

# MEDIATHEQUE MONTAIGNE A FRONTIGNAN



Photo Luc Boegly

**TAUTEM**  
ARCHITECTURE





# Sommaire

0. Présentation	5
1. Bâtiments Durables Méditerranéens	6
2. RT2005, RT2012 et exigences énergétiques du projet	6
3. Inertie	7
4. Etanchéité à l'air et protection solaire de l'enveloppe	9
5. Ventilation	11
6. Géothermie profonde	12
7. Autres dispositifs	13
8. Surcoût HQE & BBC - Coût global – Performances	15
9. Les acteurs du projet	16

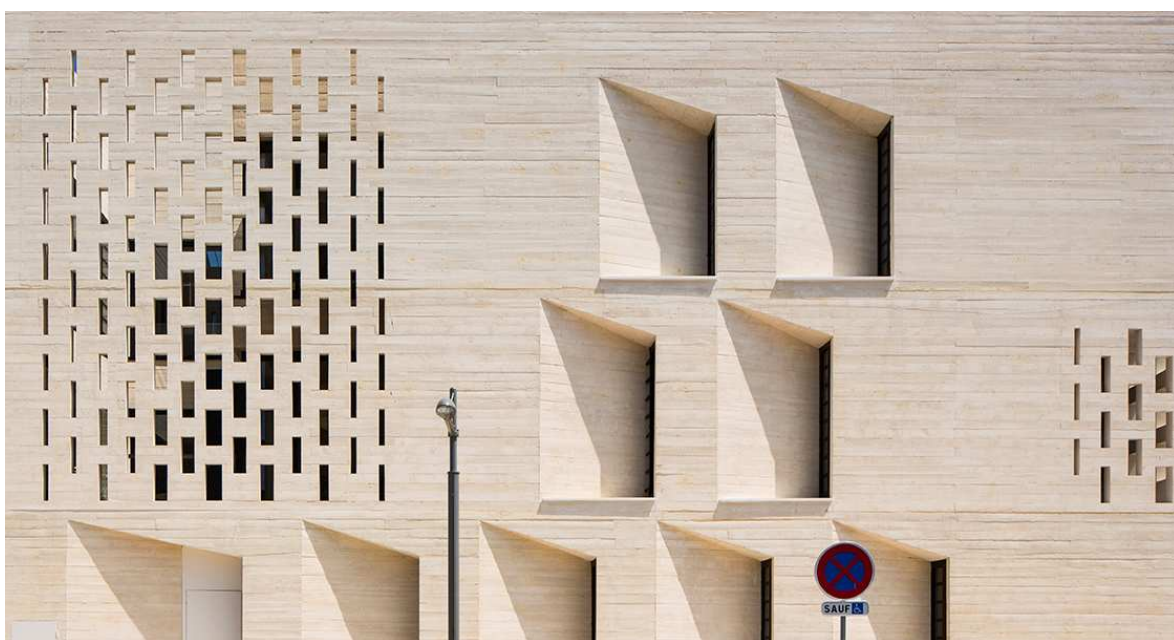


Photo Luc Boegly

Document établi en février 2016



# 0. Présentation

Cet équipement culturel réunissant médiathèque, ludothèque et une salle gradinée pour 90 spectateurs ouvert aux habitants de plusieurs communes de l'agglomération en mars 2015, était destiné à devenir le bâtiment public majeur du futur écoquartier des Pielles, celui-ci prenant place là où se dressait autrefois 8ha de zone industrielle désormais en friche.

Le projet de ZAC confié à l'agence Pierre TOURRE avait déjà remporté, en 2009, le **1<sup>er</sup> prix du palmarès national Éco-Quartier dans la catégorie « sobriété énergétique »**, pour sa réflexion très poussée sur le confort thermique d'été en climat méditerranéen. (la Ville de Frontignan s'est engagée ensuite dans la démarche d'obtention du **label national Ecoquartier**, démarche validée le fin 2014 par l'obtention du diplôme "Engagé dans la labellisation")



Ville de Frontignan



PIERRE TOURRE - architecte urbaniste / ARCADI - paysagistes / Cabinet Merlin - B.E.T. V.R.D. et Hydraulique / T.R.I.B.U. conseil - HQE / G. JOURDAN - acoustique

Dès la phase de faisabilité, la communauté d'agglomération THAU AGGLO, Maître d'ouvrage, en accord avec sa politique de développement durable a choisi de faire de cette nouvelle médiathèque un élément fort d'exemplarité en termes de performances environnementales et énergétiques. Une double démarche de certification NF Bâtiments tertiaires Démarche HQE® neuf & BBC a donc été engagée et inscrite dans le programme du concours lancé fin 2010.

Le profil environnemental de l'opération rappelé ci-dessous a donc été établi conformément au Référentiel Générique Neuf Bâtiments Tertiaires applicable au 20 janvier 2012.

Initialement, il n'était prévu que 4 cibles en TP (4, 7, 8 et 10) cette exigence a été optimisée en cours d'études. En accord avec la maîtrise d'œuvre, davantage de cibles ont pu atteindre le niveau Très Performant et plusieurs sont passées de Base à Performant. Cet objectif a pu être maintenu et confirmé en phase réalisation.

TP														
P														
B														
Cibles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Familles	Eco-construction			Eco-gestion			Confort				Santé			

	Famille	Cible	Intitulé de la cible	Niveau de performance pour la cible
Maîtrise des impacts environnementaux	Eco-construction	1	Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat	TP
		2	Choix intégré des procédés, produits et systèmes	P
		3	Chantier à faibles nuisances	P
	Eco-gestion	4	Gestion de l'énergie	TP
		5	Gestion de l'eau	P
		6	Gestion des déchets d'activités	B
Maîtrise de la qualité des espaces	Confort	7	Gestion de l'entretien et de la maintenance	TP
		8	Confort hygrothermique	TP
		9	Confort acoustique	P
		10	Confort visuel	TP
	Santé	11	Confort olfactif	P
		12	Qualité sanitaire des espaces	B
		13	Qualité sanitaire de l'air	P
		14	Qualité sanitaire de l'eau	B

# 1. Bâtiments Durables Méditerranéens

---

A la suite de l'engagement de la région Languedoc-Roussillon de porter la démarche BDM en LR, le Maître d'Ouvrage s'est posé la question, en cours d'études, d'engager une démarche de reconnaissance BDM. AUBAINE, en tant qu'AMO Performance Energétique et QEB de l'opération et qui possédait déjà l'expérience en BDM en PACA, a donc naturellement proposé à Thau-Agglomération d'accompagner également le projet dans cette reconnaissance.

Il convient également de préciser que l'architecte de l'opération, Mme Dominique Delord de l'agence TAUTEM Architecture était également habilitée en tant qu'accompagnateur BDM à partir de juin 2012.

## 2. RT2005, RT2012 et exigences énergétiques du projet

---

La localisation géographique de la médiathèque est : 43°27' N 3°45' E

Ou en coordonnées Lambert II étendu NTF X = 0715317 m Y = 2828691 m

Altitude 10 m.

Zone climatique H3

Le programme exigeait une consommation énergétique maximale de 50 kWhep/m<sup>2</sup> SHON pour les usages réglementaires : Chauffage, Rafraîchissement, Ventilation et Eclairage (+auxiliaires). Cet objectif était extrêmement contraignant, notamment du fait que cette consommation devait être établie par calcul dit « réel » et non simplement par calcul réglementaire :

- Simulation Thermique Dynamique pour les besoins en chaud et en froid (+ auxiliaires suivant puissance et temps de fonctionnement),
- Eclairage en fonction de la puissance installée en corrélation avec les Facteurs de Lumière du Jour et l'autonomie en éclairage naturel,
- ECS suivant le besoin estimé,
- Ventilation suivant la puissance et le temps de fonctionnement des CTA

Le permis de construire ayant été déposé en février 2012 mais l'activité de l'équipement n'entrant pas dans le champ des bâtiments concernés par la RT2012, l'étude réglementaire qui s'applique sur le projet a donc été la RT2005. L'objectif BBC exige une consommation maximale de 50% de la RT2005 soit 71.2 kWhep/m<sup>2</sup> hors ECS (non compté comme réglementaire et Cefré = 166.3). Ce chiffre est bien sûr à prendre avec toutes les précautions requises notamment du fait de l'inexactitude de la RT2005. L'objectif de 50 kWhep pour les usages réglementaires (calculé suivant une méthode de calcul physique comme décrit plus haut) couplé à une certification HQE et reconnaissance BDM devrait être au-delà des exigences d'une étude réglementaire RT2012.

Pour répondre à ces exigences programmatiques, le projet a misé sur plusieurs dispositifs développés plus loin :

–L'inertie considérable du bâtiment du fait de sa compacité et sa massivité, pour ce faire, les façades en double voile, les planchers nervurés et les sols nus dans la plupart des locaux destinés à accueillir du public présentent un développé considérable de matériau à forte inertie car majoritairement en béton brut

–La bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe et la protection solaire des baies pour limiter les déperditions et les apports thermiques indésirables

–Le free cooling, associé à des brasseurs d'air pour le confort thermique d'été et une ventilation mécanique double-flux en toutes saisons.

–La géothermie sur sondes profondes associée à une PAC eau/eau au COP performant

D'autres moyens dits « vertueux » mais moins impactants sur le projet; contribuent à la sobriété de l'édifice, ils sont également évoqués ci-après.

### 3. Inertie

Le volume de la médiathèque est particulièrement compact, très précisément inscrit à l'intérieur des limites du lot : un quadrilatère trapézoïdal d'une trentaine de mètres de côté. Le programme se développant en R+2 sur un niveau enterré, c'est donc un solide très massif qui émerge du sol, cette massivité a été volontairement soulignée par le traitement architectural des parois extérieures.

Le principe d'une isolation thermique par l'extérieur est imposé par le cahier des charges de la ZAC, il a l'avantage considérable de régler les problèmes de pont thermique au droit des planchers et autorise un échange thermique entre la paroi intérieure porteuse (à forte inertie) avec le volume intérieur ce qu'obèrerait totalement un doublage en plaques de plâtre. Le calcul règlementaire indique un Ubat ( $W/m^2.K$ ) de 0.612

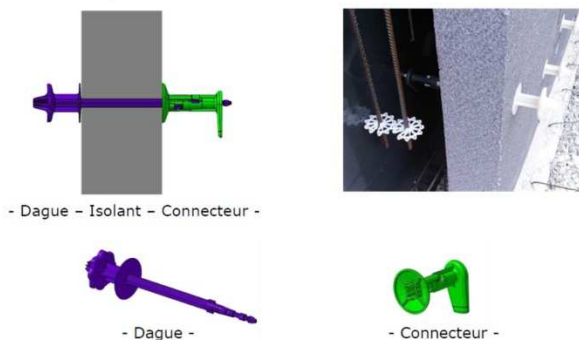
Pour des raisons purement architecturales visant à conserver une matérialité à cette enveloppe extérieure, le béton a été préféré à toute autre matériau de vêtire forcément plus frêle, de plus, pour conférer au bâtiment un aspect monolithique, seul convenait un béton coulé en place et surtout pas un appareillage d'éléments préfabriqués dont les joints auraient quadrillé la façade.

Le choix s'est donc porté pour les façades, vers une technique dite de « double-voiles » qui permet la réalisation simultanée de deux parois en béton coulé en place prenant en sandwich un isolant thermique forcément rigide.

La difficulté du maintien de cet isolant pendant toute la phase de coulage est résolue par un système d'écarteurs de banches à entretoises réglables breveté, appelé GBE®.

#### Principe du double voile

Un système de connecteurs breveté pour le maintien de l'isolant en position



Les épaisseurs des deux voiles sont conditionnées par leur fonction structurelle ou non. Le voile intérieur, porteur, a une épaisseur de 18cm, le voile extérieur qui joue seulement un rôle de protection de l'isolant a une épaisseur de 12 cm (le brevet autorise des épaisseurs bien moindre : jusqu'à 8cm, mais l'expérience de coulage de voiles sur une si faible épaisseur ne garantit pas la finition brute recherchée pour la médiathèque).

L'isolant est un polyuréthane de 120mm ( $R$  de  $5 m^2.K/W$ ), l'ensemble confère à la paroi un  $U_p$  de  $0.283W/m^2.K$

La notion d'épaisseur est encore accentuée par le plissement de la façade qui souligne les embrasures des baies et donne l'impression que celles-ci atteignent jusqu'à 1 m de profondeur.

Il a été livré par Cemex (unité de production de Frontignan) 1 160m<sup>3</sup> de béton prêt à l'emploi, soit 150 toupies.



Les planchers à caissons constituent l'autre moyen de développer les surfaces de contact pour profiter de la fraîcheur relative du béton. Ils autorisent le franchissement de grandes portées et libèrent ainsi l'espace intérieur de quasiment tout point porteur. Ils offrent ainsi une grande fluidité spatiale et une flexibilité d'usage ultérieur souhaité par le maître d'ouvrage et à laquelle il semblait indispensable de souscrire compte tenu de la « durabilité » du matériau employé pour cette enveloppe.



Une simple chape de béton est coulée au-dessus des serpentins du plancher chauffant rafraichissant. Les sols sont laissés brut partout, sauf dans les bureaux de l'administration et la salle de rencontres (un auditorium de 90 places dont l'utilisation est très intermittente et où l'inertie n'est surtout pas souhaitée : c'est d'ailleurs le seul local dont les parois sont entièrement revêtues de panneaux d'ébénisterie qui en corrigent l'acoustique).



La terrasse supérieure dispose d'une isolation conséquente : 150 mm de polyuréthane ( $R$  de  $6.55 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ), pour un  $U$  de  $0.148 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  et fait également l'objet d'un renforcement de l'inertie par la végétalisation de la majeure partie de sa surface.



## 4. Etanchéité à l'air et protection solaire de l'enveloppe

Le projet a fait l'objet d'une attention particulière à l'étanchéité à l'air pour son enveloppe et plusieurs tests de perméabilité ont été réalisés en début puis en toute fin de chantier par l'expert en infiltrométrie Olivier Joffre.

En début de chantier, les entreprises ont suivi une séance de formation/information et destinée à les sensibiliser à l'objectif et aux moyens et outils permettant d'atteindre l'objectif issu du calcul thermique consistant à satisfaire à l'exigence suivante :  $n_{50} < 1$  vol/h, autrement dit sous une pression de 50 Pa (comparable à un vent de 30 km/h), les infiltrations ne doivent pas excéder 1 vol/h soit 8 000 m<sup>3</sup>/h

L'enveloppe est constituée par le voile intérieur béton réputé parfaitement étanche à l'air, l'attention s'est donc surtout portée sur les points délicats que constituent les jonctions châssis/béton, la configuration de la plupart des baies étant de type « pose en tunnel » ainsi que les jonctions entre les différentes parties des baies : il s'agit en majorité de menuiseries bois équipées de vantaux coulissants ou d'ensembles constitués d'un ouvrant à la française superposé à une allège équipée de ventelles à ouverture manuelle ou automatique et destinées à l'entrée d'air neuf pour le désenfumage et pour le free-cooling.

Ce type de châssis dont l'étanchéité à l'air semblait très douteuse à l'AMO HQE a été testé dans un petit bâtiment prototype réalisé à distance de la médiathèque en tout début de chantier et destiné à tester grandeur nature, quantité des dispositifs souvent originaux avant leur mise en œuvre dans le bâtiment.

Ce premier test réalisé en septembre 2013, a mis en évidence un défaut d'étanchéité à la jonction des ventelles. Laissées telles que, et en extrapolant à l'ensemble du bâtiment, ces fuites auraient constitué, à elle seules, 38% de l'objectif ! Ce constat a donc conduit au changement du fournisseur (Colt préféré à Souchier) et au renforcement de la prescription.

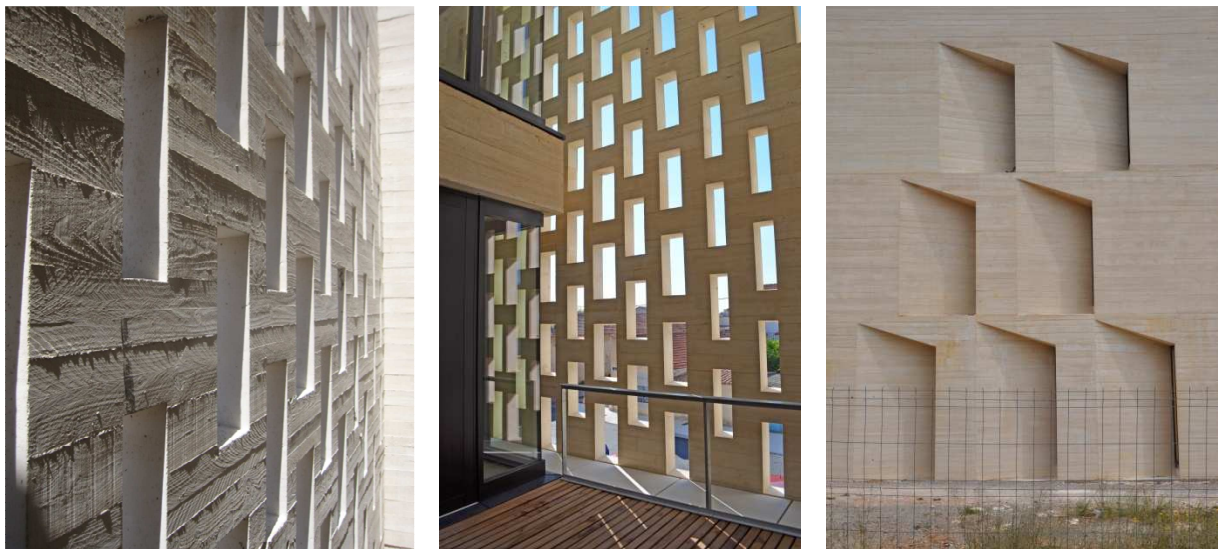
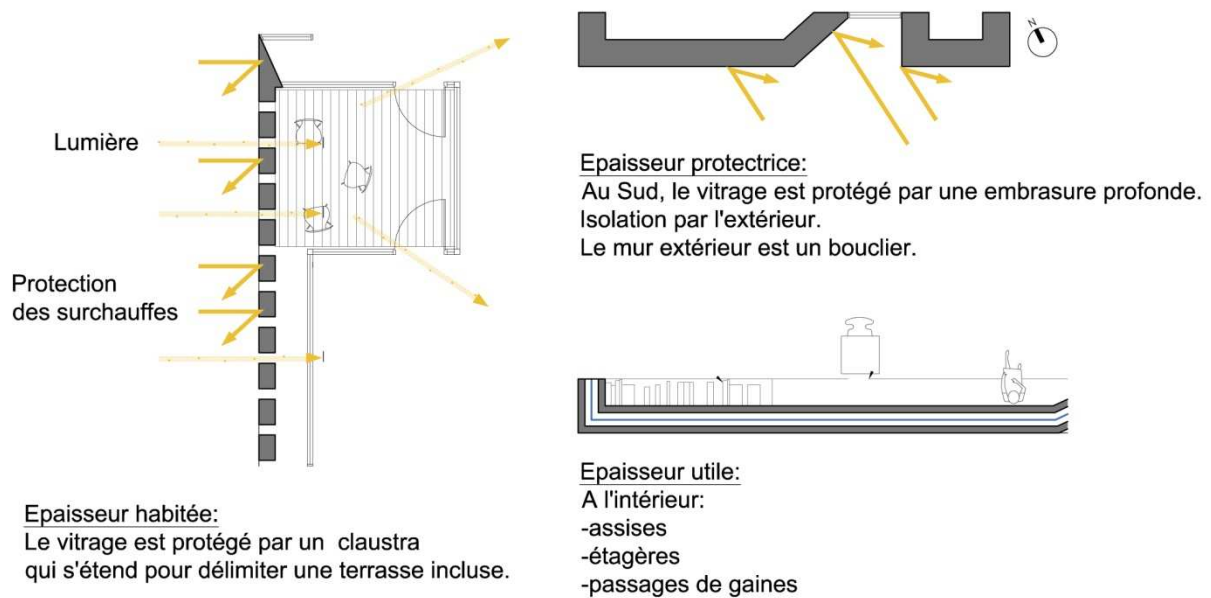


Un second test, sur l'ensemble du bâtiment a été réalisé début octobre 2014, à la fin du hors d'eau hors d'air, très (trop) tardif puisque quasiment à la réception des travaux ! Il s'est avéré catastrophique. La pression de 50Pa n'a même pas pu être atteinte et le test a permis de définir le Q4Pa-surf (m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)) à 2.62 au lieu de 1.7 (valeur par défaut de la RT2005). La surface équivalente de fuite sous 4Pa correspondait à un vide d'1m<sup>2</sup> !

Cette fois les ventelles n'étaient pas les responsables du mauvais résultat, mais les origines restaient multiples. Les tourelles de désenfumage constituaient une cause majeure : du fait de la mise en pression du volume, les ventelles closes par leur seul poids s'entrouvrent. Était également en cause l'absence de calfeutrement correct sur une série non négligeable d'ouvrages, qu'il s'agisse de serrurerie, menuiseries bois et un nombre considérable de traversées de réseaux. Les entreprises ont apporté toutes les améliorations nécessaires à ces fuites facilement localisables, sauf, les plus difficiles à mettre en œuvre qui nécessitaient une dépose complète des châssis dont les joints périphériques étaient insuffisamment compressés (dernière source majeure des infiltrations).

Un ultime test a été effectué en décembre 2014, après ces compléments de calfeutrement, le résultat était presque acceptable avec un Q4Pa-surf (m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)) à 1.67 mais le  $n_{50}$  reste largement  $> 1$  puisque calculé à 2.36, toutefois le maître d'ouvrage a accepté de s'en satisfaire.

La protection solaire a été prise en compte dès la phase concours puis affinée par simulation à l'héliodon sketchup en cours d'études. La configuration des baies tient compte de l'orientation des façades. Au nord, une seule grande ouverture se découpe toute hauteur au R+1 et éclaire les bureaux de l'administration. Au sud, les baies profitent de l'épaisseur de la façade qui se plie pour créer des embrasures d'1m de profondeur. Le portique de la façade est, qui installe les murs rideaux de plus en plus en retrait au fur et à mesure que l'on monte, met dans l'ombre leurs grandes surfaces vitrées qui sont en contact avec les plateaux de la médiathèque ou de la ludothèque. Aucun vitrage n'est directement orienté ouest, des systèmes d'ouïes en creux viennent systématiquement chercher la lumière au nord évitant ainsi, de fait, les surchauffes de fin d'après-midi, en mi-saison et en été.



Même les deux volumes vitrés qui émergent en terrasse supérieure pour conduire la lumière au cœur du bâtiment sont protégés par des brise-soleil à lames verticales orientables Durmi, sur leurs faces Est et Ouest.

Quelques baies dérogent à ces principes généraux, elles sont percées dans des infléchissements du voile intérieur et se trouvent protégées par l'écran que constitue le seul voile extérieur alors perforé par des percements rectangulaires, façon « claustra ».

De grandes toiles d'ombrage constituées par des stores bannes qui viennent se glisser entre les portiques de la terrasse de lecture, abritent cet espace extérieur ouvert au public et complètent la protection solaire des vitrages des coulissants toute hauteur qui lui donnent accès.

## 5. Ventilation

Le bâtiment est soumis à deux dispositifs de ventilation distincts :

- une ventilation hygiénique mécanique en double flux assurée par 6 centrales de traitement d'air (deux en sous-sol pour les locaux du RDC et quatre en terrasse supérieure qui traitent l'air des étages supérieurs). Des sondes de CO<sub>2</sub> équipent tous les locaux autres que sanitaires et permettent de limiter strictement leur fonctionnement aux besoins réels de renouvellement d'air.
- une ventilation naturelle qui procure plutôt un rafraîchissement de confort en période estivale.

Cette ventilation naturelle ou « free-cooling » est majoritairement assurée par la « boîte à vents/boîte à lumière » qui s'installe cœur de la médiathèque et qui assure effectivement cette double fonction :

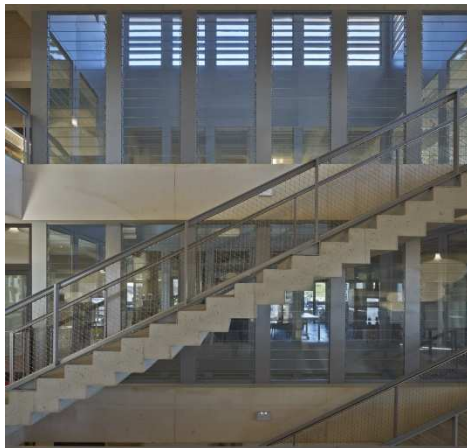
- Amenée la lumière au centre des plateaux pour éclairer en second jour plusieurs fonctions (salle de réunion au R+1, espace de consultation du catalogue et accueil au RDC...).

Evacuation de l'air chaud par effet « cheminée » jusqu'aux ouvrants situés en partie haute et qui débouchent en terrasse supérieure. Le volume haut sert de tampon de surchauffe, et en période chaude, l'ouverture se fait automatiquement lorsque la température intérieure est supérieure de 3°C à la température extérieure.



En effet, soumise à un régime de vent lié à sa proximité avec le littoral, la médiathèque profite de l'inversion thermique et des brises marines. Le projet a cherché à profiter de ces flux d'air.

Pour jouer son rôle de « tour à vent » ce puits central est vitré sur presque toutes ses faces et très largement constitué de ventelles pivotantes automatiquement, en simple vitrage quand elles mettent en relation les deux volumes intérieurs, en double vitrage pour les exutoires de l'émergence en terrasse.



L'amenée d'air neuf s'effectue en façade, par les ventelles vitrées placées en allège des baies dont l'ouverture est également actionnée automatiquement.

Le dispositif est commandé par deux sondes de température ambiante disposées en partie supérieure du R+2 et fonctionne également pendant quelques heures, la nuit, en période estivale, pour effectuer un déstockage nocturne de la chaleur accumulée pendant la journée. En cas de très forte chaleur, 2 des 4 tourelles de désenfumage peuvent être également sollicitées pour accélérer le flux d'air.

Photo Didier Boy de la Tour

Une quinzaine de brasseurs d'air Mogan à vitesse variable, (Ø132cm puissance 50w) dispersés en plafond des trois plateaux, participent à l'abaissement de la température ressentie, à la déstratification de l'air et son évacuation vers l'exutoire principal que constitue le sommet de la boîte à vents/boîte à lumière ainsi que vers l'autre émergence située à l'aplomb de la trémie qui met en relation R+2 et R+1.



## 6. Géothermie profonde

---

Une étude de faisabilité géothermique a été menée en début d'études pour permettre le dimensionnement du champ de sondes. Une sonde test a donc été forée et mise en place par la Société Roussillon Forage, au début de l'année 2012. 15 jours plus tard, un test de réponse thermique et une modélisation informatique ont été réalisés par la société Tethys Hydro.

Cette sonde a été positionnée de telle manière qu'elle puisse être réutilisée ensuite dans le cadre de la réalisation du bâtiment.

Le test a permis de :

- mesurer la température initiale stabilisée du sol en place : 16,7°C.
- mesurer la conductivité thermique du terrain :  $\lambda=2.65\text{W/m.K}$
- calculer la résistance thermique de la sonde :  $R_b = 0.1\text{K/(W/m)}$
- estimer la capacité thermique volumique du sol :  $C_v = 2.1\text{ MJ/(m}^3\text{.K)}$
- estimer la puissance d'extraction de la sonde géothermique d'essai : soit 40w/ml de sonde pour 2 400 h/an de fonctionnement de la PAC.

A une altitude d'environ 10 m, le terrain de la médiathèque est situé dans le bassin sédimentaire Oligo-Miocène de l'Hérault. Le substratum rocheux est issu des formations du Pilocène. Reposant sur les marnes bleues du Miocène (jamais atteintes par le forage), le sous-sol est constitué d'argiles jaunes et sableuses et de brèches calcaires à matrice limoneuse ou limono-argileuse d'une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres.

Ces formations assez peu profondes n'affleurent jamais car sont entièrement recouvertes par des dépôts de surface constitués de remblais et de matériaux hétérogènes provenant de la démolition des anciens bâtiments.

Différents horizons géologiques ont été traversés lors du forage et notamment, de la lignite (à -44m), des argiles plastiques grises, beiges ou jaunâtres à diverses altitudes et des sables fins (au-delà de -91m).

Plusieurs venues d'eau ont été recoupées en profondeur (à partir de -3m) présentant au soufflage un débit cumulé de l'ordre de 20m<sup>3</sup>/h. La qualité de cette ressource relativement superficielle est influencée par la présence du biseau salé engendré par la mer et l'étang d'Ingril situés à proximité.

Les résultats obtenus à la suite des tests ont donc confirmé la faisabilité, toutefois, la révélation d'une température d'équilibre du sous-sol relativement élevée (16.7°) a remis en cause certaines hypothèses envisagées initialement, notamment en matière de confort thermique d'été, et a nécessité le recours à une solution de pompe à chaleur réversible plutôt qu'au géo-cooling envisagé dans un premier temps.

Cependant elle a permis d'envisager des usages très optimisés en hiver. L'absence de tout risque de gel a autorisé le remplissage du circuit à l'eau au lieu d'un fluide glycolé et conforté l'utilisation de la PAC l'été pour « recharger » le sous-sol afin d'équilibrer les pertes de calories de la période de chauffage.

Grâce au logiciel EED-Blocon, il a été possible de modéliser le champ de sondes à installer compte tenu des besoins établis par les études de projet.

Besoins en ECS (non concernée car faible volume : production instantanée au plus près des points de puisage)

Demande en chaleur annuelle : 52 MWh environ

Demande en refroidissement annuel : 40MWh environ

SPF chauffage (EER) : 3.44

COP de la PAC : 4.4 (COP constructeur de la PAC installée : 5.48 il s'agit d'une Dynaciat LG/LGP 350V)

SPF refroidissement (ESEER) : 5.63

Période de simulation : 25 ans

Type de sonde : PEHD Ø32mm PN16

Distance entre les sondes : 8 à 10m

Parmi plusieurs hypothèses d'implantation des sondes, il a été choisi de réaliser 9 forages à une profondeur de 93 à 95m /terrain naturel (soit environ 840ml de sondes) et espacés de 10m. La ville de Frontignan ne souhaitait pas que ces sondes soient implantées dans le vaste espace public donnant accès à l'équipement où elles auraient été plus faciles à réaliser et probablement plus espacées, ce parvis étant bien plus étendu que l'emprise au sol de la médiathèque. Elles sont donc toutes inscrites dans la forme trapézoïdale du lot d'une superficie d'environ 1000m<sup>2</sup>, et réalisées au cours d'une seule campagne de forage, juste après les terrassements du niveau enterré du parking. Opération particulièrement délicate, du fait à la fois des venues d'eau provenant de la nappe aquifère, pompées en continu et du risque d'inondation de cette cuvette en cas de survenue de fortes pluies. Pour pallier à ce risque, la foreuse était remontée en surface tous les soirs.



## 7. Autres dispositifs

---

L'attention s'est portée sur toutes les consommations afin d'en limiter les volumes.

L'objectif des installations d'éclairage était de ne pas dépasser 8w/m<sup>2</sup>, il a été respecté. Sources LED et fluos T5 sont privilégiés et les moyens permettant de n'éclairer que quand nécessaire, très généralisés (détection de présence quasi systématique).

L'étude FLJ menée en cours de conception confirmait que pour de tels plateaux, la lumière naturelle ne suffirait pas à apporter un niveau d'éclairage suffisant même en journée. Une base est donc assurée par des éclairages suspendus qui sont asservis à une détection par sonde lumineuse (une par niveau). Dans les zones de consultation, un complément significatif est apporté par des appareils mobiles (les lampadaires Tweak CLD LED de Regent) asservis à la fois à la détection de présence d'un utilisateur et au niveau d'éclairage ambiant. Dans les espaces de stockage qui sont tous accessibles au public, les rayonnages eux-mêmes sont équipés d'un ruban LED qui apporte en permanence un éclairage au plus près du livre pour un niveau de consommation presque négligeable.

Les besoins en eau chaude sanitaire sont très limités dans ce type d'équipement (pas de douche, pas de préparation de repas). En conséquence il a été choisi de multiplier les équipements de production d'ECS instantanés, (pas moins de 7 chauffe-eau) qui ont été placés au plus près des appareils de soutirage.

L'arrosage de la terrasse qui peut constituer un poste de consommation important tout au long de la vie du bâtiment a été, dans un premier temps, envisagé sous forme de récupération d'eau pluviale, puis, compte tenu du régime de pluie très irrégulier et de l'opportunité d'une distribution d'eau brute à venir dans tout l'éco-quartier, il a été choisi de privilégier un dispositif d'irrigation Aquatex® proposé par Sopranature qui avait en charge de la végétalisation de la terrasse supérieure. Moyennant un surcoût modéré que le maître d'ouvrage a accepté d'engager en cours de chantier, ce dispositif annonce un gain de consommation conséquent (60% d'arrosage en moins par rapport à une goutte à goutte de surface) et surtout une meilleure répartition au cœur du substrat du fait de son effet « buvard » assuré par cette natte en polypropylène capable de stocker 5l/m<sup>2</sup> et donc un bénéfice réel pour le développement des végétaux.

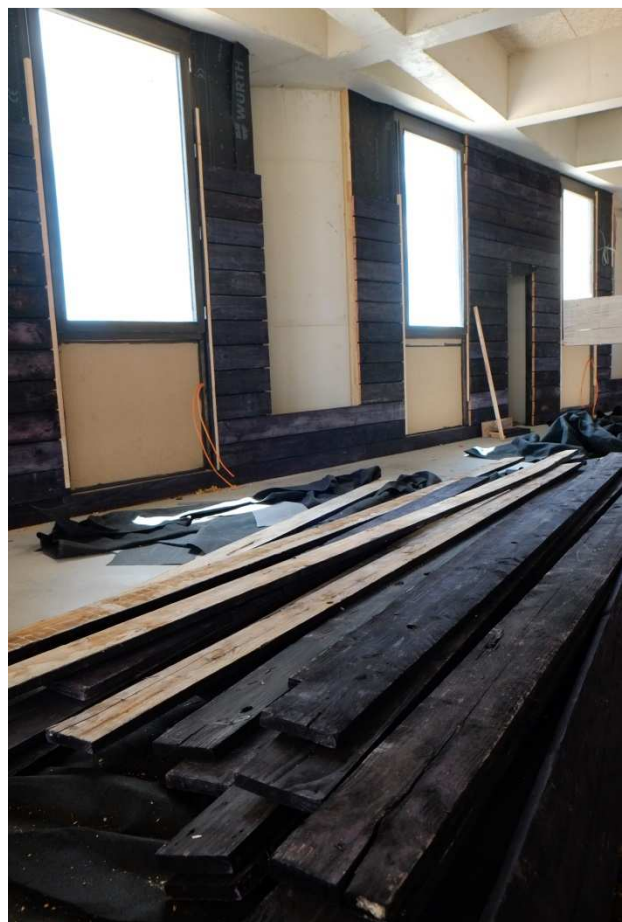
Bien adaptées au climat méditerranéen, les essences retenues dans la gamme garrigue de Sopranature l'ont été pour leurs qualités mellifères et leur floraison bien répartie sur 9 mois de l'année qui favorise la subsistance d'insectes butineurs. Le projet suggérait même des emplacements pour l'installation de ruches sur cette terrasse qui est d'une accessibilité particulièrement aisée et sûre, bien qu'elle ne soit pas ouverte aux visites du public.

La charte « chantier vert » imposait aux entreprises l'obligation de revalorisation des déchets, mais en amont, pour éviter le gaspillage des produits du bâtiment la maîtrise d'œuvre a veillé à exploiter ces produits dans leurs dimensions maximales. C'était d'autant plus facile qu'ils ne sont pas nombreux : aucun carrelage et peu d'éléments de parement : aucune coupe pour les plaques de plafonds suspendus (ilots centraux) lès de sol textile utilisés dans la plus grande largeur, idem pour les panneaux acoustique de l'auditorium.

Les dimensions des alvéoles du plancher caisson correspondent très exactement à 3 panneaux de laine de bois/ciment (Fibraroc FC Clarté de Knauf) de 0,60x1,80m juxtaposés, et quelques cm d'épaulement latéral. Les panneaux étaient disposés en fond de coffrage. Un test sur chantier a même permis de confirmer que les agrafes de fixation, très inesthétiques, étaient superflues

Le procédé de double-voile pour la fabrication des façades de la médiathèque n'excluait pas le recours à des matrices en matière synthétique mais il a été préféré (comme pour les planchers caissons) une « façon » traditionnelle du « béton planchettes », quelque peu tombée dans l'oubli. L'inconvénient du procédé est qu'il est très consommateur de bois et que chaque planchette n'est utilisée que deux fois (une pour chaque face). Ces planchettes de pin Douglas sont donc réutilisées à l'intérieur même du bâtiment, pour fabriquer les façades des placards et gaines techniques, en majorité situés dans l'épaisseur de la façade puisque tous les fluides sont distribués en périphérie des grands plateaux et y loger également des sièges pour des postes d'écoute, des rayonnages ou des présentoirs.

L'entreprise de gros-œuvre a stocké ce bois avec grand soin et il a suffi au menuisier de nettoyer les laitances de béton puis de lasurer le bois de couleur sombre. Les essais en céruse claire prévue initialement ont été très décevants. Un rebouchage des percements voire même une restauration complète auraient été nécessaires et ce en totale contradiction avec l'esprit de la démarche.



## 8. Surcoût HQE & BBC - Coût global – Performances

---

Les premiers retours d'expérience sur les bâtiments dits « performants » montrent que les tentatives de calcul en coût global ont été faussées, notamment du fait que les besoins en maintenance ont grandement augmenté. Auparavant, par exemple, une CTA était « pseudo entretenue » une fois par an. Le soufflage était surdimensionné, et les pertes de charge dues à l'encrassement des filtres n'étaient pas ressenties. Aujourd'hui les systèmes sont dimensionnés au plus juste et l'encrassement des filtres devient très rapidement source d'inconfort notamment en période estivale. Leur dépoussiérage ou lavage est devenu obligatoire tous les trimestres (voir tous les bimestres).

Globalement, on estime que le surcoût HQE & BBC est de l'ordre de 6 à 7%. Cependant, comme le traduit l'exemple précédent, l'intégration des contraintes de performance énergétique et environnementale dans les programmes impose également un changement dans le trait architectural.

Sur le projet de la médiathèque, la modénature complexe de la façade constitue très certainement un plus-value, mais assure la protection solaire d'une bonne partie des baies et confère au bâtiment ses qualités plastiques. Devons-nous par conséquent reprendre les traits bruts d'un cube pour évaluer ce surcoût ?

L'évaluation des incidences financières sur les équipements techniques (double flux avec des ventilateurs performants, vitrages solaires, BSO...) est possible, mais, paradoxalement, un projet standard demande des puissances plus élevées et des installations dimensionnées avec moins de sobriété !

Il a donc été bien difficile de chiffrer et repérer les dépenses spécifiquement liées à la démarche de QEB pour la médiathèque Montaigne et finalement un des postes les plus identifiables après la géothermie est celui de la métrologie. En effet, un nombre considérable de comptages a été mis en place pour assurer un suivi à distance de toutes les consommations. Les résultats sont renvoyés sur la GTB pour permettre, la supervision de l'ensemble en phase de fonctionnement, la confirmation des options retenues en conception et un retour d'expérience indispensable. L'équipement ayant ouvert au public en mars 2015, cette phase de fonctionnement devrait pouvoir être étudiée efficacement à partir du printemps 2017.

Même si elles sont nombreuses et couvrent un champ très étendu, toutes les attentions énumérées ci-avant et qui n'ont cessé d'être portées à une démarche de construction durable n'ont jamais eu pour but de constituer un catalogue bavard des « bonnes pratiques » et encore moins une vitrine démonstrative. La plupart sont totalement invisibles pour le public : aucun surplomb pour les terrasses végétalisées, discrétion absolue de la géothermie profonde (ce qui est d'ailleurs très préjudiciable à la généralisation de ce dispositif), pas d'affichage du suivi des consommations sur grand écran, pas de capteurs et autres panneaux photovoltaïques, ni en façade, ni en terrasse, encore moins d'éolienne soumise aux quatre vents...

Sous sa carcasse de béton clair, la médiathèque reste d'une absolue sobriété dans l'expression de ses performances. Elle use d'autres moyens de reconnaissance : **la certification HQE, le label BBC Effinergie et le niveau Or accordé par BDM (bâtiments durables méditerranéens)** obtenus en conception et confirmés en réalisation. Elle fait également partie des **20 bâtiments et ouvrages d'art français nominés à l'équerre d'argent en 2015**.

La construction de la médiathèque, hors mobilier et signalétique, a été de 5,378M€HT, y compris actualisation, pour une superficie dans œuvre de 2 236m<sup>2</sup> + 725m<sup>2</sup> de parking enterré.

## 9. Les acteurs du projet

---

Sans les efforts conjugués de chacun d'eux, sans la ténacité de leurs équipes, sans la disponibilité de leur encadrement, rien n'aurait été possible. Qu'ils soient donc tous remerciés de nous avoir permis de mener à bien cette œuvre collective et unique, et de partager la fierté d'y être parvenus, ensemble.

MAITRE D'OUVRAGE	THAU AGGLO
AMO HQE	AUBAINE
ARCHITECTES	TAUTEM
	BMC2
BET STRUCTURE	BEST PORTEFAIX
BET FLUIDES	
ECONOMIE	INGEFLUX
OPC	
ACOUSTICIEN	AYDA
BUREAU DE CONTROLE	APAVE
COORDONATEURS SPS	M ARGALIAS puis M BERTRAND
ENTREPRISES	
GROS-ŒUVRE	ARCADI PLA
SERRURERIE	
CLOISONS DOUBLAGES	CUARTERO
MENUISERIE EXT BOIS	POUJOL
MENUISERIE INT BOIS	
MENUIS. AGENCEMENT	PLASTIC BOIS et LMA
ETANCHEITE	SOPREMA
SOLS COLLES	SOCAMO
PEINTURE	ATELIERS AGATHOIS
CVC GTB PLOMBERIE	E THERM
DESENFUMAGE	
ELECTRICITE CF Cf	INEO MPLR
ASCENSEURS	THYSSENKRUPP
AUTRES INTERVENANTS	
ETUDES GEOTHERMIE	TETHYS HYDRO et GEO SYNERGIE
FORAGES GEOTHERMIE	ROUSSILLON FORAGE
INFILTROMETRIE	M JOFFRE
UTILISATEURS	
MEDIATHEQUE	Mme GUYOT et son équipe
LUDOTHEQUE	Mme TUDESQ et son équipe

Car sans une implication des occupants qui « habitent » le bâtiment au quotidien, même le meilleur des systèmes ne peut être efficace et durable.