pour les équipements mis en place.
- Le programme doit fournir au maître d'œuvre des informations sur l'occupation prévue des locaux afin qu'il puisse en tenir compte pour concevoir la régulation du système de ventilation.
- Faites un choix technico-économique au niveau de l'équilibre entre qualité sanitaire de l'air intérieur et consommation d'énergie. Un compromis doit être trouvé pour optimiser un renouvellement d'air assurant une qualité sanitaire satisfaisante sans engendrer des consommations énergétiques superflues. Dans ce cadre, il est important de limiter les pollutions à la source mais aussi de prévoir, lorsqu'un système de ventilation est prévu, des débits d'air et des qualités de filtres adaptés.
- Si la mise en place de ventilation naturelle est souhaitée, cette demande doit être intégrée dans le programme.
- En cas de rénovation de bâtiment équipé de ventilation naturelle par conduits, étudiez les possibilités de maintien de ce principe de ventilation, en l'améliorant le cas échéant (bouches hygroréglables, assistance mécanique si besoin, etc.).

* Un inventaire national spatialisé (INS) relatif aux émissions d'une quarantaine de polluants émis par toutes les sources recensées – activités anthropiques ou émissions naturelles – est en cours de réalisation : www.developpement-durable.gouv.fr.

L'exigence sur les produits de construction est possible dès la programmation !

Étiquetage des produits de construction (cf. partie « textes de référence »). Il donne une information sous la forme d'une classe de performance, allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions). Le maître d'ouvrage a donc la possibilité d'exiger, dès l'élaboration de son programme, une classe minimale de performance pour chacun des produits de construction à mettre en œuvre.

Fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES). Certains industriels ou syndicats d'industriels ont rédigé, selon la norme NF P 01-010, des Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (FDES). Ces fiches peuvent présenter les émissions en substances polluantes des produits en termes notamment de COV et formaldéhyde, les risques d'émission de fibres, la résistance aux micro-organismes, le confort hygrothermique, etc.

Pour plus d'informations :

- www.inies.fr

Sur la base d'une démarche volontaire, certains fabricants testent leurs produits à l'aide de la « procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration » proposée par l'Anses (ex-Afsset) en octobre 2009. Les matériaux satisfaisant à ce protocole peuvent être qualifiés de faiblement émissifs. Leur utilisation peut ainsi être encouragée.

En phase conception

Choisir le type de ventilation

Réglementation thermique 2012 (« RT 2012 ») et aération

Ni les réglementations spécifiques à l'aération, ni la réglementation thermique 2012 n'imposent de prévoir un système de ventilation mécanique. Lorsqu'un tel système est choisi, il peut être à simple ou double flux.

Il est indispensable de prendre en compte l'occupation prévue des locaux et la qualité d'air visée pour déduire les taux de renouvellement d'air nécessaires dans les différents espaces.

Une étude du Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques (CETIAT) a, par exemple, montré que des salles de réunion d'un bâtiment de bureaux pouvaient être occupées seulement 10 % du temps et que, pendant ce temps d'occupation, un système de ventilation couplé à une sonde de CO_2 était envisageable. Dans ce cas, le couple qualité de l'air intérieur (QAI)/performance énergétique est optimisé.

Différents principes d'aération et systèmes de ventilation sont envisageables selon les types de bâtiments (à usage d'habitation ou autre) et selon une intervention dans les bâtiments neufs ou existants. Les principes d'aération et systèmes les plus courants sont présentés ci-après.

Aération par ouverture des fenêtres

L'aération est assurée par pièce par l'ouverture des fenêtres.

Courante avant l'entrée en vigueur de l'arrêté du 22/10/1969, l'aération des logements par ouverture des fenêtres reste autorisée dans les bâtiments construits avant cette date, ainsi que dans les bâtiments plus récents situés dans certaines zones climatiques et pour certains types d'habitat. Ce type d'aération est courant dans les bâtiments (neufs et existants) autres que d'habitation.

2 Une eau **de qualité**

(...)

Bâtissez **sain !**

En phase programmation

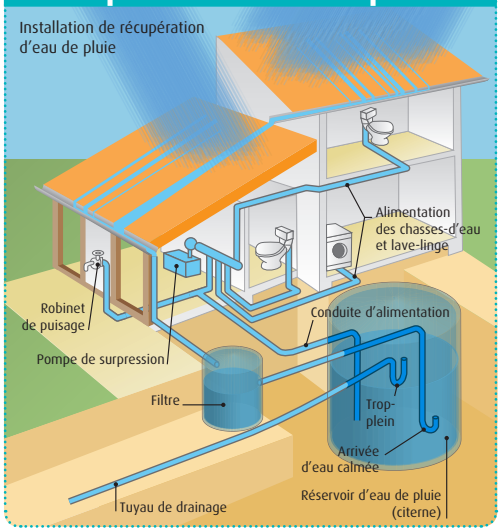
Le maître d'ouvrage peut contrôler l'eau distribuée par le réseau public et s'assurer du respect des limites et références de qualité. Les analyses doivent être réalisées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de la santé. Les analyses relatives aux légionelles peuvent quant à elles être réalisées par les laboratoires accrédités par le Cofrac pour le paramètre légionelles et les laboratoires agréés par le ministère chargé de la santé.

Pour plus d'informations :

- www.sante.gouv.fr/laboratoires-agrees-pour-le-controle-sanitaire-des-eaux

Le maître d'ouvrage doit définir le type de traitement qu'il souhaite mettre en place pour les différents types d'eaux usées *.

Récupération d'eau de pluie



Adoptez les bons gestes !

- **Assurez-vous que les réseaux publics d'évacuation peuvent évacuer les eaux usées du bâtiment.** En l'absence de réseau public, les eaux usées doivent être traitées par un dispositif d'assainissement non collectif conforme à la réglementation.
- Il est important d'étudier **l'intérêt d'une cuve de récupération d'eau de pluie** et de définir pour quels usages l'eau de pluie peut être utilisée (arrosage, lavage des sols, alimentation des sanitaires, etc.). A titre expérimental et sous certaines conditions, les lave-linges pourront également être alimentés en eau de pluie.
  Remarque : l'eau de pluie est une eau non potable, contaminée microbiologiquement et chimiquement. L'usage d'eau de pluie à l'intérieur de l'habitat nécessite la coexistence d'un réseau d'eau de pluie non potable avec le réseau public de distribution d'eau potable. La présence de ces deux réseaux implique des risques sanitaires en raison de la possibilité d'interconnexion entre réseaux.
- En cas de réhabilitation, **repérez les éventuelles canalisations en plomb** et programmez, si besoin, leur remplacement.

* Eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.

(...)

Bâtissez **sain !**

En phase programmation

Il est très important de bien définir les objectifs acoustiques d'une opération au moment de la programmation. Ces objectifs nécessiteront de la part du maître d'œuvre de trouver les solutions permettant d'assurer un confort satisfaisant en respectant les objectifs sanitaires et énergétiques fixés.

Adoptez les bons gestes !

- **Indiquez dans le programme le classement sonore des infrastructures de transports à proximité** (routières, ferrées) du bâtiment ou celui de la zone du Plan d'Exposition au Bruit si le bâtiment est proche d'un aéroport. Ce classement permettra de déterminer l'isolement réglementaire à produire vis-à-vis des bruits extérieurs pour les différents locaux, en fonction de leur éloignement et de leur exposition. **Remarque :** le classement sonore est fixé par des arrêtés préfectoraux et est normalement retranscrit dans les documents d'urbanisme. Les Directions départementales des territoires (DDT), les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), les villes, les communautés d'agglomération ont également, la plupart du temps, réalisé des cartographies du bruit des transports terrestres qu'elles mettent à disposition sur leur site internet.
- **Repérez les autres sources potentielles de bruit** (installations classées pour la protection de l'environnement, parkings de discothèque, circuit de moto ou karting, etc.).
- **Définissez précisément les objectifs à atteindre** en utilisant les indicateurs normalisés (voir « Réglementation acoustique des bâtiments », p. 41).
- **Si vous souhaitez un confort acoustique meilleur que ce que requiert la réglementation**, vous pouvez éventuellement demander :
  - un niveau de réception des bruits de chocs (L'n, T,w) inférieur de 3 dB au moins à l'objectif réglementaire,
  - un niveau d'isolement aux bruits aériens entre locaux (DnT, A) supérieur de 3 dB au moins à l'objectif réglementaire.

  Vous devrez toutefois veiller à ne pas fixer des objectifs trop ambitieux en ce qui concerne l'isolement aux bruits aériens extérieurs (DnT, A, tr), afin que les bruits intérieurs ne deviennent pas trop audibles, les bruits extérieurs n'assurant alors plus de rôle masquant.

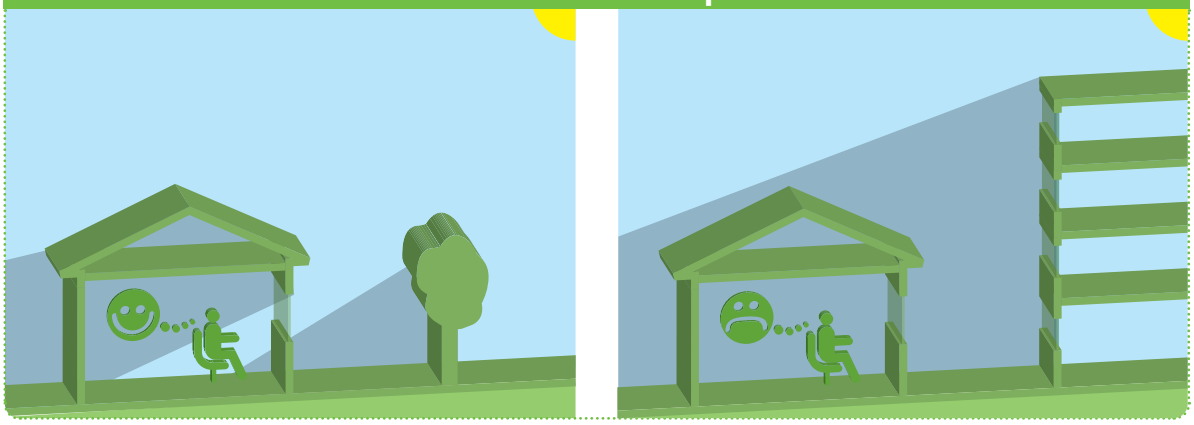
(...)

Bâtissez **sain !**

En phase programmation

Il faut être vigilant à la présence de masques (immeuble à proximité, protections solaires fixes extérieures, etc.). En présence de masques, la surface vitrée devra être plus importante pour atteindre un même apport en éclairage naturel.

Attention aux masques !



Adoptez les bons gestes !

- **Fixez les niveaux de facteur de lumière du jour ou les objectifs d'autonomie en lumière naturelle pour les espaces où l'apport en lumière du jour est un enjeu.** Attention, en présence de grandes baies vitrées, pensez à prévoir des protections solaires pour prévenir l'inconfort thermique d'été ainsi que l'éblouissement.
- **Précisez les performances attendues pour l'éclairage artificiel.** Pour les espaces de bureau, l'obtention de 200 lux par l'éclairage de fond et de 300 lux sur le plan de travail par la mise en place d'un éclairage d'appoint est un compromis intéressant.
- **Définissez les coefficients d'uniformité à atteindre pour les différents espaces en veillant à ne pas tomber dans la surenchère.** Trop d'uniformité engendre un manque de stimulation et d'intérêt visuel. Il est donc important de rechercher un compromis entre stimulation et confort.
- Évitez les sources de lumière émettant une forte lumière froide (lumière riche en lumière bleue) dans les lieux fréquentés par les enfants (maternités, crèches, écoles, lieux de loisirs, etc.). Prévoyez des systèmes d'éclairage ne permettant pas une vision directe du faisceau émis par les LED afin de prévenir l'éblouissement.
- **Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, définissez l'occupation prévue des locaux pour que la maîtrise d'œuvre puisse adapter les systèmes de régulation à l'usage prévu de l'équipement d'éclairage artificiel.**

Pour plus d'informations :

- www.anses.fr
- www.inrs.fr

(...)

Bâtissez **sain !**

En phase programmation

Adoptez les bons gestes !

- **Prenez en compte les masques solaires lors du choix du site**. Ils peuvent pénaliser les apports solaires en hiver ou, au contraire, contribuer au confort d'été.
- **Définissez les températures de consigne en fonction des différentes zones du bâtiment et de leur occupation prévue.** Dans ce cadre, veillez à prendre en compte l'habillement des personnes, en particulier dans les cabinets médicaux, piscines et locaux sportifs. Veillez également à considérer les activités pratiquées dans les locaux.

Par exemple :
- la température de consigne peut être plus basse (en hiver) dans un espace de circulation que dans un local à occupation prolongée,
- dans une salle de sports, la température de confort dépend fortement de l'activité pratiquée.

- **Adaptez les exigences de confort d'été** en fonction du climat, des masques, de l'activité dans le local considéré, etc. L'occupation et les apports internes (informatiques, occupation, etc.) doivent être définis pour que le maître d'œuvre puisse adapter ses réponses en fonction de l'occupation prévue des espaces.

En phase conception

Adoptez les bons gestes !

- **Optimisez l'orientation du bâtiment et réalisez un zonage des espaces** en fonction des températures et hygrométries qui y sont recherchées.
- **Réalisez dès l'avant-projet sommaire des simulations thermiques dynamiques** (outils d'analyse du comportement thermique prenant en compte l'architecture du bâtiment, la composition des parois, des données météo type, des scénarios conventionnels d'occupations et d'apports internes, etc.) pour s'assurer du confort hygrothermique d'hiver comme d'été.
- **Favorisez la mise en place de solutions passives** pour limiter les consommations d'énergie (protections solaires, ventilation naturelle, forte inertie, locaux traversants, sur ventilation nocturne, etc.). En été, vous pouvez en particulier améliorer le confort des utilisateurs en adaptant les vitesses d'air.

(...)

LE MONITEUR.fr L'ACTUALITÉ EN CONTINU ET LES SERVICES DE LA CONSTRUCTION
/article/toulouse-se-lance-dans-le-bim-32733046

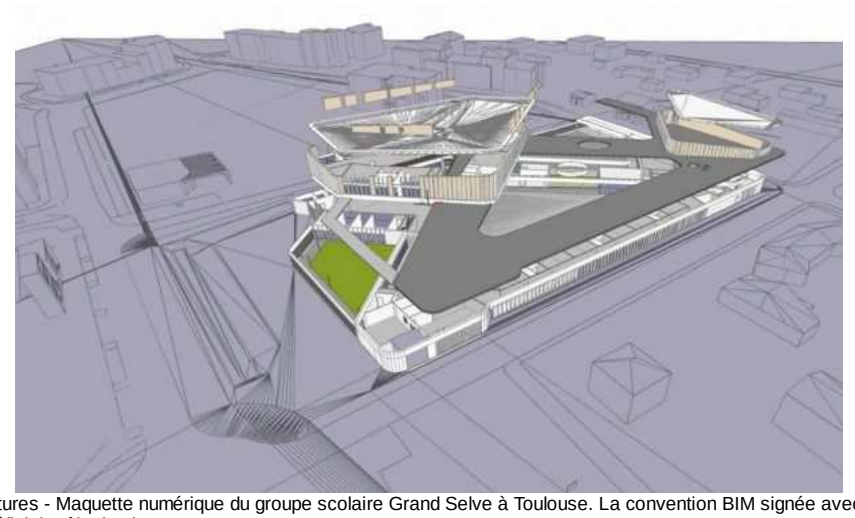
CONSTRUCTION NUMÉRIQUE

Toulouse se lance dans le BIM

Par Christiane Wanaverbecq - LE MONITEUR HEBDO - *Publié le 19/07/2016 à 15:34*

Mots clés : Architecture - Logiciels - Outils d'aide

Après avoir testé la démarche dans un concours d'architecture, la Ville de Toulouse veut généraliser l'usage de la maquette numérique dans ses consultations.



© Documents : W-Architectures - Maquette numérique du groupe scolaire Grand Selve à Toulouse. La convention BIM signée avec l'équipe de maîtrise d'œuvre de l'équipement définit le rôle de chacun.

La Ville de Toulouse vient de désigner le groupement de maîtrise d'œuvre emporté par W-Architectures (Betem, Ecovitalis, Kaplan Projet, Delhouse Acoustique et CRX Sud) lauréat du concours de construction du groupe scolaire du quartier du Grand Selve (4 900 m²). L'opération, dont le coût travaux est estimé à 6,5 millions d'euros HT, est la première lancée en utilisant le Building Information Modeling (BIM). Quatre concours vont être attribués prochainement pour deux constructions neuves et deux réhabilitations. « Nous voulions démarrer par un projet assez ambitieux pour être probant, sans rebuter les candidats potentiels », raconte Olivier Batlle, responsable du Domaine Grands Projets à la mairie de Toulouse. Ainsi, W-Architectures a produit pour le jury une maquette numérique de conception : « Une base de travail qui sera enrichie au fur et à mesure des avancées du projet. Cela implique de disposer d'un BIM manager et de référents BIM chez chaque cotraitant », précise Raphaël Voinchet, architecte chez W-Architectures.

Cahier des charges des missions BIM

Pour conduire la démarche, la Ville a pris Bernard Ferries de la société Laurenti comme assistant à maîtrise d'ouvrage. Il l'a aidée à définir le cahier des charges des missions BIM en concertation avec le conseil régional de l'ordre des architectes de Midi-Pyrénées et l'Association ingénierie Midi-Pyrénées (AIMP). Indépendant de tous logiciels, ce document décrit le contenu des maquettes numériques à produire, de l'esquisse à la réception des travaux. Dorénavant, les maquettes numériques de la maîtrise d'œuvre seront fournies aux entreprises à titre non contractuel. Elles pourront ainsi mieux comprendre les projets, mais surtout chiffrer les travaux, réaliser les métrés, et anticiper les modes constructifs.

A l'agence W-Architectures, certains postes étaient déjà équipés du logiciel de conception BIM Revit d'Autodesk, l'agence prévoit maintenant de former la totalité de ses architectes. De son côté, la Ville va former son service grands projets, en particulier les quatre conducteurs d'opération et les deux techniciens qui contrôlent les chantiers. Les membres du service ont appris à réaliser des esquisses en BIM et utilisent des visionneuses pour analyser les projets. Démarche originale, les informaticiens de la Ville travaillent à l'adaptation de la plate-forme collaborative sur laquelle les intervenants des projets déposeront leurs documents de travail. Le premier élément mis en ligne n'est autre que la convention BIM signée avec l'équipe de maîtrise d'œuvre du groupe scolaire Grand Selve. Etablie en appliquant le guide méthodologique de Mediaconstruct, elle définit les rôles de chacun.

© W-Architectures - Perspective du projet: vue depuis l'entrée principale.

La construction représente le prochain défi à relever. Toulouse travaille avec la fédération départementale du bâtiment de la Haute-Garonne afin de disposer in fine des dossiers des ouvrages exécutés (DOE) numériques pour certains corps d'état. « Cela permettra d'identifier très tôt les données de la maquette numérique qui seront utiles pour la maintenance et l'exploitation future », pointe Olivier Batlle.

Construction Numérique

Rétroconception : des architectes « refont le match » grâce au BIM

Par Christiane Wanaverbecq - LE MONITEUR HEBDO - Publié le 26/10/2016 à 9:45

Mots clés : Architecture - Bois - Logiciels - Outils d'aide - Métier de la construction - Structure - Maçonnerie - Ossature

Une agence d'architecture et un charpentier bois ont utilisé la maquette numérique en rétroconception d'une maison en ossature bois.

© MADDALON CHARPENTE - La comparaison des modèles numériques respectifs de l'architecte et du charpentier réduit les risques d'erreur entre les fichiers, comme avec ce projet de maison individuelle à ossature bois.

Passer en revue, à travers le filtre du *Building information modeling* (BIM), la conception et la construction d'une maison individuelle neuve à ossature bois alors qu'elle en est au stade des finitions. C'est l'expérience de six mois qu'ont menée Elodie Hochscheid, architecte tout juste diplômée de l'Ensa Nancy, et Marc Ribereau-Gayon, son camarade de promotion. Dans le cadre du séminaire de conception architecturale et numérique organisé récemment à Toulouse, la jeune femme a présenté ce projet de coopération numérique entre une agence de trois salariés et une entreprise de charpente de 50 personnes, toutes deux en Meurthe-et-Moselle. Ce travail a réuni Julien Maddalon, architecte associé à l'atelier Maddalon Piquemil Architecture, et son frère Pierre Maddalon, dessinateur au bureau d'études de l'entreprise de charpente. Alors étudiante, Elodie Hochscheid a commencé son étude de cas en janvier 2015, lorsque les deux hommes, qui collaborent régulièrement, décident de se lancer dans le BIM.

« Nous voulions voir si le BIM aurait pu nous aider à éviter une erreur découverte pendant le chantier, commente l'architecte Julien Maddalon. Alors que le toit était construit, nous avons constaté que son inclinaison n'était pas bonne et empêchait d'y installer le système de ventilation. Ce défaut, lié à une erreur de saisie informatique par le bureau d'études, a mis en évidence les risques lors du transfert de plans, élément par élément. » A l'époque, les architectes venaient d'investir 14 000 euros pour passer d'AutoCad, classique logiciel de

dessin assisté par ordinateur, à ArchiCad, outil de conception en BIM. Ils venaient d'être initiés à la maquette numérique, tandis que l'entreprise de charpente utilisait Cadwork depuis de nombreuses années pour la conception, le calcul des quantités ainsi que comme outil de production de documents graphiques. Cadwork permettant déjà de transmettre les informations de fabrication directement aux machines à commande numérique, le charpentier avait mis en place son propre continuum numérique en interne.

Superposition des modèles

Lors de l'expérimentation, ils choisissent d'utiliser le format d'échange standardisé IFC pour faciliter la communication des données entre les différents logiciels. Puis ils superposent le modèle dessiné par l'architecte sur ArchiCad à celui détaillé et complété par le charpentier. La manipulation devait juste servir à vérifier l'absence d'erreur. Pour cela, ils ont utilisé le logiciel Tekla BIMsight pour importer les fichiers IFC : « Avec ce logiciel, les architectes peuvent facilement superposer leur maquette numérique au fichier IFC comportant les enrichissements des charpentiers. Ces derniers ayant utilisé les IFC des architectes, l'origine de la modélisation est conservée durant les échanges. Pour les architectes, cette vérification en 3D complète celle des documents en 2D », analyse Elodie Hochscheid.

Par ailleurs, l'étude a démontré l'intérêt d'échanger une maquette numérique au format IFC pour éviter les bugs et l'altération des informations (géométrie, propriétés physiques des matériaux). Le charpentier, Pierre Maddalon, demande désormais aux architectes des fichiers IFC : « Avec le développement des constructions à ossature bois, les charpentiers interagissent de plus en plus avec les autres lots. La maquette numérique facilite la visualisation de ces interactions et donc le contrôle afin d'éviter les erreurs. » Pour l'heure, leur expérience a débouché sur la thèse d'Elodie Hochscheid relative à l'intégration de nouvelles pratiques numériques dans les PME.