



L'Astragale est une résidence contemporaine de trois étages, située au pied du massif des Calanques. Cette opération a été construite sur un terrain de 2 800 m<sup>2</sup> appartenant au bailleur social Logirem. Le bâtiment intègre vingt-trois logements, du deux au quatre pièces. Les appartements sont prolongés par de larges balcons aux étages et jardins privatifs au rez-de-chaussée, permettant de profiter du panorama qu'offre la nature environnante.

Logirem souhaitait construire un bâtiment énergétiquement performant afin de réduire les charges pour les futurs acquéreurs. L'architecte a conçu un bâtiment en construction mixte bois / béton labellisé BBC. Cette résidence est, pour Logirem, la première opération labellisée BBC en accession sociale et dont les deux façades principales sont en ossature et isolation bois. La société HLM est très présente en location mais dispose de peu de logements destinés à l'accession à la propriété. Ce bâtiment permet donc à vingt-trois primo-accédants de devenir propriétaires.

## Fiche d'identité

- ↘ Construction mixte bois/béton
- ↘ Accession sociale
- ↘ Confort visuel
- ↘ Jardin privatifs
- ↘ Isolation laine de bois
- ↘ Maquette sur chantier
- ↘ Solaire thermique: tubes sous vide

- **Programme** : 23 logements neufs dont 9 T2 entre 45 et 50 m<sup>2</sup>, 11 T3 entre 58 et 67 m<sup>2</sup> et 3 T4 entre 75 et 80 m<sup>2</sup>. Le programme comprend également des jardins privatifs pour les habitants du RdC et un parking avec emplacements réservés en sous-sol.
- **Adresse** : Avenue Colgate - 13009 Marseille
- **Maître d'ouvrage** : SA H.L.M Logirem. [accession-sociale@logirem.fr](mailto:accession-sociale@logirem.fr)
- **Contact** : M.Jacque - 04.91.28.03.85
- **Permis de construire** : Février 2010
- **Réception des travaux** : Avril 2012
- **Reconnaisances** : Label BBC Effinergie, H et E profil A
- **Aides financières** : Aucune
- **Suivi envisagé** : Non

## Acteurs

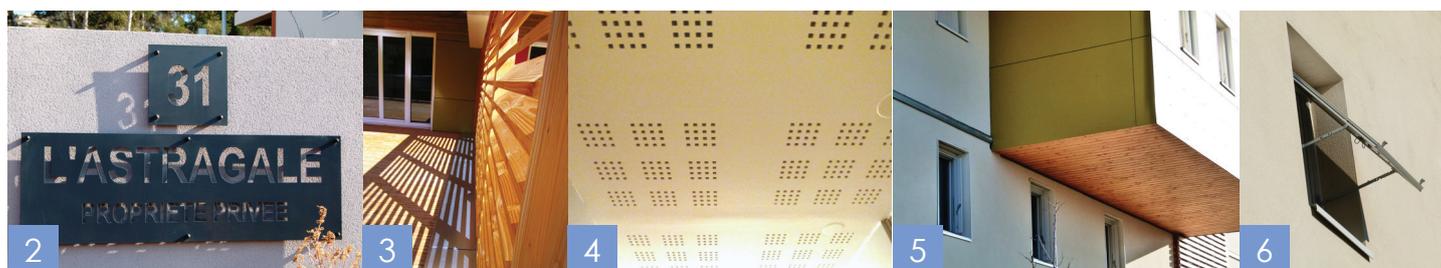
MISSION	NOM	COORDONNEES
Maitrise d'œuvre	SCOP A4 architecture	13170 Les Pennes Mirabeau 04.91.46.49.07 / <a href="mailto:agence@a4archi.com">agence@a4archi.com</a>
Bureau d'étude bois	Bois Etudes Hulin	13011 Marseille 04.91.43.90.66
Bureau d'étude fluide	SARLEC	13005 Marseille 04.91.32.28.80
Bureau d'étude structures	INGEBAT	13002 Marseille 04.91.42.29.38 / <a href="mailto:ingebat@ingebat.com">ingebat@ingebat.com</a>
Entreprise Gros œuvre	UTP Construction	13120 Gardanne 04.91.53.10.89
Entreprise Ossature bois bardage	Durance Charpentes	04190 Les Mées 04.92.34.08.68 / <a href="mailto:durancecharpente@wanadoo.fr">durancecharpente@wanadoo.fr</a>
Coordinateur SPS	QUALICONSULT Sécurité	13006 Marseille 04.95.08.11.80 / <a href="mailto:contact@qualiconsult.fr">contact@qualiconsult.fr</a>
Contrôleur technique	VERITAS	13290 Aix-en-Provence 04.42.99.26.48
O.P.C	ARTEC 64	13400 Aubagne 04.42.3.78.65 / <a href="mailto:contact@artec64.com">contact@artec64.com</a>

## Chiffres clés

SHON	1868 m <sup>2</sup> SHON
Coût total Hors Taxe	Coût total des travaux (hors VRD) : 2 156 826 € Soit 1155 € / m <sup>2</sup> SHON
Altitude et zone climatique	20 mètres // zone H3
Consommation énergétique prévisionnelle - CEP - Consommation énergétique de référence et BBC Gain par rapport au CEP <sub>BBC</sub>	CEP <sub>Projet</sub> = 37.3 Kwhep/m <sup>2</sup> /an CEP <sub>ref</sub> = 93.9 Kwhep/m <sup>2</sup> /an Gain = 6.75 % CEP <sub>BBC</sub> = 40 Kwhep/m <sup>2</sup> /an
Déperdition thermique totale U <sub>bat</sub> Gain par rapport au U <sub>bat ref</sub>	U <sub>bat</sub> = 0.424 U <sub>bat ref</sub> = 0.679 Gain = 37.5 %
Étanchéité à l'air : test final	Q4= 0.32 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)

## Choix constructifs

DÉSIGNATION	DESCRIPTION	COEFF. DE TRANSMISSION U
Toiture terrasse	béton plein de 20 cm lissé et peint, PSE 160 mm, étanchéité.	U <sub>p</sub> * = 0,186 W/(m <sup>2</sup> .K) *U <sub>paroi</sub>
Murs/Enveloppe	Murs extérieurs : BA18, lame d'air ventilée, OSB, laine de roche 150 mm, ossature bois, lame d'air non ventilée, fibre de bois 50 mm, enduit. Murs pignon : BA18, Complexe laine de roche 10+80 mm, béton plein 20 cm, laine de roche rigide 80 mm, enduit.	U <sub>p</sub> = 0.175 W/(m <sup>2</sup> .K) U <sub>p</sub> = 0.209 W/(m <sup>2</sup> .K)
Plancher intermédiaire entre parking et logements	Isolant Domisol 120 mm, Plancher béton de 20 cm, ravaillage, mousse polyuréthane 40 mm, Carrelage.	U <sub>p</sub> = 0,191 W/(m <sup>2</sup> .K)
Plancher intermédiaire entre logements	Plancher béton de 20 cm, ravaillage de 120 mm, carrelage collé.	U <sub>p</sub> = 2.985 W/(m <sup>2</sup> .K)
Menuiseries extérieures	Fenêtres battantes en PVC + persienne. Portes fenêtres battantes en PVC + Volets roulants intégrés Double vitrage 4/16/4 argon, peu émissif.	U <sub>w</sub> * = 1.60 W/(m <sup>2</sup> .K) *U <sub>window</sub> U <sub>w</sub> = 1.73 W/(m <sup>2</sup> .K)
Finitions	Carrelage au sol dans toutes les pièces en grès émaillé et faïence dans les cuisines, salles de bain et WC.	



## Systèmes techniques

DÉSIGNATION	DESCRIPTION	UISS. NOMINALE
Chauffage	Chauffage par radians électriques	
Eau chaude sanitaire	Eau chaude solaire avec chaufferie collective et appoint électrique. Capteurs Vitosol 200-T type D20. Surface : 35m <sup>2</sup>	
Ventilation	VMC Simple flux, hygrothermique de type B	
Rafraîchissement	Ventilation naturelle	

## Contexte pré-opérationnel

- **Programmation** : La construction de cette résidence devait pallier le manque de logements en accession à la propriété. Le maître d'ouvrage voulait a minima un bâtiment répondant aux labels Habitat & Environnement et Qualitel THPE 2005 pour un coût inférieur à 1400 € HT/ m<sup>2</sup> SHAB. Logirem a une volonté de se distinguer par l'originalité et la qualité de ses opérations à coût raisonné. Le bailleur social a donc accepté la proposition de l'architecte d'intégrer massivement le bois dans la construction.
- **Conception /architecture** : Une conception intégrée dès la phase esquisse a permis de limiter les problèmes en phase construction (tous les détails ont été dessinés en phase APS). Aussi, sur le chantier, un échantillon a été réalisé pour anticiper une bonne mise en œuvre et la coordination entre le charpentier, le façadier et le menuisier. Cette solution permet de prévoir les éventuelles difficultés et ainsi diminuer les risques de mauvaise mise en œuvre et de prolongation du délai. D'un point de vue architectural, la façade côté rue est urbaine tandis que celle côté pinède à un aspect paysager (7). Le bâtiment est un parallélépipède en R+2 sur parking, intégrant des saillis pour casser l'effet de masse.
- **Évolution du projet** : Le choix initial du maître d'ouvrage était de construire une résidence de 24 logements mais l'APD a été modifié puisque l'aménagement de certaines cellules ne convenait pas. Il a finalement été décidé de créer 23 logements. Aussi, toujours en phase ADP, il a été convenu à l'initiative de l'architecte d'améliorer la performance énergétique du bâtiment et d'obtenir la labellisation BBC en plus de la certification H&E.



## Territoire et site

- **Insertion du bâtiment dans son environnement immédiat** : Cette opération concerne un terrain de 2 800 m<sup>2</sup>, propriété de LOGIREM. Cette parcelle est classée au PLU en zone UD et a un coefficient d'occupation des sols de 0,5. L'objectif du maître d'ouvrage était d'utiliser au maximum le potentiel de constructibilité dans l'application du PLU, soit 1868 m<sup>2</sup> SHON grâce au bonus de 5 %. Les surfaces imperméabilisées ont été limitées au maximum au bénéfice de la qualité paysagère de la parcelle et notamment des arbres et végétaux existants. Le terrain était vierge, la construction de cette résidence n'a entraîné aucun impact envers le voisinage.
- **Biodiversité** : Le référentiel Habitat & Environnement oblige à prendre en considération l'organisation environnementale de l'opération avec une analyse environnementale du site, un programme environnemental et la maîtrise des nuisances. La conservation d'un maximum d'arbres existants sur le terrain et la plantation de végétaux robustes, adaptés au climat méditerranéen, étaient une priorité.



- **Transport** : Le réseau de transport RTM, dessert trois lignes de bus à proximité de la résidence. La réponse à la question du stationnement a été satisfaite par la création d'un parking boxé en sous-sol du bâtiment, intégrant un emplacement fermé pour les deux-roues (8).
- **Conception bioclimatique** : Le confort d'été était une des priorités lors de la conception du bâtiment. la qualité de l'enveloppe, la surface des vitrages et les brise-soleil ont donc été optimisés. L'orientation des logements permet de profiter des apports solaires passifs et de la vue sur la pinède. Les protections solaires (3 et 9) évitent la climatisation et permettent de profiter au maximum de l'exposition solaire d'hiver. La conception architecturale et technique du bâtiment permet des économies de charges en terme d'énergie, d'entretien des parties communes et des espaces verts.

## Matériaux et chantier

- **Choix des matériaux** : Les murs de façade ont un système constructif mixte bois / béton, avec une isolation mixte laine de bois et laine de roche. Les planchers, pignons et murs de refend sont en béton. Le bardage, les brise-soleil et les terrasses sont en Douglas. Pour respecter l'enveloppe financière, le bois est l'unique matériau bio-sourcé utilisé dans ce projet (ossature, isolation en fibre de bois, bardage et brise-soleil).
- **Technique de mise en œuvre** : Les terrasses en bois de plus de 2.80 mètres de large reposent sur des porte-à-faux



en béton [8]. Le revêtement de façade repose sur des supports différents, mis en œuvre soit par le façadier soit par le charpentier. Les détails des retours tableaux et linteaux relativement complexes, ont été testés grandeur nature sur un échantillon. Ce test permet aux différentes entreprises de prendre conscience des contraintes de chacun, améliorant la coordination pendant le chantier. Grâce à la solidarité et la coordination entre les différents intervenants, les aléas de chantier n'ont pas induit de retard significatif. Toutes les entreprises qui sont intervenues sur le chantier sont des entreprises régionales et pour la plupart marseillaises.

- **Gestion des nuisances** : L'opération est certifiée Habitat & Environnement profil A avec une démarche spécifique sur le chantier propre intégrant une gestion des nuisances.
- **Amélioration de la performance** : Puisque l'étanchéité à l'air du bâtiment a été améliorée en cours de construction (moins d'infiltration au test final qu'au test intermédiaire), la surface des capteurs solaires a pu être diminuée.
- **Entretien et maintenance du bâti** : Les objectifs de Logirem dans la réalisation de ses opérations de logement social sont la bonne gestion, la réduction et la maîtrise des charges pour les résidents. Ainsi, le choix d'une architecture simple permet

un coût d'entretien réduit pour la copropriété. Les surfaces d'espaces verts communs sont réduites au maximum dans un souci de maîtrise des charges, tout en préservant la qualité de traitement des espaces extérieurs. Le local technique, accessible depuis l'extérieur, facilite l'intervention de l'entreprise de maintenance.

## Énergie et Déchets

- **Chauffage** : Le chauffage se fait par radiant électrique.
- **Eau chaude sanitaire** : L'ECS solaire est fournie par des capteurs solaires thermiques à tubes sous vide. Ces capteurs à rendement élevé, détiennent le label écologique allemand «Ange bleu». Ces panneaux, non visibles depuis la rue, sont positionnés sur la toiture. La chaufferie est collective avec appoint électrique.
- **Rafraîchissement** : Le bâtiment ne dispose pas de système de rafraîchissement. Les protections solaires [9] limitent la pénétration du soleil à l'intérieur du logement. La ventilation naturelle réalisée par l'ouverture des fenêtres à la tombée de la nuit est complétée par l'inertie des murs et du plancher en béton. Ceci permet d'apporter et de conserver la fraîcheur. Ces principes constructifs, propre à la construction bioclimatique permettent d'éviter l'ajout d'une climatisation.
- **Réduction des consommations d'énergies** : La continuité de l'isolant tout autour de la façade et des éléments en saillie réduit considérablement les ponts thermiques et diminue ainsi les consommations de chauffage. Dans les parties communes, l'éclairage équipé d'un dispositif de détection de présence couplé à un capteur crépusculaire permet de réduire la consommation électrique.
- **Maintenance et entretien** : Logirem en tant que syndicat de propriété, gère la maintenance et l'entretien des parties communes du bâtiment.



## Gestion de l'eau

- **Gestion de l'eau sur la parcelle** : Un bassin de rétention a été placé en toiture pour gérer les eaux de pluie sur la parcelle et dans les réseaux. Il n'a volontairement pas été placé au sol, comme cela se fait généralement, afin de libérer un maximum de place sur le terrain pour permettre la création de jardins privatifs en rez-de-jardin (850 m<sup>2</sup>) et de conserver un maximum d'arbres et d'arbustes existants.
- **Consommation d'eau** : Les chasses d'eau à double débits, les robinets mitigeurs également à double débits (avec un point dur) et les mousseurs permettent de réduire la consommation d'eau. Aussi, les compteurs individualisés d'eau chaude et froide permettent de tenir informés les occupants sur leur consommation d'eau et ainsi de les responsabiliser. En effet, ils peuvent contrôler leur compteur et par conséquent diminuer leur dépense.



## Confort et Santé



11

- **Confort hygrothermique** : Afin de conserver la chaleur, la toiture, la dalle basse et les murs extérieurs du bâtiment intègrent une isolation renforcée. Les infiltrations d'air ont également été réduites au maximum. Pour profiter le plus possible des apports de chaleur gratuits, les appartements ont été orientés et conçus en privilégiant les grandes surfaces vitrées, en façade Sud-Est, pour laisser rentrer le soleil et conserver cette chaleur (10).
- **Confort visuel** : Les persiennes en pignon Sud-Est jouent leur rôle de protection solaire tout en laissant pénétrer la lumière. Les ouvertures dans le mur du sous-sol permettent d'obtenir dans le parking un minimum d'éclairage en journée. Elle apporte une note architecturale à la façade donnant sur l'avenue Colgate.
- **Isolation acoustique** : L'avenue Colgate, dans le 9<sup>e</sup> arrondissement de Marseille, est soumise à des nuisances induites par la circulation routière. La façade donnant directement sur cette avenue a été traitée de façon à obtenir un isolement

acoustique de 35 dB. Afin de diminuer le bruit dans les parties communes, un plafond acoustique a été installé.

- **Convivialité, esthétique** : Des parements colorés sont intégrés au projet pour animer le bâtiment, soulignant les volumétries en saillie. Les terrasses et loggias offrent une vue sur la montagne et la pinède. Elles sont fermées par des pergolas et brise-vues en bois pour l'intimité comme pour le confort au vent notamment.

## Social et Économie

- **Sensibilisation des usagers** : L'information pédagogique des occupants et des gestionnaires est une des exigences du référentiel Habitat & Environnement. Un livret mentionnant les éco-gestes a été transmis à chaque propriétaire.
- **Vie du projet** : Afin que les habitants du quartier ou les futurs propriétaires s'approprient l'opération, un court-métrage retraçant la construction du bâtiment a été réalisé à partir de photos (suivi photo heure par heure du début à la fin du chantier).
- **Coût global / coût-bénéfices durables** : L'optimisation du coût global de l'opération a permis de limiter les coûts d'entretien. La construction de cette résidence a prouvé qu'il était possible de construire un bâtiment BBC sans induire de surcoût. La standardisation des logements a diminué le coût de projet et Logirem est prêt à réutiliser ce système constructif sur d'autres opérations.
- **Accessibilité sociale** : Ce bâtiment permet donc à vingt-trois primo-accédants, anciens locataires dans le quartier, de devenir propriétaires.



12



Façade de l'Astragale depuis l'avenue Colgate.