

ECOLE MATERNELLE FRANCOISE DOLTO A ECHIROLLES (38) CONSTRUCTION NEUVE D'UN BATIMENT DE 1 105 m²

Le contexte

Echirolles est une commune de plus de 33 000 habitants située au sud de l'agglomération grenobloise. La préoccupation d'un environnement maîtrisé est inscrite depuis les années 80 dans le projet de ville. En 1995 la Ville a élaboré une charte d'écologie urbaine comportant 58 actions et une mission environnement a été créée en 1997. La construction au centre ville de l'école Française DOLTO, selon une démarche HQE, était une des actions inscrites dans la charte et dans le cadre de la politique d'éducation à l'environnement de la commune. Un agenda 21, élaboré entre 2001 et 2003 en étroite concertation avec les habitants et les services, a succédé à la charte d'écologie urbaine. Il comprend 170 actions organisées en 12 thèmes. Les questions relatives à l'aménagement urbain durable sont au coeur du dispositif.



Les objectifs

Le principal objectif pour la Ville d'Echirolles était de construire un bâtiment bien adapté à son usage et qui soit un véritable support pédagogique pour l'éducation à l'environnement.

Cet objectif a été explicité dans un programme environnemental comportant 20 orientations prioritaires dont 10 en lien direct avec l'efficacité énergétique et que l'on peut résumer ainsi :

- optimisation de la ventilation et maîtrise de la qualité d'air intérieur,
- optimisation de l'éclairage naturel et artificiel,
- maîtrise des déperditions thermiques d'enveloppe, du confort hygrothermique et des protections solaires,
- installations de chauffage et régulation de température performantes,
- valorisation des énergies renouvelables,
- maîtrise des consommations d'électricité.

Le surinvestissement initial estimé à 1,5 MF (228 700 €) devait être source d'importantes économies de fonctionnement.

La démarche et les méthodes utilisées

Pour cette première opération réalisée dans le cadre d'une démarche HQE, la Ville d'Echirolles a constitué un groupe de suivi composé d'élus, de techniciens de la Ville, d'enseignants, d'usagers et des partenaires techniques (Ademe, Région, Agence Locale de l'Energie).

Une mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage, allant de la programmation jusqu'à l'évaluation après réception, a été confiée au bureau d'études ENERPOL. Dès l'amont de l'opération, les diverses cibles de la HQE et les orientations environnementales ont été présentées au groupe de suivi. Les impacts environnementaux, pédagogiques et financiers ont été analysés avec ce groupe afin d'aboutir au programme environnemental du projet.

Un suivi des consommations d'énergie a été réalisé par les services de la Ville et a mis en évidence des performances inférieures aux valeurs prévues.

Une mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage a alors été confiée au bureau d'études ENERPOL et à l'Agence Locale de l'Energie, pour une évaluation complémentaire en phase de fonctionnement et pour l'élaboration de propositions d'actions d'amélioration.

Ces propositions ont conduit à la mise en œuvre d'actions correctrices par la Ville.

Les solutions retenues et mises en œuvre

Conception optimisée pour la réduction des besoins d'énergie, le confort et la santé

Pour répondre à la double exigence de réduction des consommations d'énergie et de confort d'usage, une approche bioclimatique a été nécessaire.

Une étude d'ensoleillement a été réalisée pour prendre en compte les ombres portées sur la parcelle par deux immeubles de logements de 9 étages situés en partie sud. Cette étude a permis d'optimiser les choix d'implantation et le plan masse dans une optique de valorisation des apports solaires en hiver et des apports lumineux pour l'éclairage naturel.



Les baies vitrées pluri-orientées apportent une lumière naturelle abondante et répartie sur l'ensemble des surfaces. Les matériaux et produits de construction ont été choisis de manière à éviter l'émission de polluants (formaldéhyde, fibres, etc.) dans l'air intérieur.

Enveloppe sur-isolée pour la réduction des pertes d'énergie, protections solaires pour le confort d'été

Les parois du bâtiment ont été surisolées par rapport aux exigences réglementaires. Le coefficient G1 du projet est inférieur de 32% à la valeur de référence prévue par la RT88 ($G1 = 0,498 \text{ W/m}^3 \cdot \text{K}$ pour $G1_{\text{ref}} = 0,730 \text{ W/m}^3 \cdot \text{K}$). Pour le confort d'été, une double toiture, constituée d'une dalle béton isolée surmontée d'une couverture en bac acier, a été mise en œuvre sur les locaux les plus sensibles (salles de repos et d'activités). Elle permet de renforcer l'inertie thermique du bâtiment et d'évacuer les apports solaires par ventilation naturelle de l'espace entre dalle béton et bac acier.

Pour la protection solaire des baies orientées au sud, des pergolas végétalisées avec des essences à feuilles caduques ont été mises en œuvre. Des jardins pédagogiques sont disposés en pied de ces pergolas.

Des stores "screen" extérieurs, disposés sur les baies vitrées des salles d'activités, apportent une protection solaire complémentaire et permettent d'éviter l'éblouissement.

Systèmes et équipements performants pour la production, distribution et utilisation de la chaleur

L'émission de chaleur est réalisée par un système de planchers chauffants à basse température. Celui-ci est alimenté par un échangeur de chaleur de 400 kW raccordé au réseau de chauffage urbain. L'échangeur est surpuissant car il est prévu pour alimenter également l'école primaire prévue dès l'origine du projet. La puissance souscrite pour alimenter l'école maternelle est en réalité limitée à 150 kW.

La régulation de chauffage comporte une fonction d'optimisation permettant de bien gérer les intermittences.

Le renouvellement d'air hygiénique est réalisée par trois centrales de traitement d'air double flux avec échangeurs récupérateurs de chaleur d'efficacité 60% et à deux allures de ventilation. Ces centrales sont équipées d'un dispositif de programmation des périodes et allures de fonctionnement.

Systèmes et équipements performants pour les différents usages de l'électricité

Pour l'éclairage des salles de classes les exigences du label Promotelec ont été respectées.

L'éclairage artificiel des salles de classes et d'activités peut être commandé manuellement de manière différenciée par zone (côté cour et côté circulations) afin de permettre une bonne valorisation de l'éclairage naturel.

L'éclairage artificiel des circulations est commandé de manière automatique par des détecteurs de présence à infrarouge équipés de sondes de luminosité à seuils réglables.

La majeure partie des luminaires est équipée de lampes fluo-compactes ou de tubes fluorescents à très faible taux de mercure et ballasts électroniques.

Valorisation des énergies renouvelables

Le chauffage et la production d'eau chaude sanitaires sont alimentés par le réseau de chauffage urbain de l'agglomération grenobloise. Celui-ci est alimenté à hauteur de 29,9% par l'incinération d'ordures ménagères, à hauteur de 7,2% par la combustion de bois et à hauteur de 3% par la combustion de farines animales (données 2006). Le réseau de chauffage urbain comporte en outre trois centrales de cogénération qui fournissent de la chaleur et 10% de l'électricité consommée à Grenoble.

Dispositifs de suivi des consommations d'eau et d'énergie

Le suivi des consommations d'énergie et d'eau est assuré par la Ville à partir des relevés des différents compteurs :

- compteur de chaleur sur l'échangeur raccordé au réseau de chauffage urbain,
- compteur électrique général pour l'école,
- compteur d'eau général pour l'école.

Les principaux résultats obtenus

L'évaluation réalisée en phase de fonctionnement a mis en évidence les points forts et les faiblesses liées à la fois à la conception, à la réalisation, à la mise en service et à l'exploitation du bâtiment et des équipements.

- L'éclairage naturel obtenu est quantitativement moins bon que prévu (notamment en fond de salles). Malgré ce fait, la qualité de la lumière naturelle et les vues données aux enfants par les efforts de conception architecturale sont très satisfaisantes.
- La gestion manuelle et automatique de l'éclairage artificiel pourrait être améliorée pour mieux valoriser l'éclairage naturel.



- Les débits de renouvellement d'air hygiénique n'étaient pas correctement réglés, ni au niveau des centrales de traitement d'air, ni au niveau des bouches de soufflage (débits trop forts ou trop faibles, mauvais équilibre entre soufflage et reprise). Il y avait également des défauts d'étanchéité et un manque d'isolation thermique sur une partie des réseaux. L'entretien des filtres n'était pas réalisé.
- La programmation de la ventilation en fonction de l'occupation n'était pas optimisée.
- Les températures en hiver étaient insuffisantes dans certains locaux et excessives dans d'autres, par manque d'équilibre hydraulique.
- Les températures en été étaient perçues comme trop élevées dans les salles d'activité, mal ventilées lorsque les stores extérieurs étaient baissés.

Le bureau d'études qui a réalisé l'évaluation a donc proposé un ensemble d'améliorations. La Ville d'Echirolles a engagé des actions correctrices sur l'installation de renouvellement d'air hygiénique, sur son entretien et sa programmation, sur l'équilibre hydraulique de l'équipement de chauffage et sur la gestion des stores en été. Le suivi réalisé met en évidence une nette diminution des consommations d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire qui sont passées de 224 kWh/m².an en 2001 à 163 kWh/m².an en 2003.

Les principaux enseignements

La principale difficulté de cette opération a été un délai de conception et de réalisation très court (1 an) avec des équipes peu expérimentées en matière de qualité environnementale.

Tout le soin nécessaire à ce type d'approche n'a pas été présent :

- Certaines simulations (éclairage naturel) n'ont pas été réalisées alors qu'elles auraient permis d'améliorer la conception et le confort visuel.
- La conception architecturale, avec des volumes importants développés pour ce projet, malgré les niveaux d'isolation retenus, conduit à un indice d'isolation (rapport entre les pertes thermiques d'enveloppe et la surface chauffée) élevé. La valeur obtenue (2,29 W/m².K) est bien supérieure à la valeur considérée comme un maximum à ne pas dépasser dans une opération de bonne qualité environnementale avec les niveaux d'isolation de référence de la RT 2000 (1,7 à 2,0 W/m².K).
- Une réduction des pertes d'énergie de l'enveloppe, des installations de chauffage, de l'installation de production et distribution d'E.C.S. et des conduits de ventilation, aurait été possible par des préconisations plus complètes et par un suivi plus poussé de l'exécution.
- Une réduction des consommations électriques aurait également été possible par des choix optimisés pour le mode de pilotage des pompes de chauffage.
- Par ailleurs, le dossier des ouvrages exécutés est incomplet pour les lots techniques (absence de certains plans et notices d'équipements) ce qui ne facilite pas l'exploitation et le suivi d'exploitation.
- Enfin, une meilleure transmission des informations entre les services de la Ville et un suivi d'exploitation plus rigoureux auraient permis d'obtenir plus rapidement des résultats d'exploitations satisfaisants.

Certaines améliorations ont été réalisées en phase d'exploitation et d'autres vont être mises en œuvre pour se rapprocher des objectifs initiaux qu'il semble possible d'atteindre à brève échéance.

Les évaluations réalisées et les enseignements tirés de cette première opération avec une démarche HQE sont en outre très utiles pour permettre à la Ville de poursuivre ses actions d'amélioration de la qualité environnementale et de l'efficacité énergétique.

Les suites de l'opération

La ville d'Echirolles s'est inscrite dans une démarche HQE pour élaborer son projet de construction d'un nouvel hôtel de ville. Son projet a été retenu, dans le cadre de l'appel à projet national piloté par l'ADEME, pour servir de support à la mise au point du référentiel "Démarche HQE et bâtiments tertiaires".

Les cibles suivantes ont été traitées de façon prioritaires :

Cible 1 : relation harmonieuse du bâtiment avec l'environnement immédiat.

Cible 3 Chantier à faible nuisances

Cible 4 Gestion énergétique

Cible 7 Entretien maintenance

Cible 8 confort hygrothermique

Cible 10 confort visuel



Le bâtiment se caractérise par une gestion énergétique rigoureuse (atrium, chauffage urbain, puits canadien, rafraîchissement via l'eau de la nappe phréatique) et par sa luminosité. L'objectif est d'atteindre une consommation énergétique maximale de 100 kWh/an/m². Ce nouveau bâtiment structure le centre ville en cours d'urbanisation.

La construction de l'école primaire François Dolto a également été réalisée en 2005 et 2006 pour ouvrir ses portes en septembre 2006. Les objectifs de la démarche HQE ont été similaires à ceux de l'école maternelle.

DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE, CONCEPTION BIOCLIMATIQUE, MDE, CONFORT ET SANTE POUR LES OCCUPANTS

| | | | | | |
|---|--|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Maître d'ouvrage | Ville d'Echirolles | | | | |
| Type d'opération et dates de réalisation | <ul style="list-style-type: none"> Construction, dans le cadre d'une démarche HQE, d'une école maternelle Surface utile : 1 105 m² sur une parcelle de 10 400 m² prévue pour accueillir également une école primaire Livraison à la rentrée scolaire de septembre 2000 | | | | |
| Partenaires et leurs interventions | <ul style="list-style-type: none"> ADEME et Région Rhône-Alpes : aides aux études Enerpol (Ambérieu) : A.M.O. HQE en phases programme jusqu'à la réception Atelier F4 (Grenoble) : Architecte COTIB et BETREC : bureaux d'études techniques Enerpol et Agence Locale de l'Energie : A.M.O. HQE en phase fonctionnement (mission d'évaluation) | | | | |
| Coût total | 2 363 000 € dont 152 450 € de coûts spécifiques aux choix environnementaux et 20 630 € pour la mission d'AMO HQE | | | | |
| Aides spécifiques | Environ 30 600 € d'aides aux travaux pour la qualité environnementale (ADEME et Région Rhône-Alpes) Prise en charge de la mission d'AMO HQE à hauteur de 70% par l'ADEME et la Région | | | | |
| Bilan économique (€/m²) | Postes de dépenses (hors subventions) | | | Projet conforme à la RT 88 | Projet réalisé (1) |
| | Surinvestissement pour l'efficacité énergétique | | | | N.D. |
| | Coût de fonctionnement annuel (énergie, abonnements et maintenance) | | | | 14,8 |
| | Economie annuelle par rapport à la solution de référence (conformité à la RT 88) (1) Valeur 2005 ramenée à la surface chauffée (1 039 m ²) | | | | N.D. |
| Bilan énergie | Postes de consommation d'énergie | Valeurs pour un projet conforme à la RT 88 | Valeurs prévues pour le projet | Valeurs mesurées en 2001 | Valeurs mesurées en 2003 |
| | Chauffage et ECS (réseau de chauffage urbain) | N.D. | 42,2 Wh/m ² .DJU 104,2 kWh/m ² .an | 86,6 224,6 | 65,7 163,4 |
| | Ensemble des usages de l'électricité | N.D. | 26,8 kWh/m ² .an | 40,5 | 30,4 |
| | <i>Nota : Les valeurs sont exprimées par rapport à la surface chauffée (1 039 m²). Les consommations d'énergie estimées pour l'eau chaude sanitaire sont Inférieures à 10 kWh/m².an</i> | | | | |
| Bilan environnemental | Impacts environnementaux | Valeurs pour un projet conforme à la RT 88 | Valeurs prévues pour le projet | Valeurs estimées pour 2001 | Valeurs estimées pour 2003 |
| | Emissions de CO ₂ | | 22 kg/m ² .an | 45 | 33 |
| | Consommations d'énergie primaire | | 173 kWh/m ² .an | 329 | 242 |
| <i>Nota : les valeurs sont exprimées par rapport à la surface chauffée (1 039 m²).</i> | | | | | |
| Contacts pour informations complémentaires | <ul style="list-style-type: none"> Délégation Rhône-Alpes de l'ADEME : Jacques WIART Ville d'Echirolles : Valérie VACCHIANI – 04 76 20 56 04 – Emmanuel FOSKOLOS – 04 76 20 64 06 | | | | |

