

Proposition d'une méthode d'estimation de la qualité environne- mentale de la conception architectu- rale

**Charline Weissenstein, Pascal Humbert,
Jean-Claude BIGNON**

*CRAI, Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie
2 rue Bastien-Lepage 54000 Nancy Cedex
weissenstein@crai.archi.fr
humbert@crai.archi.fr
bignon@crai.archi.fr*

RÉSUMÉ. L'intégration des données environnementales dans les projets d'architecture est aujourd'hui une nécessité largement reconnue. Le besoin d'estimer la qualité environnementale à différents moments du processus de conception apparaît comme souhaitable pour fiabiliser les choix. La complexité d'une telle estimation provient en partie du fait qu'en fonction de l'avancement du projet, les données de projet évoluent, passant de l'état de non connus à incertains, puis de variables à certains. Pour répondre à cette situation, nous proposerons une méthode et un outil d'estimation environnementale évolutifs. En fonction du contexte du bâtiment en projet (localisation, programme,...) et de l'avancement de la conception (Esquisse, APS,...), notre outil propose un système de valeur coefficientée pour estimer la qualité du projet en cours.

MOTS-CLÉS : Estimation environnementale, processus évolutif, contextualisation, conception architecturale.

Introduction

Les questions environnementales apparaissent aujourd'hui comme des enjeux clés pour l'avenir de notre planète. Le secteur du bâtiment étant responsable, à titre d'exemple, de 43 % de

l'énergie consommée et de 25 % des émissions de Gaz à effet de serre, en France (source Ademe), la nécessité d'une prise en considération des questions environnementales dans le monde du bâtiment, de la conception à la construction, n'est donc plus à démontrer (Farel, A & al, 2006).

Les démarches environnementales qui structurent aujourd'hui le secteur du bâtiment font appel à plusieurs méthodes et outils. Les méthodes de certifications (NF démarche HQE, BREEAM,...) visent à sécuriser les maîtres d'ouvrage en garantissant un niveau minimum de prestation pour répondre à des objectifs définis. Des outils de simulations (Ecotecte, Pléiades-Comfie,...), d'évaluation (BDM¹) ou encore de guide (guide des bonnes pratiques de l'Ademe², guide pratique « énergétique IDAE en Espagne³...) viennent également assister les différents acteurs du bâtiment.

Ces approches présentent l'avantage de favoriser les échanges au sein des acteurs et influencent ainsi les performances environnementales du bâtiment (Cole, 1999). Nous constatons cependant plusieurs limites à ces outils :

- Ils sont généralement peu ou mal adaptés aux phases amont de conception ;
- ils ne prennent pas suffisamment en compte le contexte propre de chaque projet.

Ces méthodes sont généralement utilisées en fin de conception, voire de post-conception (Ding, 2008). La prise en considération de critères essentiellement quantitatifs renforce cette utilisation tardive. En effet, la mesure quantitative, de certains enjeux, ne peut se faire qu'à un stade avancé de la conception ou lorsque le bâtiment est totalement réalisé (par exemple l'infiltrométrie à l'air). Or il n'est plus à démontrer que pour avoir des réponses pertinentes, il est important de considérer les problèmes environnementaux le plus tôt possible dans le processus de conception (Jourda, 2011).

Les limites évoquées ne favorisent donc pas l'émergence de solutions architecturales liées à des choix qui interviennent à l'amont de la conception (positionnement dans le site, volumétrie, orientation, distribution des espaces,...) et qui, de ce fait, ne sont que rarement évalués et donc valorisés. En revanche, les solutions techniques, dont les performances sont plus aisément vérifiables, sont survalorisées et finissent même par définir la qualité voire

1 <http://www.polebdm.eu/>

2 <Http://Ecocitoyens.Ademe.Fr>

3 <http://www.idae.es>

l'exemplarité des bâtiments.

La nature complexe de la conception architecturale perçue soit comme un mécanisme de résolution de problème (Pros, 2000) ou encore comme un processus arborescent (Alexander, 1974) ne facilite pas l'intégration de méthode à cette activité. En effet le caractère non linéaire, peu prévisible et itératif de la conception qui peut s'apparenter à la définition de la « pensée complexe » (principe de dialogue, principe de récursion organisationnelle et principe hologrammatique) de Edgard Morin (Morin, 2005).

L'intégration de méthodes d'aide à la conception environnementale dans un tel processus peut paraître difficile. Le caractère évolutif des questions et réponses, la nécessité d'un point de vue holistique comme la particularité de chaque situation de projet rendent les approches méthodologiques délicates.

Cependant insérer, dans le processus de projet, des points de remise en question (Parthenios, 2008) « environnementale » paraît cependant nécessaire et possible.

Suite à l'analyse des méthodes existantes et de leurs limites et afin de répondre à la complexité de l'estimation de la qualité environnementale de la conception, nous portons une réflexion sur la mise en place d'une méthode d'estimation de la qualité environnementale qui soit adaptée à cette situation.

Notre réponse passe par la mise en place d'un modèle possédant trois caractéristiques :

- un modèle global et qualitatif ;
- un modèle contextualisé ;
- un modèle progressif ;

L'ensemble de ces caractéristiques permet au modèle de mieux s'adapter au processus de conception architecturale. Un modèle global et qualitatif permet une appréhension de l'ensemble des enjeux environnementaux. La contextualisation permet de prendre en compte les singularités de l'édifice en cours de conception et donc la particularité des enjeux environnementaux qui y sont liés. Un modèle progressif s'adapte à l'évolution du processus de conception architecturale en considérant les caractéristiques spécifiques de chacune des étapes qui le constituent (données disponibles, stabilité des informations,...).

Le but de notre proposition est de mieux cibler les enjeux environnementaux pour chaque situation de projet (contexte et processus de conception) et donc d'obtenir une estimation plus fine de la qualité environnementale proposée.

Instrumentation de l'estimation environnementale de la conception

L'instrumentation proposée est celle d'une méthode d'estimation de la qualité environnementale de la conception. Des estimations qualitatives (sur la base d'un référentiel contextualisé et progressif) seront effectuées, à dire d'expert, pendant les phases de conception, et ainsi proposées à l'équipe de conception.

Dans un premier temps, nous présentons la méthode et ses caractéristiques générales (globale et contextualisée). Cette première partie faisant l'objet d'un précédent article restera de l'ordre du résumé (Weissenstein, Bignon, 2010). Dans un second temps, nous nous attarderons sur son caractère dit progressif qui permet entre autres une adaptation au processus de conception.

Une méthode globale et contextualisée

Les caractéristiques essentielles pour le bon fonctionnement d'une évaluation ou d'une estimation environnementale sont la multidimensionnalité, la contextualisation et une visualisation adaptée (Cole, 1999).

Le point de vue multidimensionnel et global nous paraît essentiel pour percevoir l'ensemble des enjeux liés aux mondes de la construction. Nous avons donc mis en place, en nous appuyant sur la littérature « environnementale » et les méthodes existantes, un référentiel composé de quatorze objectifs (impact dans le site, orientation, distribution des espaces,...). Ces derniers sont décomposés, en une soixantaine de critères d'évaluation. Afin de laisser à la méthode un caractère « accessible » (Farel, 2006), nous avons préféré ne pas multiplier les niveaux hiérarchiques.

La contextualisation de la méthode est également essentielle, tous les critères n'ont pas la même importance en fonction du contexte du projet. Par exemple, dans un milieu urbain dense, la notion de nuisance acoustique n'aura pas la même importance que dans un milieu isolé. Nous avons donc mis en place un système de pondération des critères environnementaux qui s'adapte en fonction du contexte du projet.

La visualisation des résultats, de l'estimation, contribue aussi à son bon fonctionnement, là encore la vision globale est à privilégier (Cole, 1999), la représentation graphique adoptée est celle d'un radar. Ce radar est combiné avec un graphique à secteurs (fi-

gure 1). Ce couplage permet de visualiser à la fois l'importance engendrée par les pondérations des objectifs, et le profil représentant la performance environnementale. Plus l'angle du secteur est ouvert, plus l'objectif a de l'importance (pour un contexte donné) ; plus le rayon du profil est grand, plus la performance environnementale est bonne.

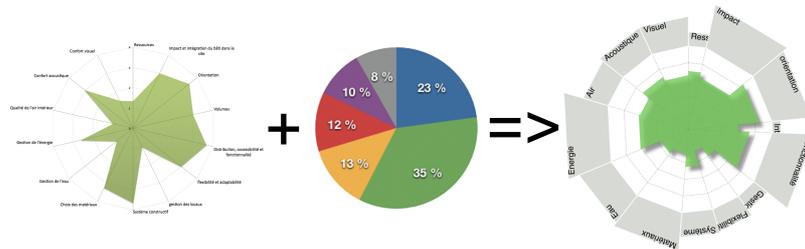


Figure 1. Constitution du profil environnemental.

L'ensemble du référentiel a été soumis auprès de professionnels architectes. Ces confrontations ont permis d'ajuster à la fois les critères et les coefficients de contexte.

Une méthode progressive

L'ensemble des éléments mis en place permet d'avoir un système d'estimation et de visualisation global et contextualisé de la performance environnementale. Cependant, une telle méthode pouvoir être adaptée aux phasages habituels du monde du bâtiment (Farel, 2006), et plus particulièrement à celui de la conception.

En fonction de l'avancement de la conception, les critères d'évaluation n'ont pas la même importance. Par exemple le critère "limiter l'énergie grise des matériaux", dépend de la connaissance des matériaux du projet. Or, dans les premières phases de conception, la totalité de ces matériaux est rarement définie, le critère pourra être évalué que partiellement. En revanche à la fin de la conception, tous les matériaux seront connus et l'appréciation de ce critère pourra être complète. La prise en compte de chaque critère dépendra donc de l'avancement du projet.

La réflexion suivante porte sur l'adaptation de notre méthode au caractère évolutif de la conception. Nous avons opté pour la création d'une estimation adaptable à l'avancement du projet. Si nous connaissons le point de départ (pas de décision définie) de la conception et son point d'arrivée (toutes les décisions définies), le

chemin entre les deux états est difficilement prévisible et dépend de nombreux facteurs (conviction du concepteur, habitude de travail...). Il est donc très difficile de proposer un scénario unique d'avancement de tous les projets architecturaux. Il faut donc pouvoir caractériser cet avancement projet par projet.

Pour caractériser les données disponibles lors de l'avancement d'un projet, nous avons procédé en trois étapes. La première a consisté à identifier les données nécessaires pour évaluer chaque critère environnemental. Dans la deuxième étape, nous avons regroupé et organisé ces données nécessaires en "décisions architecturales" pour rationaliser et faciliter l'utilisation de la méthode. La dernière étape s'est attachée à mesurer la répercussion de ces "décisions architecturales" sur les critères environnementaux.

Identification, organisation, et adaptation

L'identification des données nécessaires à l'appréciation de chaque critère s'appuie sur la littérature relative aux enjeux environnementaux. Nous prendrons comme exemple des extraits de la littérature ayant à l'identification du critère "Apport de lumière naturelle suffisant" :

"[...] intérêt psychophysiologique par le rôle bactéricide de la lumière naturelle et par ses variations selon les heures de la journée. Combinant une température de couleur élevée à un spectre continu dans le domaine visible, sa qualité reste inégalée, même par l'éclairage artificiel le plus performant. Cet aspect est d'autant plus important pour la conception de bureaux où une mauvaise acuité visuelle est source de fatigue oculaire, perte d'attention, maux de tête, mauvaise posture [...] D'une manière générale, l'apport maîtrisé de la lumière naturelle vers les espaces intérieurs favorise le confort visuel des usagers du bâtiment." p 231 (Liébard, Herde, 2006)

" La quantité de lumière captée dans un local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté. L'aménagement des abords peut aussi créer une barrière à la pénétration rasante du rayonnement d'hiver ou d'été, tout en laissant une large ouverture à la lumière du ciel. Inversement, des surfaces réfléchissantes au sol (dallage, plan d'eau) peuvent contribuer à capter davantage de lumière."p49 (Liébard, Herde 2006)

"Tous les locaux de séjour prolongé doivent bénéficier d'un éclairage naturel satisfaisant par sa qualité et sa quantité.[...] la taille des baies vitrées doit être optimisée en fonction de l'orientation de la façade considérée, des effets de masque éventuels et de la profondeur du local " p 33 (Jourda, 2009).

De ces extraits nous pouvons en déduire que pour évaluer correctement ce critère il est, entre autres, nécessaire de définir les éléments suivants :

- l’orientation du bâtiment et l’implantation du bâtiment ;
- l’aménagement extérieur du bâtiment ;
- le positionnement des fenêtres, leur taille, leur nature, leur proportion, etc. ;
- la nature des revêtements intérieure;
- etc.

Ce travail d’identification a été opéré sur l’ensemble des critères environnementaux afin de définir toutes les données nécessaires pour effectuer l’estimation environnementale.

Nous avons organisé ces données nécessaires en “décisions” architecturales réparties en trois catégories (tableau 1). Une catégorie relative à l’organisation du bâtiment, une catégorie concernant les matériaux, et une dernière concernant les techniques et réseaux.

Tableau 1. Catégories et décisions architecturales

Organisation	Matériaux	Techniques et réseaux
Positionnement du bâtiment dans le site	Structures	Sanitaire/eaux
Volumétrie du bâtiment	Enveloppes	Chauffage et climatisation
Organisation interne	Partitions	Renouvellement d’air
Aménagement externe

Chaque décision possède des niveaux de définition en fonction de l’avancement de la conception. Nous avons défini trois niveaux généraux :

- un niveau initial : aucun élément n’est défini ;
- un niveau final : l’ensemble des données de la décision est concrétisé ;
- des niveaux intermédiaires, dont l’ordre est libre et indépendant.

Par exemple, la décision concernant la structure sera composée de quatre niveaux de définition :

- niveau initial : aucune décision ;
- niveau intermédiaire : choix de la nature des matériaux ;
- niveau intermédiaire : choix de la trame ;
- niveau final : mise en œuvre de la structure ;

Une fois la caractérisation des données disponibles effectuée, nous avons proposé une grille qui cadre l’appréciation du critère en fonction de l’avancement du projet. Ce cadrage passe par la définition d’une échelle de notation de chaque critère pour un avancement donné.

L'échelle de notation évolue en fonction des données disponibles. La notation maximale, du critère, dépendra de ces données :

- La note maximale sera de 5 pour un critère aux données complètes ;
- la note maximale sera de 0 pour un critère sans donnée ;
- la note maximale sera comprise en entre 1 et 4 pour un critère aux données partielles.

Les critères seront donc évalués entre 0 et leur notation maximum. Pour une estimation à un moment donné, les critères ne posséderont pas la même échelle d'évaluation.

Visualisation

La représentation graphique adoptée permet la visualisation de ce système évolutif (figure 2). Afin de situer l'avancement du projet, un second profil dit "profil idéal d'avancement" (1) est incorporé au profil d'origine (2).

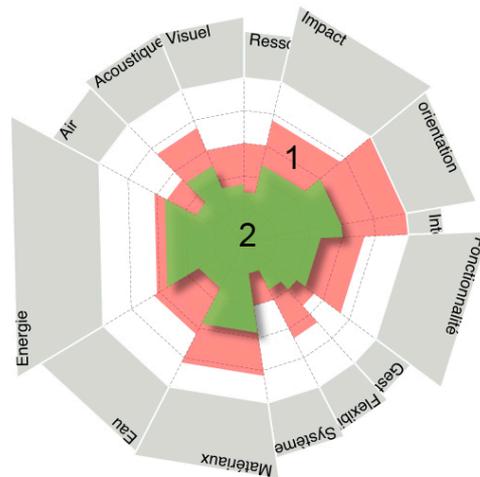


Figure 2. Profil environnemental.

Il présente la notation maximum pouvant être obtenue à un moment donné et donc pour les décisions effectuées. La comparaison des deux profils permet de situer la qualité environnementale d'un projet en cours par rapport à ce projet dit "idéal" à un même état d'avancement.

Outil

La méthode proposée a été implémentée dans un outil numérique « Eco-Profil développé en COCOA dans l'environnement Macintosh. Celui-ci permet de synthétiser et d'automatiser le calcul des coefficients de contexte et des notations maximums en fonction de la situation de conception. Il sert de support aux estimations et à la visualisation des résultats.

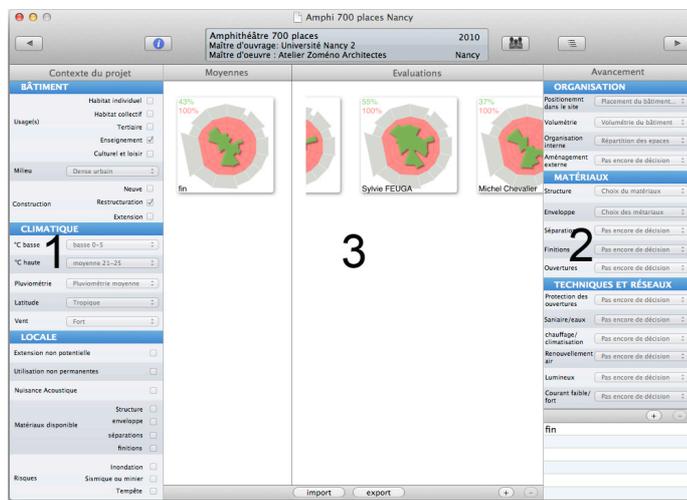


Figure 3. Aperçu de la fenêtre principale de l'outil Eco-profil.

L'outil (figure 3) permet à l'utilisateur une saisie du contexte (1) ainsi que des avancements (2), définissant ainsi le cadre des estimations. Pour chaque état d'avancement défini, une estimation de la qualité environnementale peut être effectuée et visualisée par plusieurs évaluateurs (3).

Une première validation de ce travail sera faite lors de l'estimation, avec la méthode et l'outil développé, des projets des candidats au prix du meilleur projet environnemental proposé par l'association Lorraine Qualité Environnement.

Conclusion

Bien que complexe par son caractère global et labile, la conception architecturale peut être instrumentée par une méthode d'estimation environnementale adaptée. La contextualisation du

projet comme la prise en compte de son évolutivité sont des éléments de réponse pour rendre crédible une telle méthode. Cette dernière et l'outil numérique que nous avons développé peuvent être utilisés par le concepteur pour effectuer une auto-appréciation ou par des experts externes à différents moments de la conception. Ils peuvent permettre de guider les choix environnementaux fondamentaux aux moments où ceux-ci sont aisément modifiables par le concepteur et contribuer ainsi à la définition d'une meilleure qualité environnementale propre à chaque projet.

Une expérimentation en court, confronte l'outil et la méthode à des situations de conception. Des protocoles d'estimations, à plusieurs stades d'avancement, sont mis en place dans le cadre de projets éducatifs. Cette expérimentation permettra de mesurer l'intérêt de notre proposition.

Bibliographie

- Alexander, C. (1974). *Notes on the Synthesis of Form*. Harvard University Press.
- Cole, R.J. (1999). Building environmental assessment methods: A Measure of Success.
- Ding, G.K.C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), p.451–464.
- Farel, A. (2006). *Bâtir éthique et responsable*, Le Moniteur Editions.
- Jourda, F.-H. (2011). *Les 101 mots du Développement durable à l'usage de tous*, Archibooks.
- Liébard, A. & Herde, A.D. (2006). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Le Moniteur Editions.
- Morin, E. (2005). Introduction à la pensée complexe, Seuil.
- Parthenios, P. (2008). Analog Vs. Digital: Why Bother? Presentation. First International Conference on Critical Digital: Harvard University Graduate School of Design, Cambridge (USA).
- Prost, R. (2000). *Conception architecturale : Une investigation méthodologique*, L'Harmattan.
- Weissenstein, Charline & Bignon, J.-C., 2010. Conception environnementale du bâtiment : proposition d'une méthode d'évaluation contextuelle et pondérée. Dans Scan 2010. Marseille.