



L'interview

■ Charles Delaunay de DoMEne, concepteur environnemental sur ce projet, est à l'initiative du parcours « développement durable » suite à une demande des professeurs. Il apporte son point de vue : « Arrivé dans l'équipe pendant l'analyse des offres des entreprises, je n'ai pu assister qu'à la phase finale du projet, sa concrétisation, l'exécution du chantier. On s'aperçoit que c'est finalement là que tout se joue. C'est



comparable à une finale de compétition sportive mondiale. Le projet peut-être le plus beau, le plus environnemental et le plus fonctionnel sur le papier, c'est en affrontant les savoir-faire des entreprises, en se heurtant aux difficultés techniques, en ménageant la cohésion d'équipe, en mettant en exergue les erreurs de conception commises ou les oublis face à la réactivité et la bonne acceptation de la maîtrise d'œuvre, en étant mené par un (ou des) « chefs d'orchestre » aguerris ou non, qu'il peut basculer d'un côté ou de l'autre.

Je retiens de ce projet des hommes et femmes motivés, consciencieux, voulant réussir ce qu'ils considéraient comme un beau projet, et souhaitant aussi partager de bons moments. Par exemple, une fois par mois, une entreprise apportait le casse-croûte pour tous après la réunion de chantier. C'était l'occasion d'échanger sur d'autres sujets. La relation humaine était une valeur supplémentaire dans ce chantier. C'est notamment grâce à elle que de nombreux problèmes ou défaillances ont pu se régler. Le chantier a eu lieu pendant les inondations de juin 2010 dans le Var. La zone a été fortement touchée. Le chantier, mais aussi directement des entreprises locales ont fortement souffert de cette catastrophe naturelle, dont une qui a vu ses ateliers ravagés. Malgré cela et grâce à l'esprit d'équipe général, le chantier n'a connu qu'un unique mois de retard.

Un second point qui m'a marqué est l'importance de la traçabilité des choix et des décisions. Le projet a été initié en 2003, et le chantier n'a eu lieu qu'entre 2009 et 2010. Lorsque pendant le chantier un intervenant propose une modification du projet et argumente convenablement sa pertinence, il est important de savoir (ou pouvoir retrouver) le cheminement logique (technique, fonctionnel, environnemental ou autre) qui a permis d'aboutir au choix initial. Car, dans ces projets longs et complexes, il est risqué de penser prendre une bonne décision d'amélioration, car finalement on peut se retrouver à dégrader le projet sur d'autres points.

La conduite de projet

■ **Relations entre intervenants** : Entre le maître d'œuvre, l'OPC et la maîtrise d'ouvrage déléguée, il y avait tous les jours une personne sur le chantier. Cette présence a permis de tenir les délais et de vérifier l'exécution des travaux au jour le jour. Le management atypique de l'architecte, qui a organisé des repas entre les différents intervenants et qui a fait preuve de souplesse envers les entreprises a permis d'obtenir une bonne ambiance sur le chantier. Le sérieux et l'investissement des entreprises ont œuvré dans ce sens.

■ **Autorisations administratives** : L'obtention du permis de construire n'a posé aucune difficulté. Le projet n'a subi aucune contrainte venant des architectes des bâtiments de France.

■ **Evolution du projet et adaptabilité** : Il n'y a pas eu de changement majeur au cours du projet, mis à part une modification du revêtement de sol des parkings pour une raison financière et un surclassement de trois cibles HQE. Les cibles 3 (Chantier à faibles nuisances) et 9



(Confort acoustique) sont passées d'un niveau performant à un niveau très performant et la cible 2 (choix intégré de construction), d'un niveau de base à performant. Il est à noter que le gymnase et l'amphithéâtre sont disponibles pour des personnes extérieures comme des associations.

- **Montage de l'opération, maîtrise des coûts** : L'équipe pédagogique a été intégrée au projet en participant à la définition des besoins et du programme. En effet, lors de la phase de programmation, le personnel d'entretien, les élèves, les enseignants, les cuisiniers, les parents d'élèves, ont été conviés à cinq réunions. Lors de la phase esquisse, des présentations systématiques leurs étaient faites. Le Conseil Général du Var souhaite que le bâtiment soit démonstratif et pédagogique. Cette exigence a été satisfaite puisque tous les équipements sont économes en énergie ou utilisant des énergies renouvelables.



Le chantier

- **Évaluation** : Le conducteur de travaux et le directeur de projet ont imposé une rigueur pour que le chantier reste propre en permanence, évitant ainsi les accidents tels que les chutes de plain-pied (2). Le budget initial a été respecté et une marge supplémentaire a même été réalisée. La coordination et l'entente entre les entreprises s'est bien passée. Des poches d'eau en sous-sol de parcelle, non détectées en phase amont, sont à l'origine de deux mois de retard. La consommation d'électricité, d'eau et de carburant pendant la phase chantier ont fait l'objet d'un suivi. La consommation électrique totale pendant la durée des travaux, de février 2009 à Juillet 2010, est d'environ 100 MWh.
- **Choix et direction des entreprises** : Les entreprises étaient partantes pour suivre la démarche HQE mais réticentes à l'impact administratif engendré par cette démarche. Pour la plupart des entreprises, cette procédure est synonyme de contraintes supplémentaires, elles doivent par exemple, fournir une FDES pour chaque matériau utilisé. Des réunions spécifiques ont dû être organisées pour leur faire comprendre l'utilité de cette démarche et les inciter à changer de méthode de travail pour améliorer la qualité du travail réalisé. Cette sensibilisation et cette formation se sont révélées efficaces puisque dans l'ensemble, la qualité de mise en œuvre a été satisfaisante.



- **Formation continue des professionnels** : Des réunions d'explication ainsi qu'une formation à l'étanchéité à l'air spécialement pour le couvreur et le plaquiste ont été réalisées afin de garantir une étanchéité à l'air correcte. Les tests d'étanchéité à l'air intermédiaires et finaux se sont révélés positifs.

- **Matériaux** : Les matériaux prévus lors du montage du dossier étaient différents de ceux proposés par les entreprises, qui pour la plupart effectuaient leur premier chantier HQE. Le maître d'œuvre a dû insister pour obtenir les matériaux adéquats. Plusieurs fuites sont apparues au niveau des radiateurs lors de la première mise en chauffe. Elles sont dues à des raccordements en PVC souple type «olive» qui ne résistent pas aux chocs, coups donnés par les élèves. Les tuyaux ont également été coupés trop court ce qui a provoqué une usure prématurée et des fuites.
- **Gestion des déchets de chantier** : Le coût de l'enlèvement et du traitement des déchets sur l'année 2009 est de 44 505 € HT, pour une masse de 424 tonnes tous déchets confondus, hors terre. Pendant la durée totale du chantier, environ 800 tonnes de déchets ont été produites. Une signalétique étudiée a été mise en place sur les bennes pour qu'il n'y ait pas de confusion possible venant des ouvriers (3). L'entreprise de gros œuvre était responsable du tri des déchets. Les entreprises ont toutes été prévenues que des pénalités allaient être imputées à celles qui ne respectaient pas le tri sélectif. Les bennes ont été prises en photo quotidiennement afin de servir de preuve. Les entreprises se sont « surveillées » entre elles. Désormais, les mêmes entreprises retrouvées par le Conseil Général sur d'autres chantiers, effectuent le tri sélectif d'elles-mêmes puisqu'elles se sont rendu compte que cette démarche leur faisait économiser de l'argent.



■ **Choix constructifs** : Par rapport à l'année de conception, les choix constructifs se sont révélés judicieux et cohérents avec des matériaux à forte inertie résistant aux variations thermiques. Le retour d'expérience de ce collège sert pour la conception d'autres collèges de la région. Le choix des brise-soleil fixes à lames horizontales n'est pas pertinent puisqu'ils complexifient le nettoyage des vitres, diminuant ainsi la pénétration de lumière naturelle dans les salles (7). Même si cela est difficilement quantifiable, le mur trombe ne semble pas économiquement rentable au sens où les économies d'énergie réalisées ne compensent pas son coût d'investissement. Cependant, il apporte une réelle plus-value en termes de confort, de qualité architecturale et de support pédagogique (5 et 6).



■ **Energie et déchets / Systèmes techniques** : La chaudière n'a pas fonctionné pendant six mois, elle se mettait en sécurité. De la poussière se déposait sur le capteur capacitif, la chaudière continuait à fonctionner considérant, à tort, qu'il y avait du bois. La formation excessive de poussière était causée par du bois trop sec. L'humidité optimale pour ne pas perdre de rendement est de 30 %. Afin de résoudre ce problème, le capteur a été déplacé et la décision a été prise de vider le silo avant la période estivale, quitte à ce que ce soit la chaudière gaz qui prenne le relais pendant les derniers jours de chauffe. La production d'eau chaude sanitaire solaire n'est pas adaptée pour un gymnase scolaire, puisque les élèves ne se douchent pas. Un chauffe-eau électrique aurait moins consommé que les pompes nécessaires au fonctionnement de l'équipement solaire. La production des 100 m² de panneaux solaires photovoltaïques, représentant environ 20 Wh/an, est entièrement revendue à EDF (4). Les éoliennes sont raccordées au réseau EDF mais cette entreprise argumente qu'elles ne forment pas un champ éolien et a donc refusé le contrat de rachat (8). Il est envisagé d'alimenter directement le collège avec cette production électrique. L'enveloppe, la végétation apportant de la fraîcheur, les ouvertures ainsi que les équipements de ventilation ont été conçus de telle sorte que la climatisation ne soit pas nécessaire (11). Après trois années d'exploitation, aucun problème de surchauffe n'a été décelé.



■ **Gestion de l'eau** : Un fossé collecteur périphérique ainsi qu'un bassin de rétention de 5000 m³ a permis de protéger le site de construction ainsi que les lotissements en aval, des fortes précipitations tombées au démarrage du chantier. La région est soumise à de fréquents et forts épisodes pluvieux, posant des problèmes de ruissellement et de remontée de la nappe phréatique. La gestion de l'eau sous la dalle a été faite par l'installation de drains en épi. Ce système a bien fonctionné puisque l'établissement n'a pas subi de dommages liés à l'eau suite à cet épisode orageux. En revanche, en cours de chantier, la toiture terrasse a débordé et l'eau s'est infiltrée dans le bâtiment entraînant des dommages. Une partie de l'isolation et de la peinture a dû être refaite.



■ **Suivi de l'entretien et de la maintenance après livraison** : L'entretien et la maintenance du collège se fait par du personnel du service chauffage et du service entretien du Conseil Général du Var. Beaucoup de réglages ont été nécessaires durant les deux premières années, pour faire fonctionner le bâtiment convenablement. La GTB pose encore quelques difficultés (10). Beaucoup de messages d'erreurs sont survenus après un orage. Afin de protéger la GTB contre les orages, un onduleur va être positionné en amont. Le Conseil Général du Var organise des réunions pour le personnel de l'établissement afin d'optimiser le fonctionnement des outils mis à disposition des usagers. Trois audits sur trois ans ont été réalisés pour analyser le comportement réel du bâtiment et voir s'il est en adéquation avec les objectifs fixés. Ce qui s'est avéré être le cas et pour certains postes,

la consommation est plus basse que le prévisionnel. La végétation bordant les salles de classes fait office de brise soleil et de zone rafraîchissante. Elle pousse à un rythme convenable, mais elle ne sera véritablement efficace que dans un ou deux ans (11). Cette remarque est également valable pour la végétation grimpante sur la surface vitrée du mur trombe. Une fois totalement végétalisée, cela évitera au mur de se charger en calories, et assurera un confort thermique optimal (5 et 6). Il est à noter que l'arrosage des espaces verts se fait au goutte-à-goutte par l'eau provenant du canal de Marseille. Ce système permet de réduire nettement les consommations d'eau.

Les usagers

■ **Qualité de l'air:** Afin de diminuer la consommation, il a été décidé d'assurer le débit réglementaire en partie par une ventilation mécanique double flux et l'autre moitié du débit par la ventilation naturelle effectuée par ouverture des fenêtres. Les salles de cours sont équipées d'une sonde de CO₂. Si le taux de CO₂ autorisé est dépassé, un signal sonore se déclenche pour avertir les occupants de la nécessité d'ouvrir les fenêtres. Le débit de ventilation mécanique s'est révélé trop faible puisque le taux de CO₂ est constamment au-dessus de la valeur maximale et donc le détecteur sonne quasiment en permanence. Dans certaines salles ces détecteurs ont été débranchés. Malheureusement, aucune mesure n'a été prise pour résoudre ce problème qui compromet la qualité de l'air intérieur.



■ **Confort :** Les utilisateurs se sont réellement appropriés ce projet et sont satisfaits du confort thermique et visuel dans les salles de classe, essentiellement apporté par la végétation (11). Seuls quelques réglages du réseau de chauffage dans le bâtiment administratif restent à faire pour équilibrer les températures dans les bureaux. La mare sert de support pédagogique, les cours enseignés sur le ponton sont très appréciés des élèves (12).

■ **Fonctionnement et appropriation du bâtiment :** Les enseignants et les élèves participent au bon fonctionnement du bâtiment notamment en ouvrant les fenêtres ou fermant les stores au moment adéquat. Aussi, un « parcours du développement durable » a été conçu et va prochainement être installé. Une vingtaine de panneaux informatifs seront répartis dans le collège. À chaque fois une solution technique est expliquée. Les panneaux seront positionnés à des endroits stratégiques. Par exemple, l'explication de l'isolation extérieure est posée sur le bardage du collège. Les systèmes permettant des économies d'énergie comme, l'isolation par l'extérieur avec bardage, le mur trombe, les éoliennes, sont des installations visibles par tous et à but pédagogique (5, 6, 8 et 9). Tout en respectant le programme de l'Education Nationale, la démarche HQE devient un support pédagogique. Par exemple, le professeur de mathématiques invente des problèmes en rapport avec les solutions techniques visibles sur le collège.

Bilan

↳ Si c'était à refaire :

- Augmenter le débit de ventilation mécanique. Se baser sur des renouvellements d'air supérieurs à la réglementation.
- Les brise soleil fixes sont à éviter puisqu'ils compliquent considérablement le nettoyage des fenêtres.
- Remplacer la production d'ECS solaire par un chauffe-eau électrique dans le gymnase.

↳ Expériences à partager :

- Le parcours pédagogique est à promouvoir dans les établissements d'enseignement.
- Implication de tous les acteurs en phase de programmation pour appropriation du projet.
- Un mur trombe performant, qui apporte une valeur ajoutée à la qualité architecturale du gymnase.

Metrologie

Test d'infiltrométrie	Collège : Q4 moyen = 3,1 m ³ / (h.m ²) Gymnase : Q4 moyen = 1,46 m ³ / (h.m ²)
Consommation énergétique effective mesurée en 2012	Gaz : 56 kWh/m ² .an Bois : 11 kWh/m ² .an Elec : 59 kWh/m ² .an Total : 126 kWh/m².an
Production d'électricité en 2012	Photovoltaïque : 11 558 kWh/an Eolien : 1720 kWh/an Total : 13 278 kWh/an