



Nom de l'opération

CFA - Eco-campus Provence de Sainte Tulle

Équipe de maîtrise d'œuvre

Architectes : SARL R+4 architectes - Leteissier Corriol BET structure bois : Gaujard Technologie
 BET fluides : Adret Ingénieurs Associés Scop
 BET Structure béton / VRD / Économiste : Paysagiste : SARL H&R
 Verdi Ingénierie Méditerranée Acousticien : Génie Acoustique

Nature de l'ouvrage

Construction de l'ECO-CAMPUS CFA

Descriptif

Niveau BDM : Or (réalisation)

Coût travaux : **Date de livraison :** **SHON RT :**
 8 810 000 €TTC 2017 4099 m²

Enjeux durables du projet

Réalisation d'un bâtiment performant sur le plan thermique (RT 2012 – 15%) :
 Enveloppe très performante, étanchéité à l'air, circulations non chauffées, recours aux ENR, système de comptage, GTB...

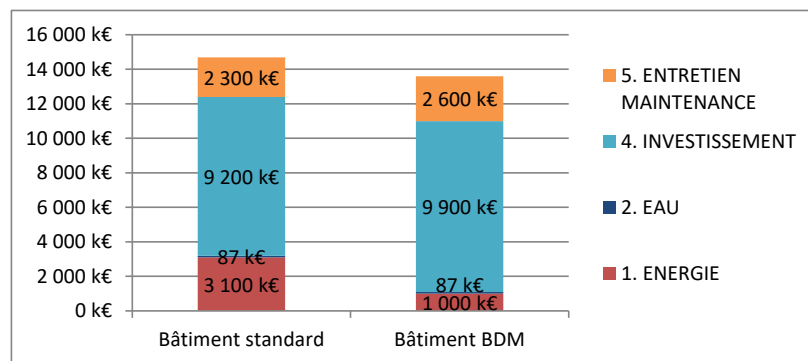
Réalisation d'un bâti confortable pour le confort d'été, confort visuel ou acoustique : approche bioclimatique, protections solaires, toiture ventilée et végétalisée, bâtiment traversant avec ventilation naturelle et éclairage naturel des patios, végétalisation extérieure, orientation des salles d'activité ou d'enseignement pour les apports de lumières naturelles et le confort acoustique performant.

Mise en œuvre d'éco-matériaux et/ou biosourcés, avec la volonté d'une provenance locale : construction à ossature bois, isolants biosourcés en fibre végétale, rétention/végétalisation des toitures, végétation créée avec essences locales...

Faire de ce bâtiment un support exemplaire et pédagogique pour ce CFA : Forte implication et ténacité de l'ensemble des concepteurs tout au long du projet jusqu'à sa livraison.

Sur une période de 50 ans :

Coût global = 13 700 000 € - Bénéfice durable = 960 000 €



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

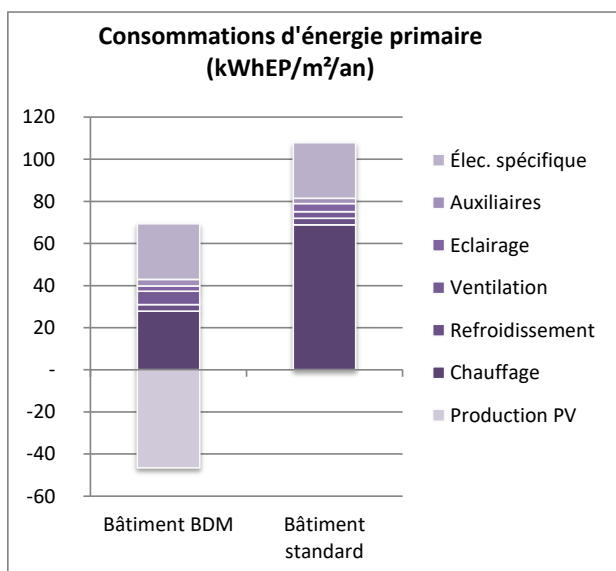
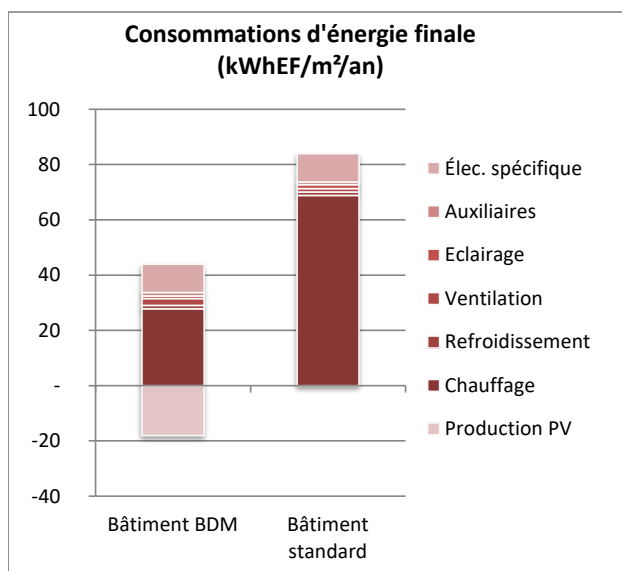
Coût total investissement	9 870 000 €	(2 400 €/m ²)
Foncier	- €	
Gros œuvre + VRD	5 380 000 €	
Second œuvre	3 430 000 €	
Programmation + Moe + AMO	1 060 000 €	
Subventions	0 €	

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.

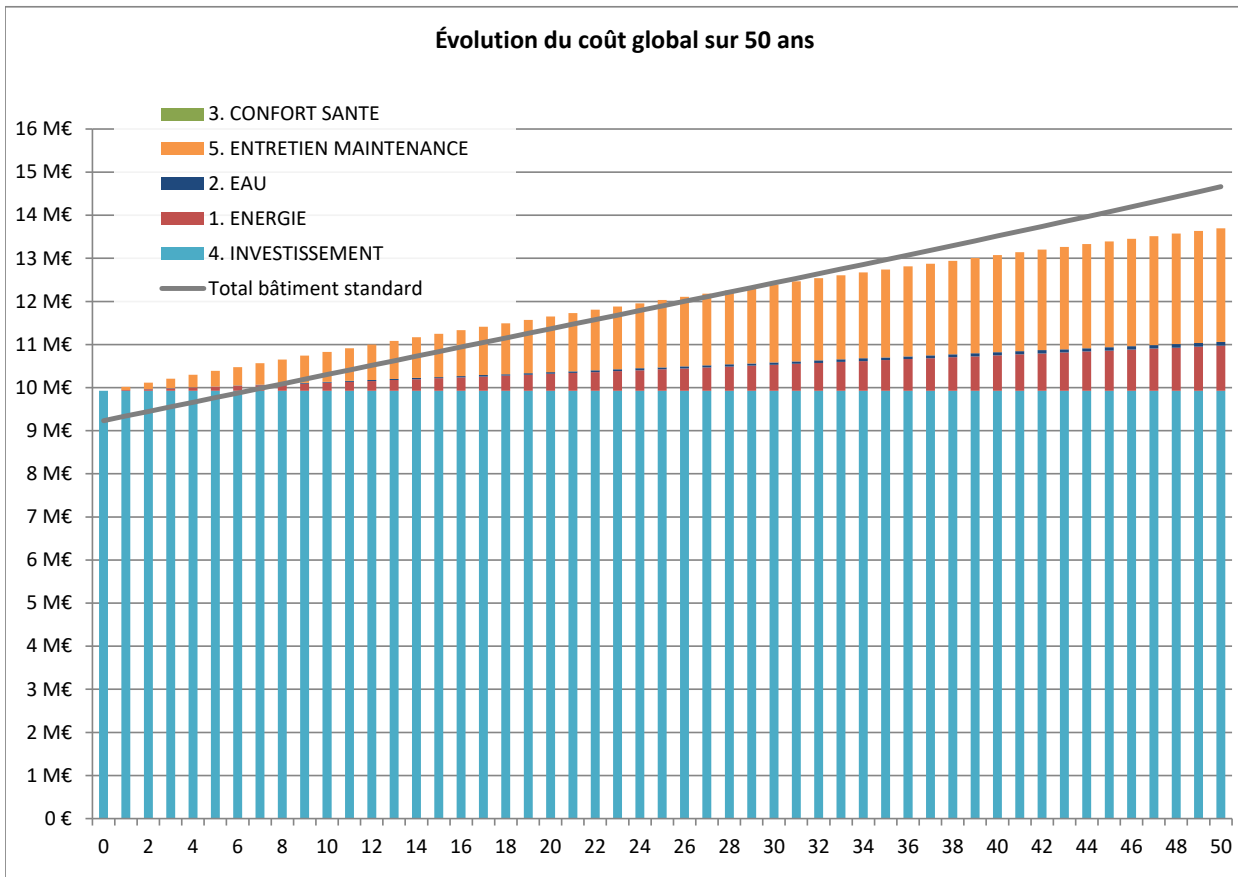
	Bâtiment BDM	Bâtiment standard (RT2012)
Structure et enveloppe		
Structure	Ossature bois	Béton
Murs extérieurs	Ossature bois - isolant biosourcé	Béton ITI laine de verre
Dalle basse	Poutrelles hourdis polystyrène avec chape béton sur soubassements béton.	Idem
Plancher haut	Toiture végétalisée - isolant biosourcé, avec vide d'air ventilé sous toiture "froide".	Toiture terrasse béton - isolation polyuréthane
Fenêtres	Double vitrage aluminium à rupture de pont thermique Vitrages à contrôle solaire par endroits	Double vitrage aluminium
Étanchéité à l'air	$Q_4 = 1.4 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	$Q_4 = 1.7 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$
Équipements CVC		
Ventilation	Double flux à variation de débit (sondes CO2, détection de présence) - contrôle par GTB.	Simple flux, permanent dans les sanitaires
Chauffage	Chauffage solaire thermique (45m ²) - appoint chaudière bois plaquette Plancher chauffant - radiateurs - panneaux rayonnants	Chaudière gaz à condensation - radiateurs
ECS	accumulateurs ou instantanés situés au plus près des besoins.	Idem
Production ENR	PV semi-transparent sur patios : 446m ² - P=52.5kWc	non



Le bâtiment a été livré en juillet 2017, donc les consommations annuelles d'énergies sont estimées à partir de quelques mois de relevé disponibles. Il sera intéressant de les actualiser après quelques années d'utilisation.

Les consommations d'énergie primaire du bâtiment BDM sont presque 5 fois plus faible que la référence, grâce à la performance de l'enveloppe, à la ventilation double flux et à la production solaire photovoltaïque.

Par contre, la production de chauffage solaire thermique est nettement en-dessous des prévisions, avec seulement 4 500kWh au lieu de 23 000kWh calculés en conception.



Ce graphique présente sous forme d'historgramme 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).

L'investissement initial du bâtiment BDM est plus important, mais cet écart est compensé par les économies d'énergies au bout d'environ 30 ans, et le bénéfice au bout de 50 ans atteint près d' 1 M€.

En effet, le bâtiment BDM est avantagé à long terme grâce au choix du bois et à la production d'électricité renouvelable.

Conclusions

La construction du CFA de Sainte Tulle a suivi une **démarche qualité ambitieuse**, qui lui a valu d'obtenir **le niveau Or de la démarche BDM**.

Le coût global de ce bâtiment représente 1.4 fois le coût d'investissement sur 50 ans. **Le bénéfice apporté par la démarche BDM est de presque 1M€ sur 50 ans, soit 10% du prix d'investissement.**

Le coût d'investissement du bâtiment BDM est de 8% supérieur à celui du bâtiment standard, **ce qui est compensé par des coûts énergétiques nettement plus faibles que la référence.** De plus, **le bâtiment BDM sera moins sensible à l'augmentation des prix de l'énergie** grâce à l'utilisation du bois et à la production d'électricité photovoltaïque.

Annexe : Limites de l'étude

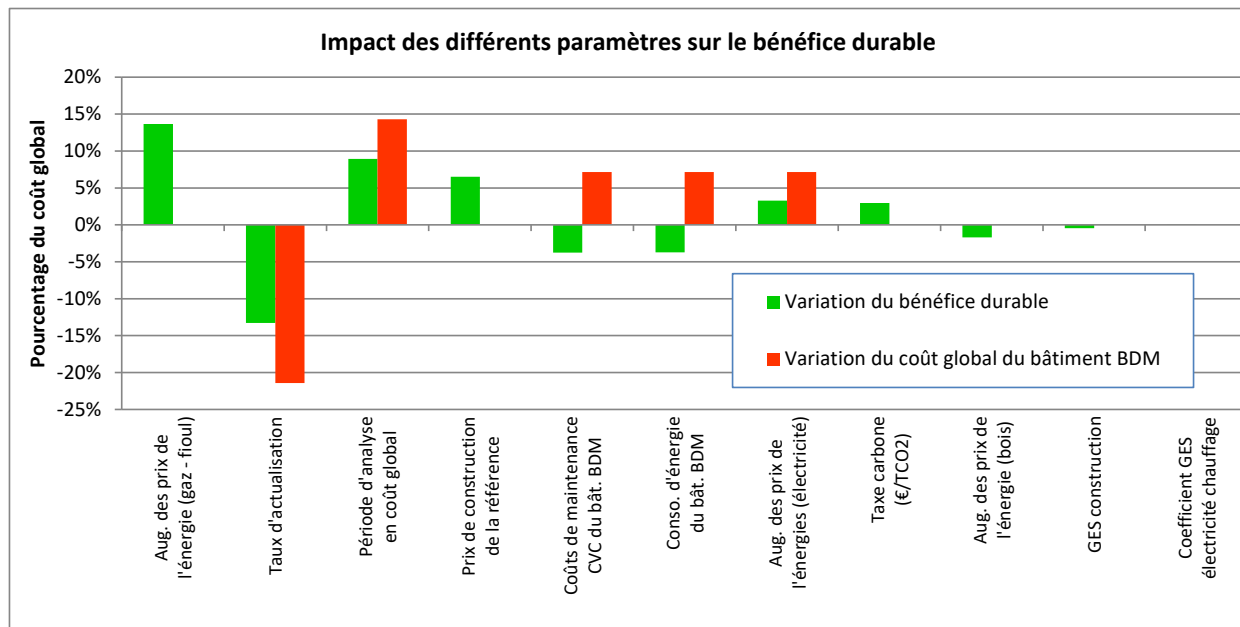
Les coûts et bénéfices sont calculés du point de vue du propriétaire du bâtiment. Le périmètre s'arrête à la parcelle, et les aspects territoriaux traités dans la démarche BDM ne sont pas pris en compte. Cette étude compare le bâtiment réel à un bâtiment théorique "standard". Mais certains paramètres 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)

Remarques sur le projet

Le bâtiment a été livré en juillet 2017, et les données de consommations disponibles vont de novembre 2017 à juin 2018, soit moins d'une année de relève. Les coûts de MOE et autres études n'ont pas été transmis, donc ils ont été estimés. De même, le plan de financement et les éventuelles subventions reçues sont inconnus.

L'étude qualitative des usagers réalisée par l'institut Négawatt a reçu 5 réponses. Il en ressort un ressenti du confort intérieur plutôt négatif dû à des problèmes de chauffage, de ventilation et de bruit, qui sont dus à la période de "rodage technique" dans laquelle se trouve le bâtiment, car il est dans sa première année d'utilisation. Une partie de ces problèmes ont déjà été réglés, il faudra sonder à nouveau la satisfaction des usagers après 2 ou 3 ans de fonctionnement.



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) et le prix de construction estimé du bâtiment standard. Les autres paramètres concernant l'énergie ont également un impact important.

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.

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...). 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	