



Nom de l'opération

**ÉCOLE MATERNELLE JEAN CARRIÈRE
Nîmes (30)**

Équipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : Tectoniques & Atelier GA
BET TCE : IG BAT
BE Thermique : ENERGETEC

BET Structure bois : Anglade
BE Environnement : INDDIGO
Paysagiste : ITINERAIRE BIS

Nature de l'ouvrage

Reconstruction d'une école obsolète sur le même site

Descriptif

**Niveau BDM : Or
(fonctionnement)**

Coût travaux :
3 810 000 €TTC

Date de livraison :
Décembre 2011

SHON RT :
1593 m²

Enjeux durables du projet

Territoire : Respect du site, conservation des arbres existants

Matériaux : Mixité des matériaux, bâtiment biosourcé

Énergie, confort et santé : Bâtiment labélisé BBC Effinergie® ; confort visuel, thermique et acoustique ; qualité de l'air intérieur

Eau : Transparence hydraulique

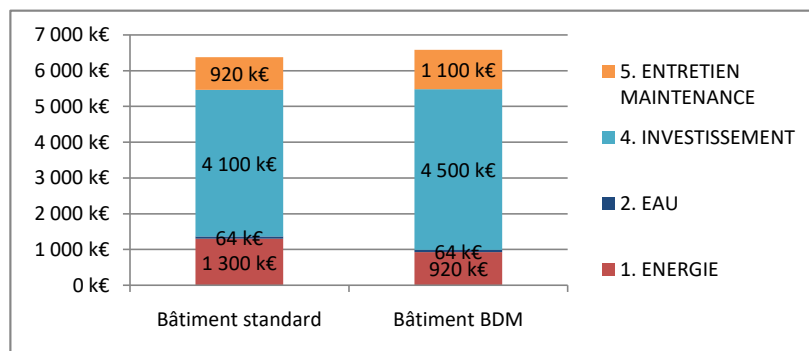
Gestion de projet : Charte de la Ville de Nîmes

Démarche globale de qualité environnementale : HQE Performance, Trophée bâtiment Santé 2014.

Sur une période de 50 ans :

Coût global = 6 600 000 € - Bénéfice durable = -180 000 €

Tous les coûts sont en €TTC constants
(valeur 2018)



Le "bénéfice durable" est la différence entre le coût global du bâtiment de référence et celui du bâtiment BDM. Il représente donc le gain sur 50 ans apporté par la démarche BDM.

Coût d'investissement initial

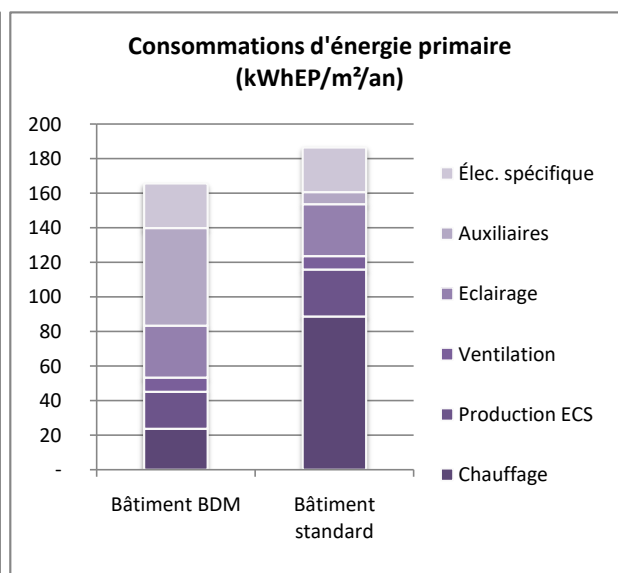
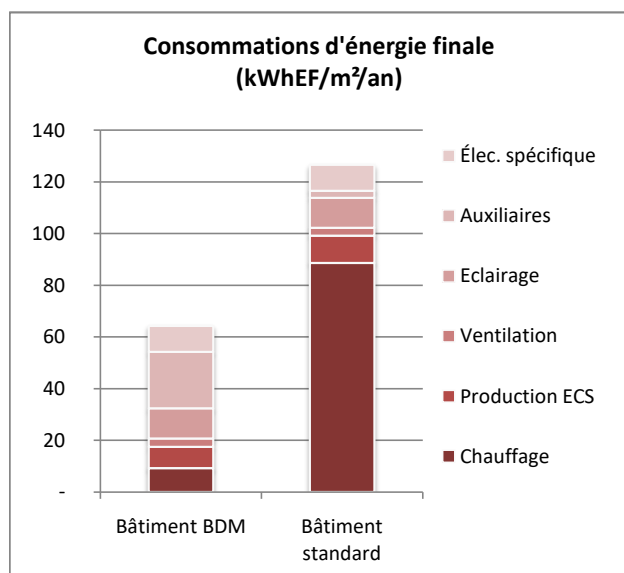
Coût total investissement	4 468 000 € (2 800 €/m ²)
Foncier	- €
Gros œuvre + VRD	2 560 000 €
Second œuvre	1 250 000 €
Programmation + Moe + AMO	770 000 €
Subventions	-112 000 €

Tous les coûts dans cette étude sont exprimés en €TTC constants (valeur 2018).

Définition du bâtiment "standard" ou "non BDM" équivalent

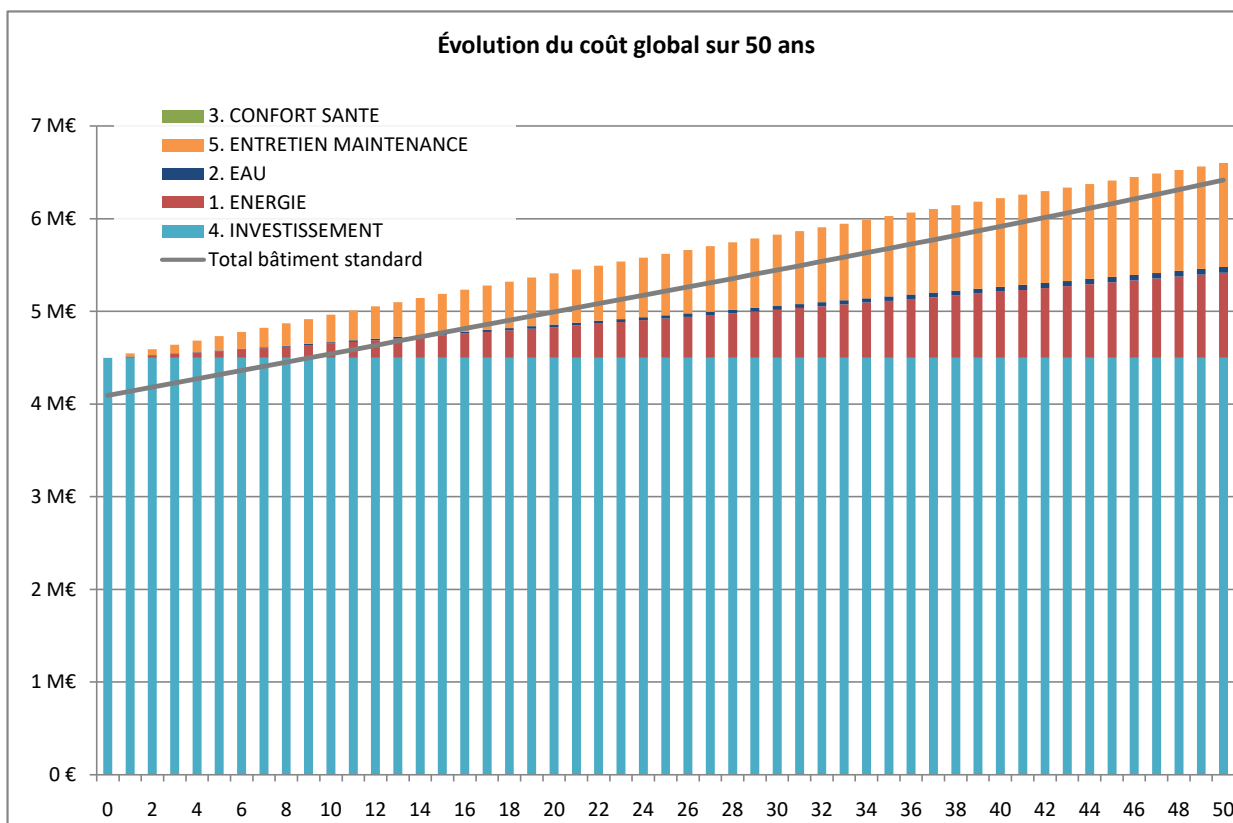
Pour cette étude, un bâtiment "standard" équivalent théorique a été créé à partir du bâtiment réel pour pouvoir comparer l'opération BDM à une opération qui n'aurait pas fait l'objet d'une démarche qualité particulière. Le bâtiment standard a donc été créé en considérant une performance au niveau RT, les matériaux et systèmes les plus classiques, etc., et en estimant le coût correspondant.

	Bâtiment BDM	Bâtiment standard (RT2005)
Structure et enveloppe		
Structure	Ossature mixte acier/bois	Béton
Murs extérieurs	RDC : Pierre de vers R+1 : mur ossature bois Isolation ouate de cellulose et fibre de bois	Béton ITI laine de verre
Dalle basse	RDC : dalle béton R+1 : plancher collaborant bois/béton Isolation ouate de cellulose sous dalle + polystyrène sous chape	Dalle béton avec isolation polystyrène sous chape
Plancher haut	Toiture en bois, isolation ouate de cellulose	Toiture terrasse béton Isolation laine de verre
Fenêtres	Bois double vitrage	PVC double vitrage
Étanchéité à l'air	Q4 = 1,14 m ³ /h/m ²	Q4 = 1,7 m ³ /h/m ²
Équipements CVC		
Ventilation	Simple flux par insufflation zones enseignement Double flux sur sonde CO2 salle psychomotricité et restaurant Naturelle par ouvrants motorisés en façades et tourelles	Simple flux extraction dans les sanitaires Par ouverture des fenêtres dans les classes
Chauffage	PAC CIAT sur forage (16m) Planchers chauffants réversibles et préchauffage de l'air neuf Refroidissement par freecooling	Chaudière gaz Radiateurs à eau
ECS	Solaire thermique 6,6 m ² (tubes sous vide), appoint électrique	ballons électriques



Les consommations du bâtiment BDM sont 2 fois plus faibles que le bâtiment standard, mais seulement 10% plus faibles en énergie primaire, ce qui s'explique par la différence d'énergie de chauffage (PAC pour le bâtiment BDM, gaz pour la référence). **Les coûts énergétiques sont au final plus faibles de 25% pour le bâtiment BDM.**

Il faut noter **une consommation anormalement haute pour les auxiliaires de chauffage** (dont notamment la pompe sur eau de nappe), qui consomment 2 fois plus que la PAC elle-même. Cela s'explique par les volumes d'eau de nappe très importants pompés en été pour le freecooling, mais il y a sans doute une importante marge d'économie sur la régulation de ces systèmes.



Ce graphique présente sous forme d'histogramme l'évolution du coût global du bâtiment BDM au fil des années et permet la comparaison avec le bâtiment standard (trait gris). Chaque bâton représente le cumul des coûts depuis la livraison du bâtiment. Il permet de voir l'impact de l'investissement initial et des coûts de fonctionnement (consommations d'énergie, entretien et maintenance).

Malgré les coûts énergétiques plus faibles pour le bâtiment BDM, le coût global sur 50 ans est supérieur à la référence à cause de l'investissement initial et des coûts d'entretien/maintenance qui sont plus élevés.

Conclusions

La construction de cette école a suivi **une démarche qualité ambitieuse**, qui lui a valu d'obtenir **le niveau Or de la démarche BDM**. De plus, le confort du bâtiment est très apprécié par les occupants, hormis quelques problèmes non encore réglés en intersaison.

Cependant, **les surcoûts d'investissement et d'entretien/maintenance dépassent les économies d'énergie réalisées**. Sur ce bâtiment, **le coût global est donc plus important de 180 k€ sur 50 ans pour le bâtiment BDM par rapport au bâtiment standard**. Le bénéfice durable tel que défini dans la démarche BDM est donc négatif.

Certains équipements s'avèrent peut-être trop techniques et complexes par rapports aux bénéfices apportés (éclairage biodynamique, ventilation naturelle automatique, GTB et instrumentation...), ce qui rend leur réglage et leur maintenance difficiles et coûteux. Il faut également tenir compte du caractère innovant de certaines solutions mises en œuvre, ce qui explique les difficultés de réglages et certains problèmes de fonctionnement non anticipés.

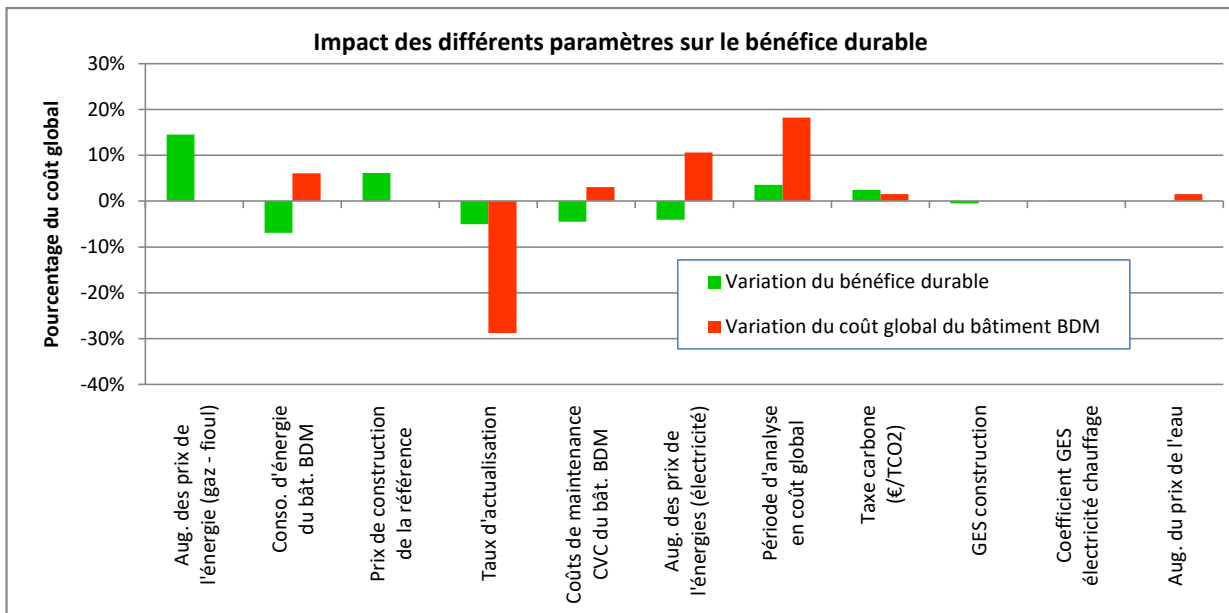
Annexe : Limites de l'étude

Les coûts et bénéfices sont calculés du point de vue du propriétaire du bâtiment. Le périmètre s'arrête à la parcelle, et les aspects territoriaux traités dans la démarche BDM ne sont pas pris en compte.
 Cette étude compare le bâtiment réel à un bâtiment théorique "standard". Mais certains paramètres sur lesquels la démarche BDM fixe des objectifs n'ont pas été modifiés dans la définition de ce bâtiment "standard" :

Paramètres conservés	Paramètres modifiés pour créer la référence
- Géométrie et architecture du bâtiment (surfaces, aménagement, surfaces vitrées, localisation, ombrages...). Ceci ne permet notamment pas de tenir compte de la qualité bioclimatique de la conception, encouragée par la démarche BDM. - Consommations d' électricité spécifique	- Performance thermique de l'enveloppe (épaisseurs d'isolant, étanchéité à l'air) - Matériaux utilisés (ce qui a un impact sur l'énergie grise et le calcul de la taxe carbone) - Systèmes CVC et type d'énergie - Coûts de construction, d'exploitation et de maintenance (en fonction des systèmes et matériaux)

Le directeur de l'établissement, interrogé pour l'étude, a estimé sur la base de son expérience une augmentation de la productivité des employés en partie due au confort intérieur. Ce bénéfice ne se retrouve pas dans les résultats quantitatifs présentés ci-dessus car il est estimé par l'équipe projet que, contrairement au privé, dans le cas de l'éducation publique le gain de productivité ne se traduit pas par des gains financiers pour le propriétaire gestionnaire du bâtiment.

Remarques sur le projet



Ce graphique permet d'identifier l'importance de chaque paramètre et hypothèse sur le coût global du bâtiment BDM (en rouge), et sur le bénéfice durable, qui est la différence entre le coût global du bâtiment BDM et celui de la référence non BDM, (en vert).

Quand l'impact est négatif, c'est qu'une augmentation de ce paramètre diminue le résultat.

Les facteurs les plus influents sont l'augmentation des prix du gaz (qui impacte le bâtiment standard), la consommation d'énergie du bâtiment BDM et le prix de construction de la référence.

Le taux d'actualisation considéré et la période d'analyse ont un impact important sur le coût global, mais **l'impact porte sur les 2 bâtiments**, la variation du bénéfice durable suit donc les variations des coûts globaux.

Les autres paramètres concernant l'énergie et l'entretien/maintenance ont également un impact sensible.

Cette analyse montre qu'il faut relativiser les chiffres donnés, qui dépendent fortement de certaines hypothèses parfois assez incertaines (augmentation des prix de l'énergie par exemple). Ils permettent néanmoins d'obtenir des ordres de grandeurs et de bien identifier les enjeux en coût global.

Principales hypothèses prises en compte dans le calcul		
Paramètre	Valeur	
Augmentation des coûts de l'énergie et de l'eau	Gaz et fioul	4 %/an
	Électricité	4 %/an pendant 10 ans puis 2 %/an
	Électricité renouvelable produite	Autoconsommée ou revendue au même prix que l'électricité du réseau
	Bois	1 %/an
	Eau	1 %/an
Montant de la taxe carbone	45 €/TéqCO2	
Taux d'actualisation	1.5%	
Taux d'inflation	Les calculs sont réalisés en €TTC constants (valeur 2018), donc l'inflation n'est pas prise en compte.	
Postes d'entretien/maintenance pris en compte	P2 et P3 équivalent pour le CVC Mises à niveau techniques du second œuvre (remplacement d'équipements, remises en peinture etc....) Prestation de suivi énergétique sur toute la période	