



SNC MB² Conseil-18 bis, rue Bernard Mulé 31400 TOULOUSE

Maîtrise des comportements ou
comportements de maîtrise :
comment s'assurer que
l'exploitation du bâtiment
correspondra aux scénarios de
conception énergétique

Didier Bonnin

Ergonome Conseil

06 08 91 43 81

didier.bonnin@mb2-conseil.com

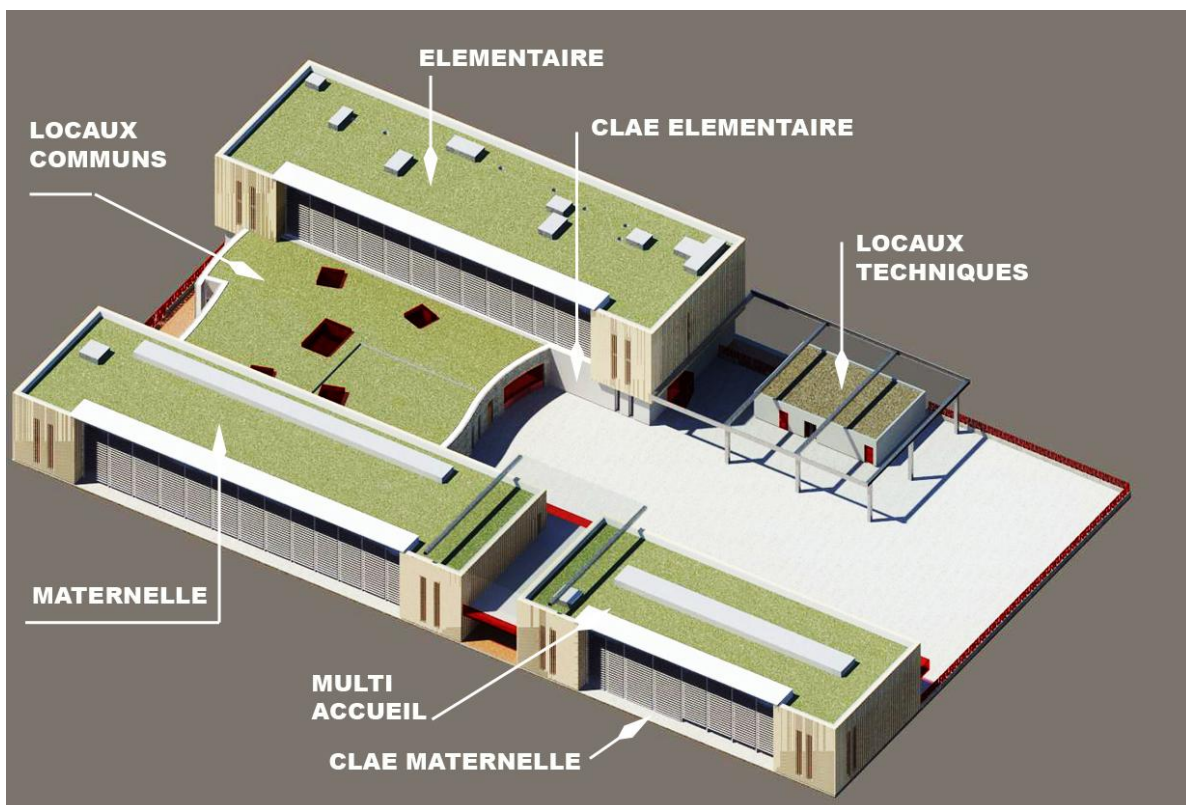
www.mb2-conseil.com

La pression sur la conception concernant l'atteinte des objectifs énergétiques dans les projets se fait de plus en plus sentir, que ce soit de la part des maîtres d'ouvrage privés que publics.

Les bureaux d'études spécialisés sont au travail pour concevoir des bâtiments basse consommation, mais la question de l'exploitation bute toujours sur la difficulté d'anticiper les comportements de futurs usagers : l'exemple de projet ci-dessous montre qu'il est possible de prendre en compte cette dimension par l'utilisation des méthodes d'intervention développées notamment par les cabinets d'ergonomie spécialisés en accompagnement des projets architecturaux, que ce soit en assistance à la maîtrise de l'ouvrage qu'en assistance à la maîtrise d'œuvre. L'intervention de ces cabinets spécialisés permet d'optimiser les projets architecturaux du point de vue de l'adéquation fonctionnelle, organisationnelle et technique avec les besoins réels des futurs utilisateurs.

Vous avez dit usages !

Dans ce groupe scolaire emblématique de la politique développement durable de la ville de Toulouse, tout a été pensé pour en faire un bâtiment basse consommation à énergie positive (BEPOS) avec des options technologiques très marquées comme des murs rideaux sur les classes orientées au sud, entièrement équipés de brises soleil motorisés asservie à un système de gestion technique centralisée (GTC). Cette GTC doit réaliser le compromis dynamique entre apport calorifique et éclairage naturel en fonction des températures extérieures et intérieures. En confort d'été, est prévu un rafraîchissement de nuit via des ouvertures vitrées motorisées en bas des murs rideaux et des trappes sur cheminées d'aération dans chaque pièce, motorisées elles-aussi, commandées par la GTC. En confort d'hiver, les besoins étant conceptuellement très faibles, les capacités de chauffage sont dimensionnées en conséquence. Le bâtiment est conçu pour utiliser l'inertie des murs, voir des plafonds pour optimiser son caractère BBC.



1. Pour atteindre les objectifs de consommation BBC, l'enveloppe doit atteindre des niveaux d'étanchéité toujours difficiles à obtenir (moins de 0,6m³/h de fuite) : d'ailleurs,

le contrat avec les entreprises de réalisation comprend la réalisation d'un prototype à échelle 1 reproduisant toutes les points délicats de la construction. Il a fallu deux essais pour atteindre des résultats encourageant. Pour limiter les échanges du bâtiment avec l'extérieur lors des entrées-sortie des usagers, des sas ont été prévus sur toutes les entrées : la simulation thermodynamique réglementaire donne les résultats attendus, mais quid d'une simulation thermodynamique qui prendrait en compte la réalité de l'usage future ? En effet, on peut facilement projeter que les sas d'entrée-sortie seront systématiquement maintenus ouverts pendant les heures d'entrée et de sortie des enfants, soit environ 2 à 3 heures par jour ! Donc, pour l'exploitant, faut-il se satisfaire des résultats des simulations thermodynamiques réglementaires ou valider les principes de conceptions sur la base de simulations prenant en cause les conditions réelles d'exploitation ?

2. Le renouvellement d'air dans les classes est assuré par un système tout ou rien lié à un capteur dynamique de présence : on a donc l'assurance d'un renouvellement d'air correct dès que le premier usager entre dans les classes. Les retours d'expérience récoltés sur la base d'analyse sur des sites de références (groupes scolaires neufs de type ETHPE) nous alertent sur la persistance d'odeurs dans les classes après le sport ou suite à un accident de type vomissement (notamment en maternelle) : sur un des sites, le choix technique a été de ne pas donner la possibilité aux usagers d'ouvrir les fenêtres de façon à tout contrôler via la GTC. Il est donc impossible d'aérer largement les classes sans ouvrir les portes, ce qui posent des problèmes de sécurité. On a donc en bref, pour ces usagers de bâtiments ETHPE, un retour très négatif global : malgré les investissements mis en avant pour réaliser un bâtiment au top énergétique, c'est inconfortable l'été comme l'hiver, cela pose des problèmes d'usages et donne une impression d'oppression des systèmes techniques du bâtiment sur les usagers. Doit-on tout automatiser en ayant l'impression de tout maîtriser par la technique en considérant l'utilisateur comme un objet (certes peu contrôlable) ou doit-on considérer l'utilisateur comme un sujet (inter)agissant : voilà la question fondamentale posée ? Donc, si l'enseignant ouvre les fenêtres avant de partir le soir, été comme hiver, en cas de températures extérieures trop basses ou trop hautes, le risque est fort de voir l'inertie se renverser pour donner, outre des dépassements considérables de consommation d'énergie, des périodes d'inconfort importantes : soit l'été des dépassements pendant plusieurs jours des 28-29 °C réglementaires, soit des températures en dessous de 17-18°C l'hiver (cf. Annexe 1).
3. Si l'enseignant veut une ambiance sombre pour projeter des images sur un écran, il a évidemment la possibilité de fermer tous les brise-soleils, mais dans ce cas, les éclairages artificiels qui sont branchés sur capteur de niveau d'éclairement naturel s'allument plein pot. Si en période hivernale, l'apport de chaleur est intéressant, la GTC va commander une ouverture totale des brise-soleil : toute la rangée des enfants situés vers les baies vitrées sont exposés directement à l'ensoleillement ce qui risque d'être rapidement très inconfortable. Voilà deux exemples de situations d'usage présent en compte dans le projet de groupe scolaire cité en exemple qui montre qu'il est souhaitable de donner la main aux usagers pour leur permettre de les corriger.

Les procédés techniques

Triple vitrage

Figure 2 : pièce munie d'une étagère à lumière à deux déflecteurs.

Systèmes d'éclairage

Rafraîchissement naturel

Panneau photovoltaïque

Les procédés techniques

LA « FACADE INTELLIGENTE »

Triple vitrage

Brises soleil

Figure 2 : pièce munie d'une étagère à lumière à deux déflecteurs.

SCHEMA DE PRINCIPE COMMUNICATION GTB

Pour notre groupe scolaire modèle, le choix sera donc fait de donner la main autant ce faire que peut sur les éléments techniques ayant des implications en termes d'usage. Pour déterminer l'ensemble des scénarios d'usage ayant une interaction avec la technique du bâtiment (dont les exemples ci-dessus ne sont qu'un extrait), les croiser avec les besoins liés à l'activité des usagers dans les locaux et concevoir les interfaces techniques et pédagogique nécessaire, la ville de Toulouse a mandaté un cabinet d'ergonomie (MB² Conseil).

Du point de vue méthodologique, les usagers n'étant que très partiellement connus et disponibles, le choix a été fait de réunir un groupe de travail composé de représentant des différentes catégories d'usagers futurs : à la fois les enseignants par l'entremise d'une jeune retraitée bénévole, ancienne directrices d'école et de CLAE, tous les services de la mairie ayant à travailler avec le groupe scolaire (dont les futurs responsables du groupe scolaire) et les instances académiques en charge de l'enseignement du développement durable (cf. Annexe 2).

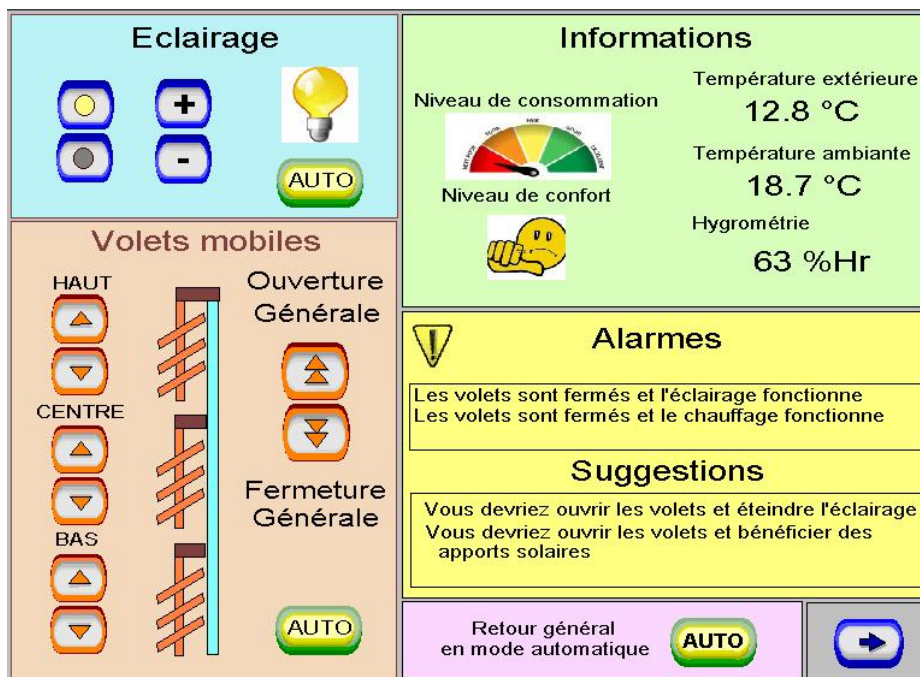
Sur la base de nos analyses sur site de référence et d'une analyse du projet (à l'APD quand nous commençons notre intervention), nous avons fait travailler ce groupe pour faire émerger l'ensemble des besoins, des situations d'usages problématiques vis-à-vis de la technique du bâtiment, puis construire petit à petit les solutions permettant de définir un cahier des charges précis. Nous produirons, avec l'aide d'un sous-groupe centré sur l'enseignement réuni autour des responsables académiques, une maquette de pages-écrans permettant à la fois de sensibiliser les enseignants à la technique particulière de ce bâtiment et leur donnant la possibilité d'utiliser les indicateurs d'état (météo), de consommation et de production du bâtiment à des fins pédagogiques. Ces pages-écrans doivent pouvoir être à la disposition des usagers, notamment des enseignants, en ligne sur les ordinateurs en réseaux du groupe scolaire et partiellement dans l'interface de commande prévue dans chaque classe et les halls d'accueil.

En effet, les productions majeures de ce projet sont :

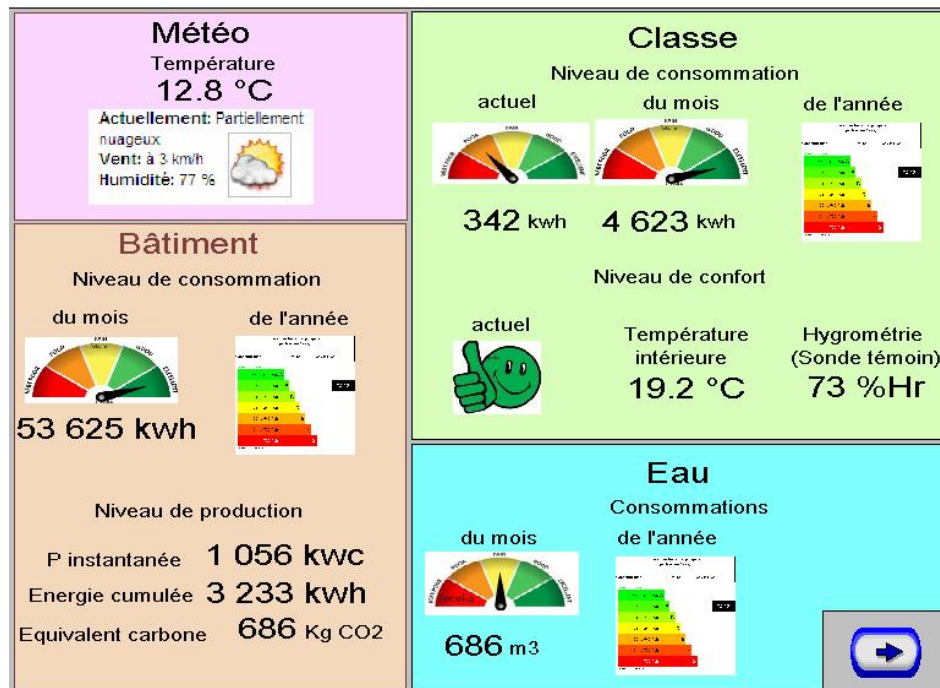
- la définition des fonctions des écrans tactiles de 12' permettant de programmer les commandes laisser à la maîtrise des enseignants et d'afficher quelques informations complémentaires sur la consommation en énergie, des alarmes de fonctionnement et une station météo numérique. Cette écran sera présent dans tous les locaux éclairés par le mur-rideau, soit 24 écrans tactiles ;

Schéma réalisé par le domaine Architecture et Patrimoine de la direction Bâtiment & Energies de la ville de Toulouse sur la base de notre cahier des charges

Page 1 en affichage continu

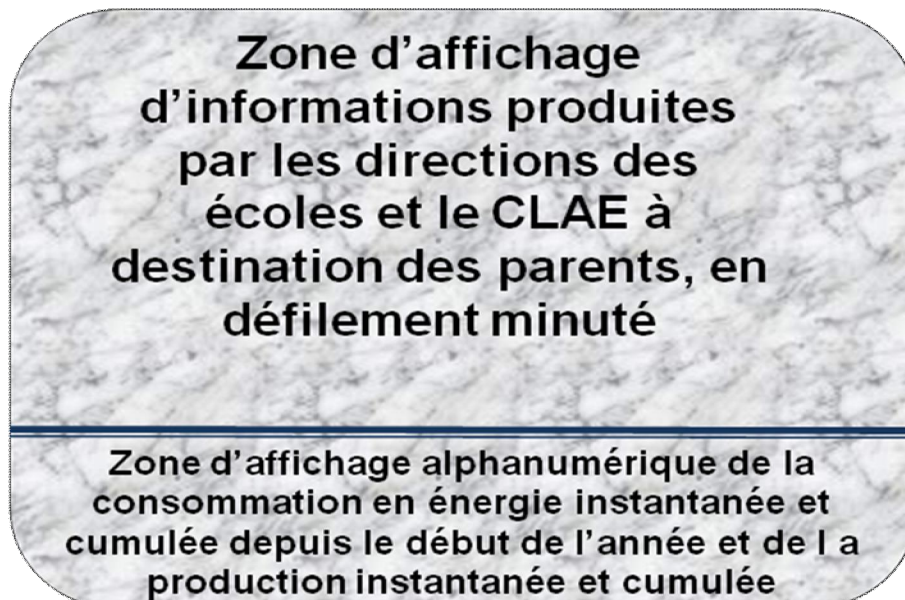


Page 2 en affichage à la demande



- la définition des affichages prévus sur 4 écrans 32' présentant en bandeau les consommations et productions d'énergie instantanées et cumulées et des informations courantes à destination des parents. Ce dispositif d'information est destiné à participer à l'information des parents sur les questions de développement durable par l'exemple du fonctionnement de ce bâtiment BEPOS. Les informations seront aussi consultables à distance via le site de la mairie ;

Schéma de principe



- le maquettage des supports d'information, de sensibilisation à destination des usagers sous forme logiciel et document papier ;
- le complément du support ci-dessus, à destination des enseignants, par des liens et des présentations iconographiques concernant les indicateurs de fonctionnement BEPOS du bâtiment pouvant être utilisé du point de vue pédagogique, le plus courant étant la

présence des informations météo en temps réel à la fois sur le réseau informatique et en deuxième page-écran de l'écran tactile de commandes ;

- un dispositif d'accompagnement de la mise en service du bâtiment avec un support de formation des usagers, préconisant notamment la mise en place d'un référent usage unique côté service technique mairie : en effet, la réussite du projet tient autant dans la conception fine, conceptualisée, participative des interfaces que dans la gestion la plus réactive possible des problèmes d'usage au moment de la mise en service et pendant la vie du bâtiment. De ce point de vue, une communication mettant l'accent sur les rétroactions informatives vers les usagers est un facteur clef de succès.

Vous avez dit comportements ?

Au-delà de cet exemple, ce projet nous amène à proposer un nouveau concept à développer, le concept de bâtiment apprenant : à l'instar des organisations apprenantes, l'objectif est de permettre, dès la programmation, puis en cours de conception, d'inclure dans le projet de bâtiment BBC l'anticipation des besoins des usagers, leurs interactions possibles avec les éléments structurels, fonctionnels et techniques. Cette inclusion doit être réalisée avec pour moto : à bâtiment passif, usagers actifs ! La finalité de donner la possibilité à chaque type d'utilisateur de construire individuellement et collectivement un compromis dynamique entre les besoins de son activité (travail, loisirs, services) et les contraintes et ressources offertes par les espaces et interfaces techniques et pédagogiques en causes. Dans la mesure où les comportements ne se décrètent pas, l'idée est de mettre en place les moyens adaptés pour inviter à un compromis permettant à la fois d'atteindre les économies d'énergies escomptées et un confort d'usage respectant les objectifs de santé et d'efficacité liés à l'activité.

Dans une vision nouvelle, l'accent doit être mis à la fois sur les conditions méthodologiques nécessaires pour enrichir le projet de conception du bâtiment à toutes ses étapes (de la programmation à la mise en service), et sur les conditions d'accompagnement du bâtiment par des services ad hoc (suivi d'exploitation et de fonctionnement) prenant en compte l'interaction dynamique avec les usagers considérés comme des sujets, agissants, apprenants, humains !

La conception d'un bâtiment doit donc de plus en plus inclure non seulement les aspects architecturaux et techniques, mais aussi les services associés : ce qu'il faut vendre ce n'est plus des murs avec des équipements techniques, mais un fonctionnement avec des services. En cela, les cabinets conseil en ergonomie, spécialisés dans les projets architecturaux, peuvent aider les maîtrises d'ouvrage, publiques ou privées, à anticiper les usages dans toutes leurs composantes (efficacité, santé, économique notamment), en assistance à maîtrise d'ouvrage en amont et tout le long du projet et en assistance à maîtrise d'œuvre.

Indicateurs de tendance

Confort :

➤ Hiver :

- $T_{int} < 17^{\circ}\text{C}$ → smiley ROUGE
- $17^{\circ}\text{C} \leq T_{int} < 19^{\circ}\text{C}$ → smiley ORANGE
- $19^{\circ}\text{C} \leq T_{int} \leq 23^{\circ}\text{C}$ → smiley VERT
- $23^{\circ}\text{C} < T_{int} \leq 25^{\circ}\text{C}$ → smiley ORANGE
- $T_{int} > 25^{\circ}\text{C}$ → smiley ROUGE

➤ Eté :

- $T_{int} < 20^{\circ}\text{C}$ → smiley ROUGE
- $20^{\circ}\text{C} \leq T_{int} < 22^{\circ}\text{C}$ → smiley ORANGE
- $22^{\circ}\text{C} \leq T_{int} \leq 27^{\circ}\text{C}$ → smiley VERT
- $27^{\circ}\text{C} < T_{int} \leq 29^{\circ}\text{C}$ → smiley ORANGE
- $T_{int} > 29^{\circ}\text{C}$ → smiley ROUGE



- $HR < 30\%$ pour $T \sim 22^{\circ}\text{C}$ → smiley ROUGE
- $30\% \leq HR < 40\%$ pour $T \sim 22^{\circ}\text{C}$ → smiley ORANGE
- $40\% \leq HR \leq 60\%$ pour $T \sim 22^{\circ}\text{C}$ → smiley VERT
- $60\% < HR \leq 70\%$ pour $T \sim 22^{\circ}\text{C}$ → smiley ORANGE
- $HR > 70\%$ pour $T \sim 22^{\circ}\text{C}$ → smiley ROUGE

Annexe 2

Les participants au groupe de travail	Fonction
Olivier Cugullière	Chef de projet, architecte, DBE, mairie de Toulouse
Marc Luquet	Ingénieur DEA, mairie de Toulouse
Maryse Loubri	Enseignement élémentaire, directrice d'école à la retraite
Yannick Forté	Coordinateur CLAE, mairie de Toulouse
Daisy Viudes	RTVS, responsable pour le groupe scolaire des agents de cantine et d'entretien, mairie de Toulouse
Sylvie Toquebœuf	Service éducation, constructions neuves, mairie de Toulouse
Mireille Icard	Service enfance et loisirs, mairie de Toulouse
Mme Triboulloy	Directrice Crèche « Les enfants terribles »
Christelle Piechta	Chargée de mission DD, CUGT
Claude Matichard	Conseiller départemental pour l'EDD, IEN de la circonscription de Grenade
Claudine Massart	IEN circonscription Tlse Nord
D'autres acteurs tenus informés	Fonction
Thierry Duclerc	Inspecteur Pédagogique Régional chargé de l'EDD
Charlotte Ordonneau	Chargée de projet accompagnement Eco Ecole pour la mairie de Toulouse, association Bleu comme une orange
Anne Calvet	Groupe académique EDD
Marc Laborde	Directeur CRDP MP