DÉVELOPPEMENT DURABLE
UNE CONSTRUCTION EXEMPLAIRE

AGENCE ANTOINE GARCIA-DIAZ
ARCHITECTE & URBANISTE

Sommaire

1. Le projet. 2
2. Les objectifs de la démarche. 2
3. Une approche globale dans l'acte de bâtir : vers une architecture raisonnée. 3
4. Une implantation optimisée de la construction. 3
5. Les dispositions constructives. 5
6. Les choix énergétiques. 12
7. La ventilation du bâtiment. 12
8. L'étanchéité à l'air de la construction. 13
9. L'appareillage électrique. 13
10. La production d'énergie photovoltaïque. 14
11. La toiture végétalisée. 14
12. Un mur végétal pour atténuer les chocs thermiques d'été. 15
13. Utilisation de produits réduisant la concentration de COV dans l'air ambiant. 16
14. Une construction très économe en eau potable. 17
15. Les performances. 18
16. Les essais et labels. 18
17. Les leçons tirées de la démarche. 18
18. Plans, coupes, façade schématiques. 20
19. Les intervenants. 23

1. Le projet.

Il s'agit de la construction d'une maison d'habitation individuelle de 160 m² habitables et de 213 m² de surface hors œuvre nette. La maison, bâtie pour le compte de la SCI ALDO, est implantée sur une parcelle de 700 m², située 8 rue des Étangs à Montpellier.

Le projet cherche à mettre en pratique l'approche environnementale menée depuis de nombreuses années par l'agence, à la fois militante et pragmatique, associant l'innovation et le bon sens, en plaçant toujours l'humain au centre de ses préoccupations.

2. Les objectifs de la démarche.

A travers cette réalisation, l'agence poursuit un triple objectif dans le domaine du développement durable :
- La réduction des consommations à la fois en matière d'énergie électrique et d'eau potable dans l'habitat mais aussi l'amélioration du confort des logements, en particulier du confort d'été, très important dans les régions méridionales.
- La sensibilisation et la formation conjointe de la maîtrise d'œuvre et des petites et moyennes entreprises aux nouvelles exigences environnementales.
- La mise en œuvre d'une méthodologie spécifique au cabinet intégrant ces exigences et basée sur les retours d'expériences.

Ces démarches intégrées visent plusieurs objectifs :

Démontrer :
- que les constructions à énergie positive sont réalisables au moyen de techniques fiables, facilement accessibles aux petites et moyennes entreprises et aux artisans locaux.
- que la haute performance énergétique n'est pas forcément associée à des bâtiments de formes stéréotypées, cubiques, mais qu'elle permet une grande liberté architecturale.
- qu'il est possible de construire des bâtiments thermiquement très efficaces avec des matériaux couramment disponibles et en faisant appel à des systèmes constructifs simples correctement étudiés et associés.
- que les performances énergétiques des constructions dépendent de la complémentarité indispensable du savoir-faire des concepteurs et des entreprises.

Former et sensibiliser :
- l'opération est destinée à la formation concrète des collaborateurs du cabinet dans le domaine de la conception d'ouvrages performants du point de vue du développement durable.
- elle a aussi pour ambition de sensibiliser les artisans à la démarche environnementale.

Évaluer :
Cette opération a pour objectif également :
- de rechercher les facteurs déterminants des différents systèmes de construction impactant l'environnement et de comparer les solutions constructives entre elles.
- de permettre un suivi dans le temps des performances afin d'évaluer les écarts entre les données théoriques, la réalité du chantier et les usages.

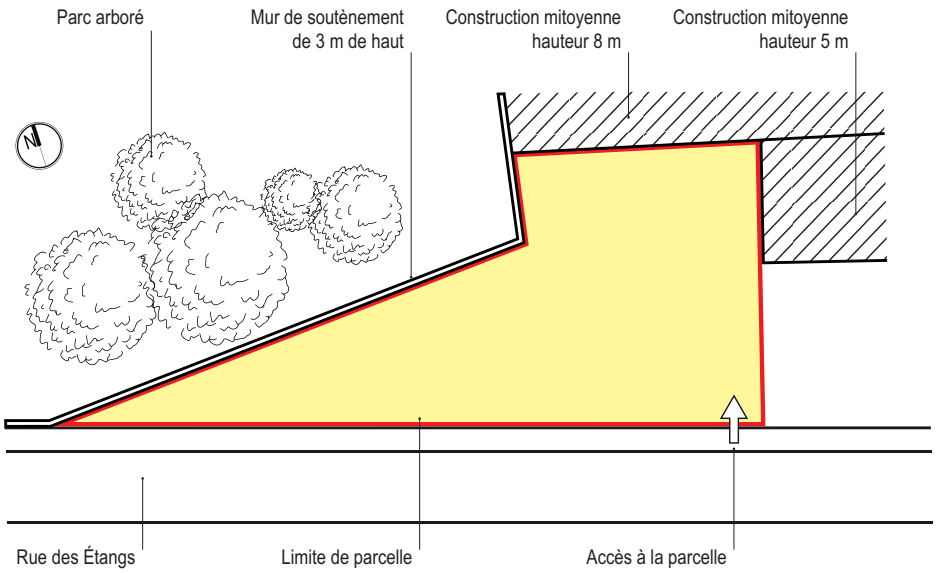
3. Une approche globale dans l'acte de bâtir : vers une architecture raisonnée.

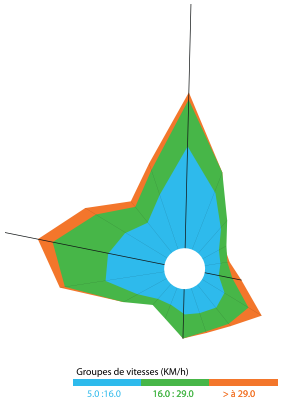
Le kilowatt/heure le plus vertueux est celui que l'on ne consomme pas.
C'est ainsi que peut être résumée la démarche conduite pour la conception et la réalisation de la construction qui met au centre des préoccupations les économies d'énergies associées à un confort d'usage optimisé.

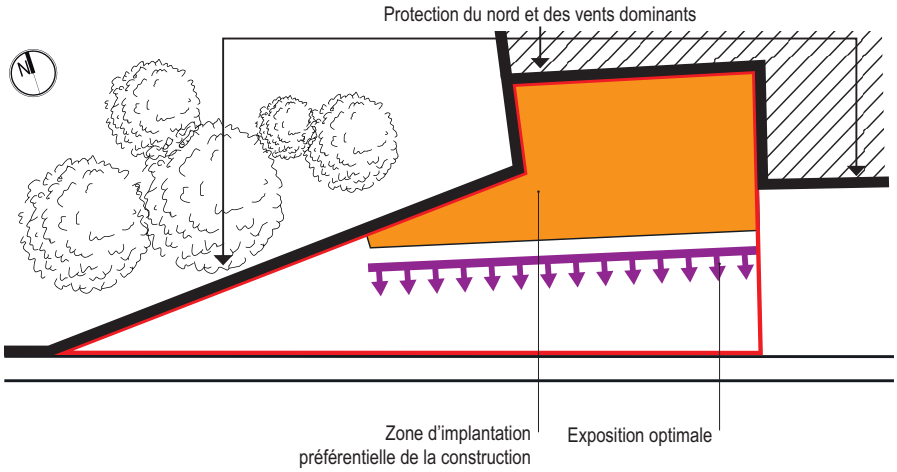
Dès le démarrage des études, une équipe pluridisciplinaire associant architectes et ingénieurs a évalué les incidences des différents paramètres entrant dans la conception du bâtiment : implantation, forme, composants structurels, isolations, occultations et maintenance.
Le croisement des données a permis de faire des choix pertinents, non pas basés sur des critères partiels ou idéologiques, mais sur les meilleurs compromis possibles pour atteindre les objectifs fixés.

4. Une implantation optimisée de la construction.

Les contraintes dues à la forme particulière du terrain et à son environnement immédiat ont été utilisées pour optimiser à la fois la protection de la construction et son exposition.





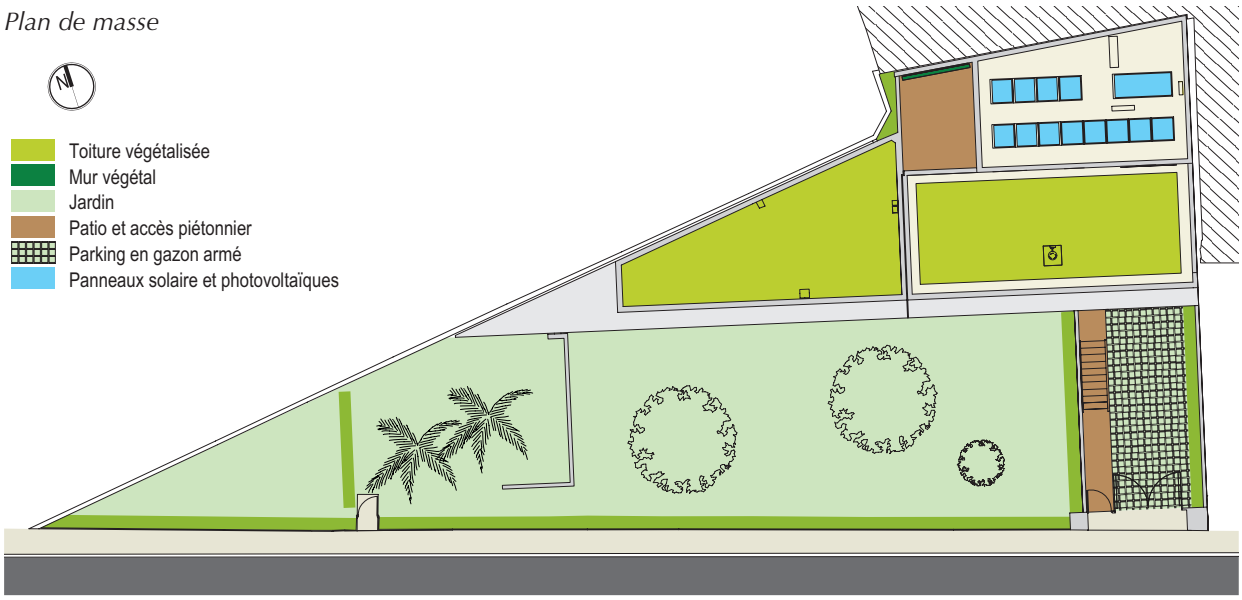


La présence de bâtiments mitoyens, hauts de 8 m au nord,5 m à l'est et d'un mur de soutènement de 3 m de hauteur, également au nord, a conduit à déterminer une zone préférentielle d'implantation qui favorise :

- une protection efficace du nord et des effets des vents dominants ;
- une exposition maximale au sud.

La construction a été « enchâssée » entres les constructions existantes et le mur de soutènement en privilégiant les façades orientées au sud qui bénéficient des apports solaires et du jardin existant.

Plan de masse



5. Les dispositions constructives.

5.1 Structure, planchers et murs :

Concernant la structure porteuse de la construction, les planchers et la composition des murs, plusieurs hypothèses ont été étudiées.
Les combinaisons entre plusieurs dispositions constructives ont également été testées pour optimiser la performance technique au regard des critères environnementaux. Chaque hypothèse a été confrontée au coût de construction et au savoir-faire de entreprises.

Ont été étudiées les solutions suivantes :
- structure porteuse et murs enveloppes en béton armé ;
- murs enveloppes « monomur » avec structure en béton armé ;
- structure porteuse en béton armé et murs en briques ;
- structure porteuse en béton armé et enveloppe en béton cellulaire.

Chacune de ces hypothèses a été testée avec :
- des planchers en béton armé et isolation sous revêtements de sol et en toiture ;
- des planchers hourdis ;
- des planchers avec voutins en polystyrène,combinés soit avec une isolation intérieure renforcée soit avec une isolation extérieure.

Chaque combinaison a été chiffrée pour apprécier le rapport entre la performance énergétique et le coût de revient de la construction.

L'analyse multicritère qui a été faite a permis de dégager des dispositions constructives mariant plusieurs techniques fiables, ne réclamant pas une très grande technicité dans la mise en œuvre et abordables financièrement.

Les choix arrêtés sont les suivants :
- Structure et murs porteurs :

La structure est constituée d'une ossature en béton armé avec des poteaux isolés ou incorporés et des poutres.
Les murs sont en agglomérés de béton :
- creux pour les murs périphériques ;
- pleins pour la cage d'escalier et certains soubassements.

- Les planchers :

Le plancher sur vide sanitaire est réalisé avec des poutrelles en béton précontraint en forme de traverse et d'entrevous en polystyrène avec languette de recouvrement de la poutrelle. Des entrevous en polystyrène à rupteur de pont thermique ont été disposés en périphérie des planchers.
Une dalle de compression armée de 5 cm d'épaisseur recouvre l'ensemble des planchers.
Les planchers intermédiaires et de toiture sont constitués également de poutrelles en béton précontraint mais avec des entrevous en agglomérés de béton.
La périphérie de ces planchers reçoit également des entrevous à rupteur de pont thermique ou des planelles isolées.

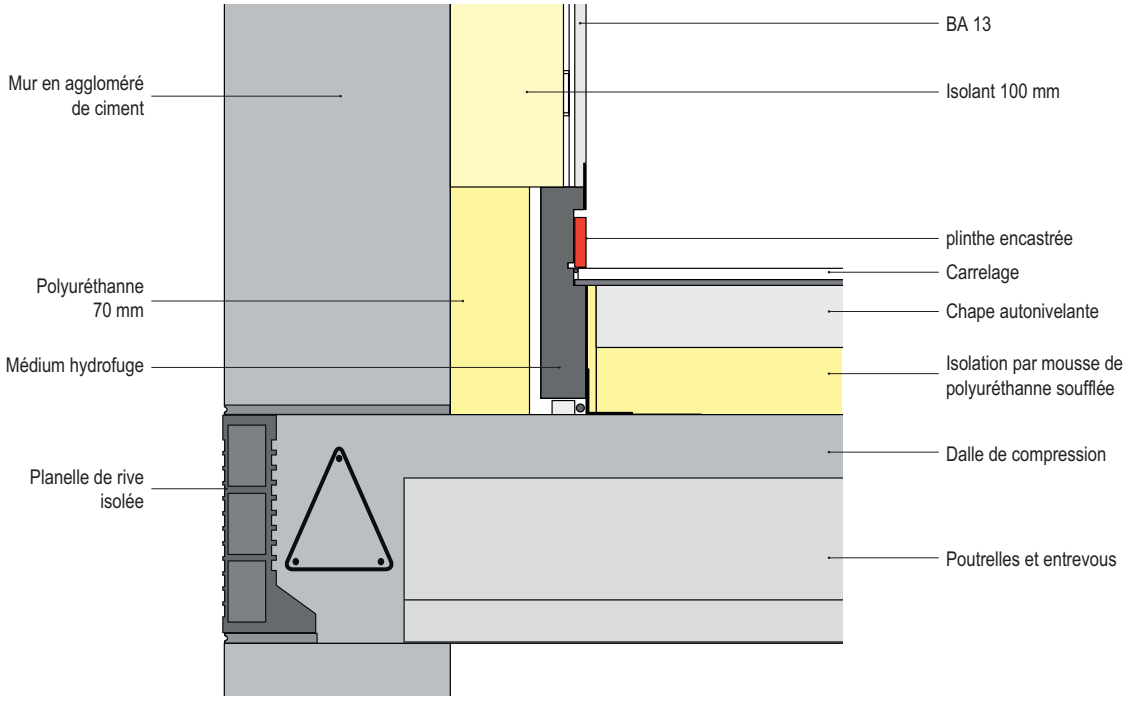
5.2 Une isolation très performante.

Les doublages thermiques sont constitués d'une enveloppe thermo acoustique Monospace 35, revêtu de Kraft, de 100 mm d'épaisseur, disposés entre les murs enveloppes et l'ossature sur laquelle est fixée une plaque de BA13. Certains encastrements ont demandé la mise en place de coffres ou de supports en médium hydrofuge doublé d'un isolant polyuréthanne de 70 mm de même résistance thermique que les parties courantes des doublages.

La toiture terrasse inaccessible du R+1 est composée :
- d'un pare vapeur ;
- de 60 mm de polyuréthanne ;
- d'une étanchéité type bi-couche élastomère ;
- de 40 mm de polyuréthanne ;
- d'une protection de 6 cm de gravillons roulés.

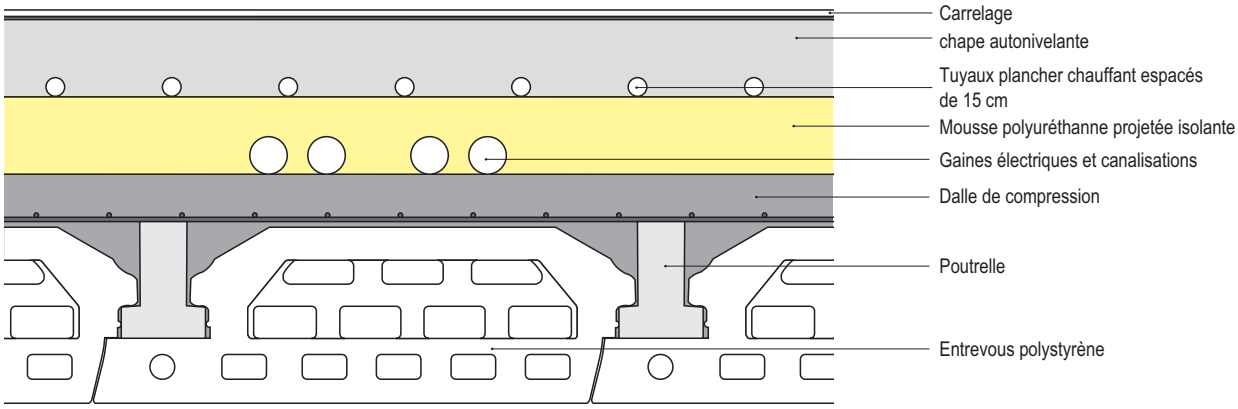
La terrasse du rez-de-chaussée est isolée avec des plaques de polyuréthanne de 10 cm d'épaisseur, protégées par le complexe d'étanchéité et la végétalisation décrite plus loin.

Les ponts thermiques ont été traités par la mise en place de planelles isolantes Terreal.



L'isolation des sols de l'ensemble de la construction, particulièrement renforcée, a été réalisée de la manière suivante :

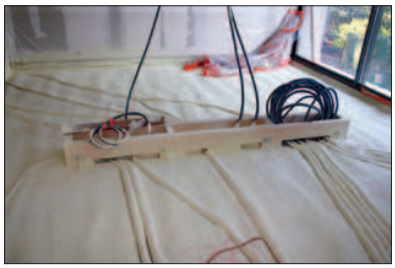
Sur les planchers isolés par les entrevous en polystyrène du rez-de-chaussée et sur ceux de l'étage a été mise en place, par soufflage, une mousse isolante ISOLAT PUR de 6 cm d'épaisseur. Il s'agit d'un procédé d'isolation thermique in situ de planchers par protection de mousse polyuréthanne sous chape liquide.



Cette technique a de nombreux avantages :
- Elle permet une isolation parfaite, la mousse soufflée s'incrustant dans les moindres interstices et enrobant les différentes gaines.
- Elle évite les découpes de plaques d'isolants habituellement utilisées, sources de nombreux ponts thermiques.
- Elle permet à l'isolant d'épouser toutes les formes des pièces.
- Elle favorise la mise en place des circuits du plancher chauffant.

La couche d'isolation est ensuite couverte par une chape autonivelante à base de sulfate de calcium (Agilia® Sols A) de 5 cm d'épaisseur destinée à couvrir le réseau de chauffage et à recevoir le revêtement de sol.

Les différentes étapes de mise ne œuvre de l'isolation en sol et du plancher chauffant :



1 : Application au pistolet de la mousse de polyuréthanne par couches successives.

2 : Surfaçage et nivellement fin.

3 : Mise en œuvre du circuit de chauffage avant coulage de la chape autonivelante.

5.3 Les vitrages

Des simulations ont été effectuées avec des doubles vitrages, des triples vitrages et des doubles vitrages avec gaz inerte.
C'est le double vitrage d'une épaisseur totale variant de 29 mm à 41 mm avec gaz argon qui s'est avéré être la solution la plus avantageuse car elle allie d'excellentes performances thermique à un coût abordable.
La porte d'entrée, non protégée par des occultations amovibles, est habillée d'un vitrage « PRIVALITE » de Saint Gobain. Ce vitrage a la particularité d'être opaque ou totalement transparent dès lors qu'il est parcouru par un courant basse tension. Cette disposition offre la possibilité soit d'obtenir une occultation totale et une protection efficace du soleil, soit une parfaite transparence laissant passer le rayonnement solaire.

5.4 Les occultations

Si l'orientation plein sud de la construction est très favorable aux apports solaires en période froide, elle peut s'avérer très pénalisante pour le confort d'été si le soleil et la lumière ne sont pas parfaitement maitrisés. Aussi, le choix des occultations, leurs formes et leurs positions ont fait l'objet d'une recherche approfondie.
Le premier objectif visé a été de pouvoir moduler entièrement l'ensemble des occultations pour permettre de filtrer, à la demande, la pénétration du soleil et de la lumière dans la construction.
Le second objectif poursuivi est de combiner, pour chaque élément, le rôle d'occultation et celui de pare-soleil.

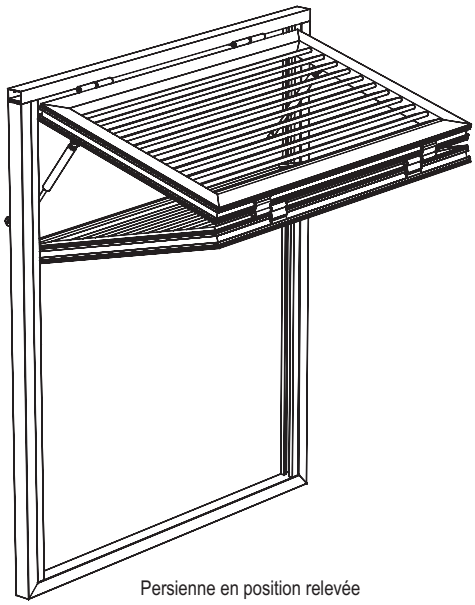
Deux types d'occultations ont été adoptés :

Les persiennes

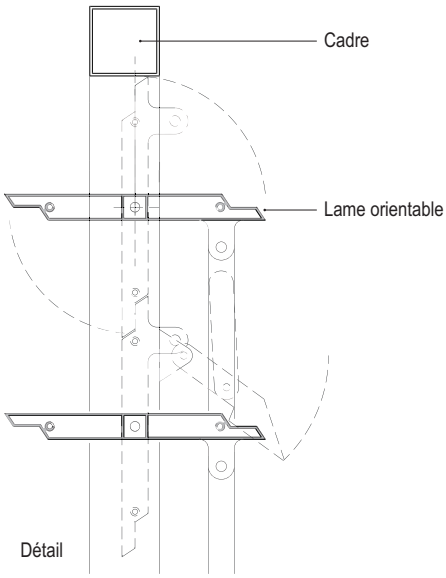
- Des persiennes du fabriquant espagnol « DURMI », ont été adaptées spécifiquement à la construction. Ces persiennes sont composées de lames en aluminium thermo-laqué, orientables et d'un double cadre coulissant verticalement, formant, en position relevée, une large ombrière en partie haute de la baie.

Ces persiennes équipent principalement les ouvertures des pièces du premier étage.

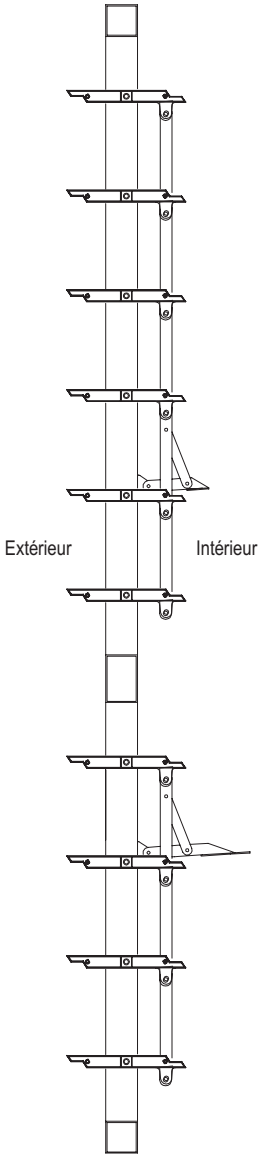
Les nombreuses combinaisons possibles des lames permettent une modulation très large des apports solaires et de la lumière.
En position relevée, la persienne forme un large auvent de 0,60 à 1,10 m suivant la hauteur des baies.



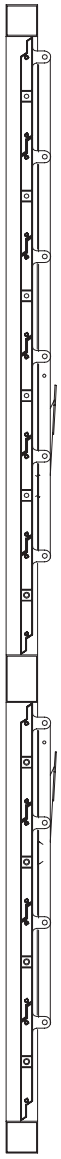
Persienne en position relevée



Détail

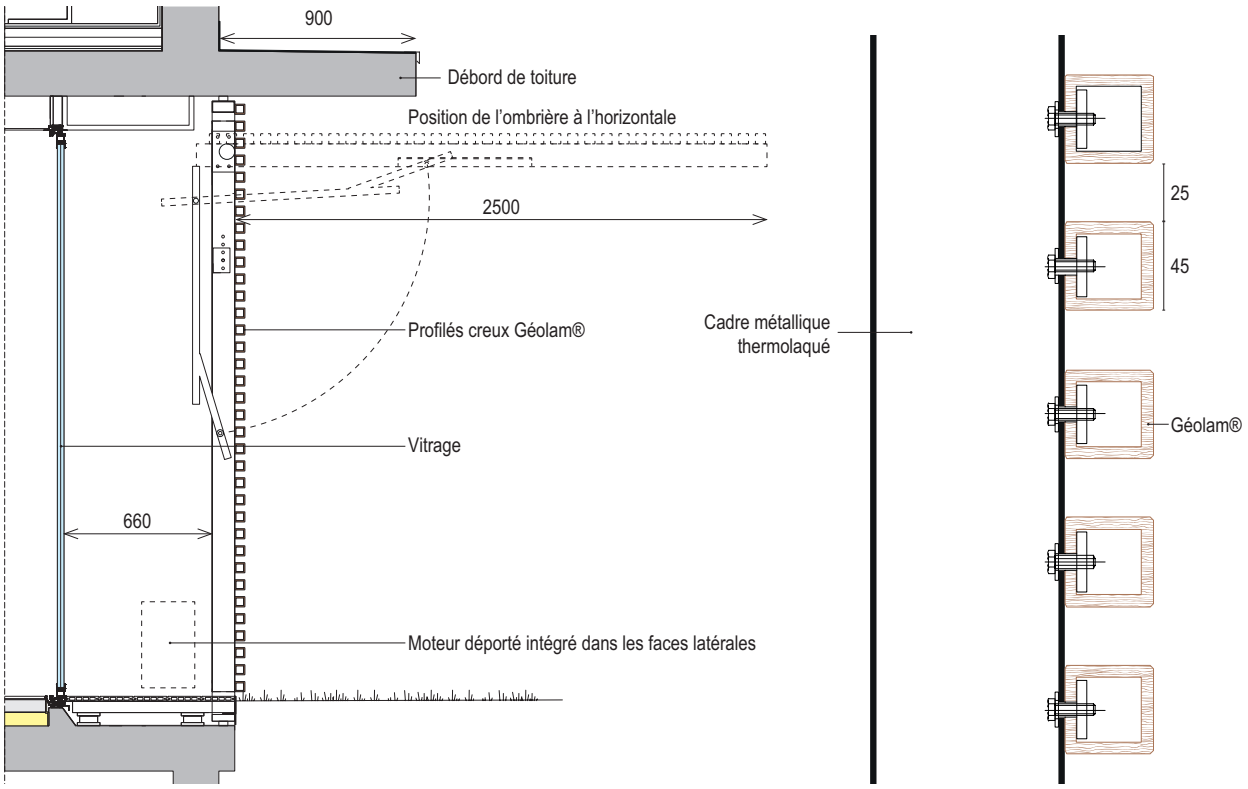


Persienne lames ouvertes



Persienne lames fermées

Les ombrières
Quatre ombrières ont été spécifiquement conçues pour l'habillage des larges ouvertures du rez-de-chaussée. Trois de ces ombrières ont chacune 3,5 m de large et 2,50 m de hauteur. La quatrième a 3 m de large et 0,80 m de hauteur.
Leur système de motorisation permet de régler leur ouverture sur toutes les positions souhaitées entre l'horizontale et la verticale. La lumière et la protection des rayons du soleil peuvent ainsi être modulées à souhait.

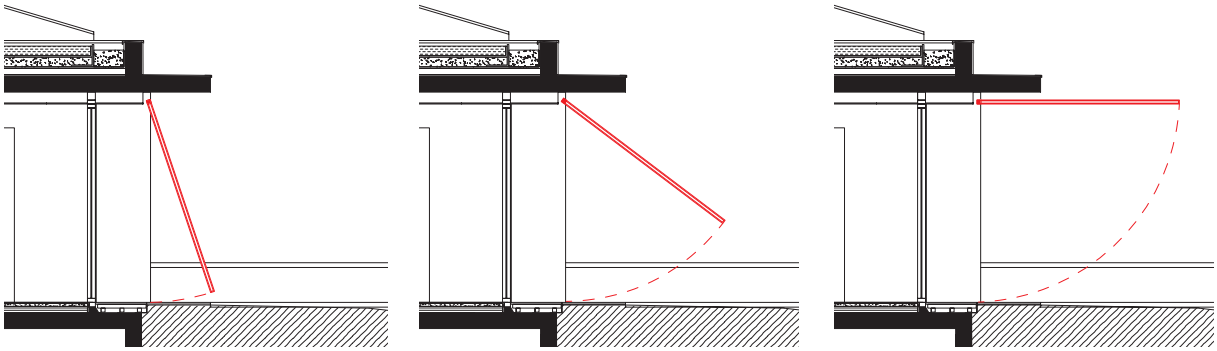


Détail de l'habillage des ombrières et du mur du rez-de-chaussée orienté au sud.

Les ombrières sont constituées :
- d'un cadre en acier thermo-laqué ;
- de profilés de bardage carrés et creux Géolam® de 45 mm de côté, espacés tous les 25 mm ;
- de 2 verrins latéraux ;
- d'une équerre de sécurité.

Les ombrières tournent autour d'un axe horizontal supérieur et sont manœuvrées par un moteur déporté intégré dans les faces latérales des murs.
Les ombrières sont implantées à 0,66 m des vitrages.

Les profilés de bardage Géolam® creux se prolongent le long de toute la façade sud suivant le même espacement que celui des ombrières, donnant ainsi une unité d'aspect à l'ensemble du rez-de-chaussée de la construction.
Le matériau de bardage Géolam® est fabriqué à partir de fibres de bois de pins principalement. Produit issu de matières recyclées et lui-même entièrement recyclable, il a des propriétés supérieures à celles du bois en matière de durabilité, de stabilité et ne demande aucun entretien.
Exempt de chlore, CFC et autres solvants, il bénéficie de la norme japonaise J15 A5741 certificat TC 0307021 et du label ECO-MARK, garantissant les produits dépourvus de toute substance toxique pouvant nuire à la santé.
Les profilés creux et ventilés utilisés jouent un rôle important d'amortisseur thermique.



Les ombrières manœuvrées de manière indépendante, offrent une très grande souplesse dans le contrôle de la lumière et des apports solaires.

6. Les choix énergétiques

6.1 La production d'eau chaude sanitaire

Elle est assurée par un capteur solaire orienté plein sud incliné à 45°, d'une surface brute de 2,35 m². Le capteur est associé à un stockage d'eau chaude de 350 litres, très largement surdimensionné pour permettre une optimisation de la production solaire. Le ballon d'eau chaude est implanté à proximité immédiate des deux salles de bains.
En complément, un chauffe-eau électrique de petite capacité (15 l) a été installé près de l'évier de la cuisine pour compenser les déperditions liées aux linéaires importants des canalisations entre la cuisine et le ballon d'eau chaude solaire.
Les calculs ont montré en effet que cette solution est plus avantageuse en termes d'économie énergétique, de confort et de coût qu'un surdimensionnement supplémentaire du ballon d'eau chaude.

6.2 Le chauffage

Il est réalisé par une pompe à chaleur air/eau fonctionnant à très basse température et un plancher chauffant disposé sur le complexe d'isolation thermique. Le pas de pose a été resserré à 15 cm au lieu de 30 cm habituellement utilisé.

La pompe à chaleur, de marque DAIKIN Monobloc Alterma 11 avec module hydraulique, alimentée par un courant triphasé de 380 volts, a été sélectionnée pour obtenir un coefficient de performance supérieur à 4,50.
Le réseau du plancher chauffant basse température a été réalisé avec des tubes de diamètre 16 mm en polyéthylène réticulé PER de marque REHAU agrafés sur l'isolant.

7. La ventilation de la construction

La ventilation générale est assurée par un circuit hygro-réglable de type B avec un ventilateur à très faible consommation.
Les bouches d'extraction sont de type BAHIA. Dans les WC, le volet d'extraction est lié à un capteur de présence qui met le volet en position ouverte pour augmenter le débit lors de leur utilisation. Dans la cuisine et les salles de bains, le volet est commandé par un capteur d'humidité qui régule l'extraction en fonction de l'humidité relative de la pièce.
Dans la cuisine, l'extraction peut être également activée par une commande électrique permettant de moduler la ventilation à la demande.
Le groupe d'extraction est de type micro-watt Bahia (marque ALDES).

Plusieurs dispositifs viennent améliorer le confort et les performances énergétiques :
- La mise en place d'une vanne de compensation dans la cuisine permet d'éviter que la dépression générée par la hotte n'entraîne l'évacuation de l'air chaud accumulé dans les pièces l'hiver et l'air frais l'été. Positionnée à proximité de la hotte, la mise en marche de celle-ci enclenche l'ouverture de la vanne, laissant entrer la quantité d'air évacuée.
- L'équipement de la hotte de la cuisine d'un clapet anti-refoulement posé après le moteur, assure une bonne étanchéité à l'air lorsque celle-ci ne fonctionne pas.

8. L'étanchéité à l'air de la construction

Elle a fait l'objet de dispositions particulières :
- Rebouchages soignés et étanches des traversées des murs extérieurs et intérieurs ;
- Étanchéité des canalisations dans les traversées des planchers et murs ;
- Enduit intérieur des murs mitoyens pour éviter toute infiltration d'air à travers les joints des agglomérés de béton ;
- Étanchéité des canalisations électriques en particulier celles en contact avec l'extérieur par gaine et capuchon thermorétractable.

Un des tests prévus pour mesurer la perméabilité à l'air de la construction a été réalisé avant le coulage de l'isolant sur les sols afin de contrôler la bonne étanchéité des dispositifs constructifs, des menuiseries et des calfeutrements au niveau des planchers et de l'enveloppe de la construction.

Test de perméabilité à l'air effectué en cours de construction (Clos et couvert réalisés) : Mise en dépression puis en compression et recherche des infiltrations d'air.

La cheminée de marque FOCUS est à foyer fermé. L'étanchéité à l'air entre le plancher et le conduit a été particulièrement soignée. La prise d'air frais dispose d'un système de fermeture étanche permettant d'éviter les entrées d'air lorsque la cheminée n'est pas en fonctionnement.

9. L'appareillage électrique

Le choix de l'appareillage électrique privilégie à la fois les économies d'énergie et le confort d'usage :
- 60 % des appareils d'éclairage sont à leds basse tension et à faible consommation.
- 35 % sont à lampes fluo-compactes.
- 5 % seulement utilisent l'énergie courante en 220 V.

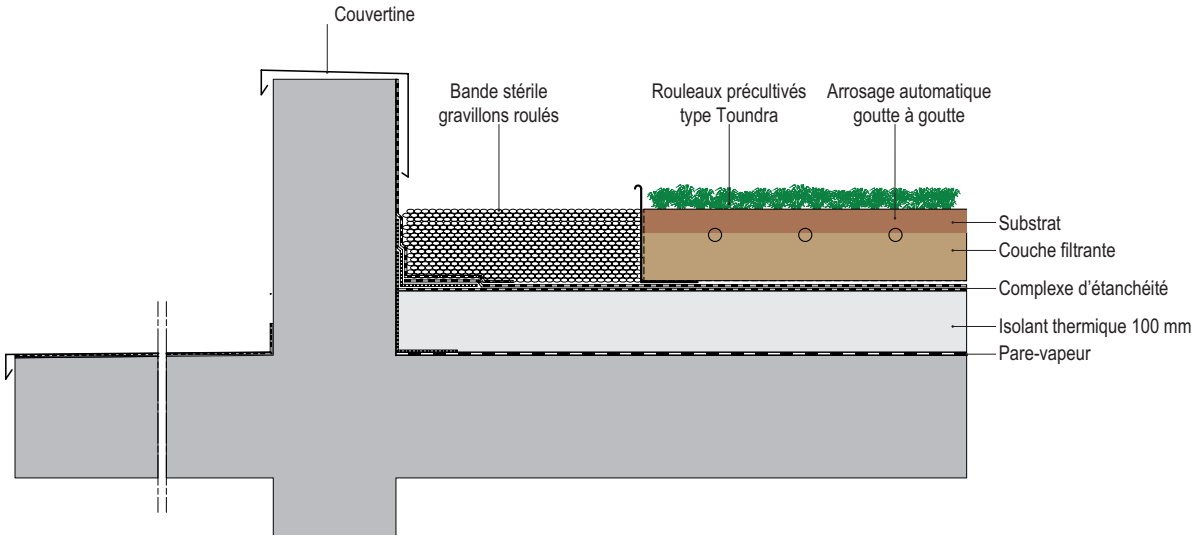
10. La production d'énergie photovoltaïque

Elle est assurée par 12 m² de panneaux solaires photovoltaïques inclinés à 35°, orientés plein sud, de marque SCHÜCO, permettant de produire 43,33 kWhep/.an par mètre carré de SHON soit une production d'électricité annuelle de 3570 kWh.
L'électricité produite est injectée sur le réseau à travers un onduleur Sonny Boy 2500.
La hauteur des acrotères et l'implantation des panneaux ont été simulées pour optimiser l'ensoleillement et la dissimulation des capteurs depuis l'espace environnant la construction.

11. Une toiture végétalisée pour améliorer l'isolation thermique, phonique et le confort d'été

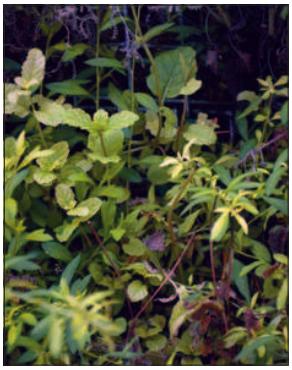
70 % de la toiture de la construction a été végétalisée.

La végétalisation de la toiture-terrasse du rez-de-chaussée offre de nombreux avantages :
- Elle améliore la qualité de l'air en fixant les poussières atmosphériques et transformant le gaz carbonique en oxygène.
- Le tapis végétal constitue une protection très efficace du complexe d'étanchéité.
- Elle participe fortement au confort d'hiver et d'été en améliorant l'inertie thermique du bâtiment.
- Elle assure un affaiblissement acoustique important tant au niveau des bruits d'impacts qu'à celui des bruits aériens qui sont réduits de 5 dB (A). À 125 Hz, la fréquence la plus difficile à isoler, le gain atteint même 8 dB (A), ce qui est très appréciable lorsqu'on sait qu'une diminution de 3 dB signifie une division du niveau de bruit par 2.
- Elle permet une intégration esthétique de la toiture, en particulier pour les riverains ayant des vues sur elle.
- Elle assure la rétention temporaire de l'eau de pluie et réduit le volume annuel d'eau rejetée.



Le tapis végétal de type TOUNDRA a été cultivé et mis en œuvre par SOPRANATURE.
Il est composé de différentes espèces de sédums, plantes succulentes à développement horizontal tapissant. Les feuillages vont du vert tendre au vert foncé et au rouge vif en été pour certaines variétés. Les floraisons sont étalées de mai à septembre, du blanc au rouge, en passant par le jaune.

Le tapis végétal, mis en culture longtemps avant la pose, est acheminé en rouleaux. Le procédé offre l'avantage d'obtenir une couverture végétalisée immédiate et surtout permet d'occulter le réseau d'arrosage automatique disposé entre le substrat et le tapis.
Les espèces choisies sont très peu consommatrices d'eau (1 arrosage de 30 mn par semaine en période estivale) et ne demandent pratiquement aucun entretien.

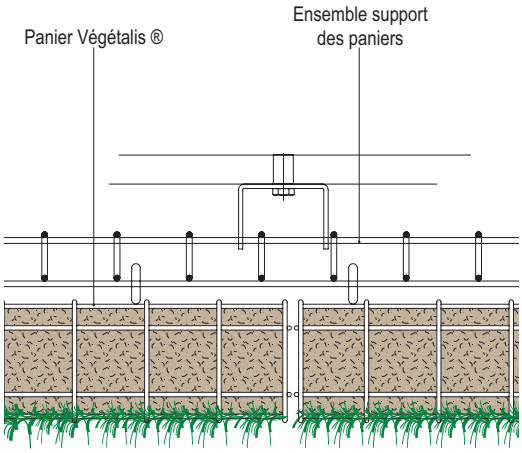


12. Un mur végétal pour atténuer les chocs thermiques d'été

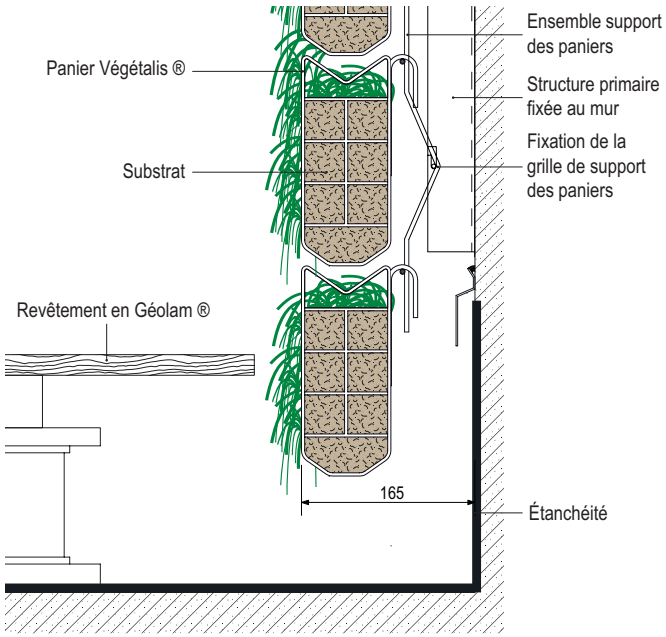
Sur la façade du patio exposée plein sud, un mur végétal de 6 m de haut et de 3,50 m de large est mis en place. Il est alimenté en eau brute par un circuit goutte à goutte géré par un programmateur.

Il est constitué d'une armature fixée au mur permettant l'accrochage de paniers végétalisés mis en culture en position sensiblement verticale avant la pose.

Le mur végétal offre plusieurs avantages :
- Un effet décoratif et esthétique indéniable ;
- Une amélioration thermique incontestable. En été, la température d'un mur végétalisé exposé plein sud au soleil peut diminuer de 15°C tandis qu'en hiver la lame d'air entre les paniers et le mur assure un amortissement thermique.



Détail du mur végétal - vue en plan



Détail du mur végétal - vue en coupe

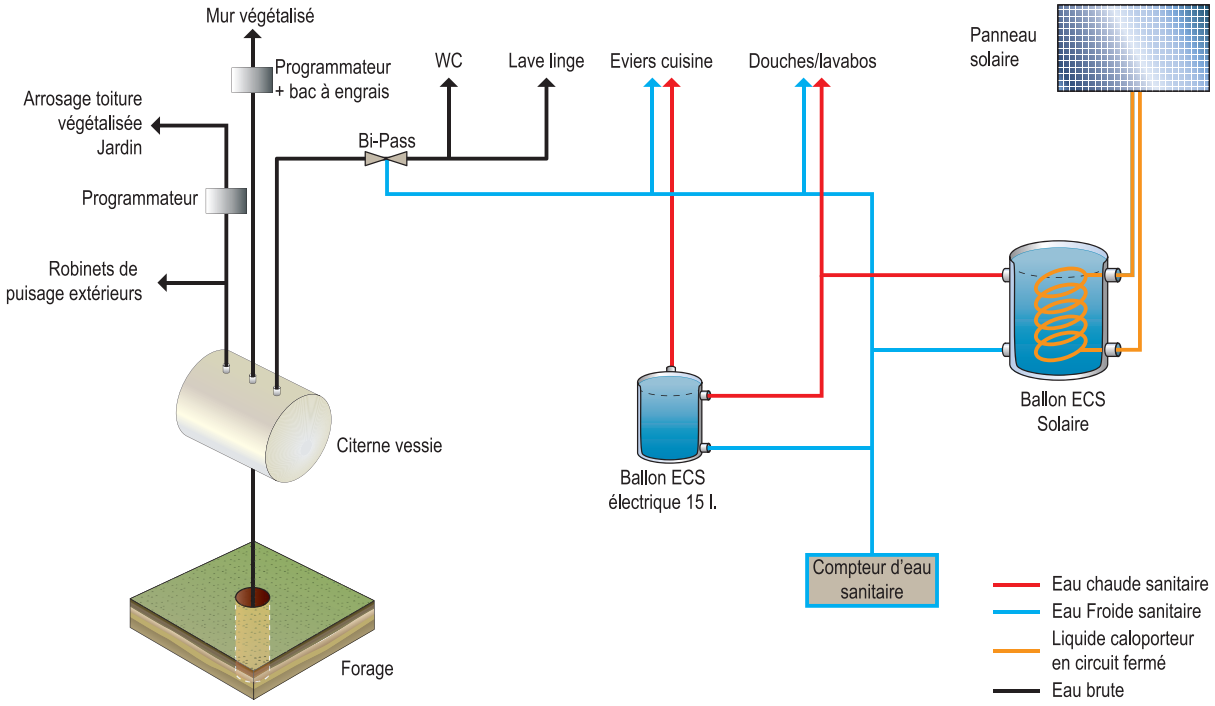
13. Utilisation de produits réduisant la concentration de Composés Organiques Volatiles (COV) dans l'air

160 m² représentant l'ensemble des surfaces des faces de la cage d'escalier centrale et des plafonds de l'étage ont été enduis d'un plâtre spécial Lutèce Air'Pur® du fabricant Placoplatre qui a la particularité d'éliminer jusqu'à 70 % des COV présents dans l'air intérieur.
Le principe d'Activ'Air® permet de capter les COV et de transformer en composés inertes les aldéhydes contenus dans l'air, les éliminant définitivement, le plâtre n'émettant pas d'autres substances par désorption.
Le procédé reste actif durant une période minimale de 50 ans (rapport d'essai Eurofins n°767353-54A).

14. Une construction très économe en eau potable

Un double circuit eau potable-eau brute de distribution de l'eau nécessaire aux usages domestiques et à l'arrosage a été mis en place :

- Un réseau spécifique d'eau potable est réservé à l'alimentation de l'évier, du lave-vaisselle, des douches et des lavabos des salles de bains.
- Un réseau d'eau brute provenant d'un forage profond (55 m) pourvoit aux besoins des WC, du lave-linge et de l'ensemble de l'arrosage des espaces paysagers extérieurs (jardin, toiture végétalisée et mur végétal).



La robinetterie choisie permet par ailleurs une importante économie d'eau potable. Les robinets, de marque Hansgrohe, sont conçus pour limiter la consommation d'eau à moins de 5 l par minute, ce qui représente 2 à 3 fois moins que les robinets habituels.

15. Les performances

Les calculs énergétiques effectués donnent les résultats suivants :

Consommation : 27 kWh ep./m² de SHON
Gain de performance : supérieur à **67 %** par rapport aux obligations réglementaires
supérieur à **32 %** par rapport au label BBC Effinergie

Production d'électricité photovoltaïque :
43,33 kWh ep./m² de SHON par an.
Soit 3 570 kWh par an ou 9 223 kWh ep. par an.

Le projet produit plus d'électricité qu'il n'en consomme.
L'excédent d'énergie électrique est de + 16,33 kWh ep./m² de SHON par an soit environ 1 600 kW.

Consommation d'eau sanitaire :
Les dispositions prises pour la gestion de l'eau sanitaire (double circuit eau brute - eau sanitaire ; robinetterie économe etc.) permettent de limiter la consommation d'eau sanitaire annuelle à moins de 100 m³ nettement en dessous du seuil de 120 m³ correspondant à la tranche 1 de la tarification applicable dans l'aire de la Communauté d'Agglomération de Montpellier.

16. Les essais et labels :

La labellisation de la construction a été confiée à PROMOTELEC dont la mission comprend également une visite de vérification en cours de chantier.

Les essais d'étanchéité à l'air sont réalisés par la société SIRTEME. Deux types d'essais sont prévus :
- lorsque le bâtiment est clos et couvert ;
- à la fin des travaux.

17. Les leçons tirées de la démarche

Bien que la construction ne soit pas encore entièrement terminée, la démarche qui a été menée depuis sa conception permet de tirer une série d'enseignements :

- Il n'y a pas de solution miracle pour concevoir et construire un bâtiment thermiquement performant. Ce n'est pas en préconisant un matériau « exotique » comme la paille ou le chanvre pour l'isolation, ou une technique particulière comme l'isolation par l'extérieur, qu'on aura réglé de manière satisfaisante la difficile question des économies réelles d'énergie.

- Il est tout à fait possible d'atteindre d'excellentes performances énergétiques en utilisant des matériaux classiques et des techniques de mise en œuvre simples. Il faut avant tout rétablir le bon sens et faire évoluer les mentalités : moins d'a priori et d'idéologie et plus de créativité.

- Il n'existe pas, au vu des études multicritères comme celles qui ont été faites dans le cadre de cette opération, de système constructif meilleur qu'un autre. Il est indispensable, dans la recherche des facteurs impactant l'environnement, **de comparer les solutions entre elles et de les croiser.**
  Et surtout ne pas hésiter à recourir à des systèmes éprouvés, de « catalogue ». Ceux-ci, convenablement mis en œuvre, peuvent se révéler très performants et économiquement plus viables.

- La notion de **« choix constructif raisonnable »** est essentielle car elle associe la performance théorique, la pratique de mise en œuvre et le coût.

- On ne peut pas atteindre d'excellentes performances en matière d'isolation, de perméabilité à l'air des constructions **si un véritable dialogue ne s'instaure pas entre les concepteurs et les entreprises.** Les calfeutrements soignés, les isolations des réservations pour le passage des câbles et des conduites par exemple, ne réclament pas une très grande technicité mais une attention particulière des ouvriers. La pédagogie est, ici, fondamentale.
  Sur ce point, les essais intermédiaires d'étanchéité à l'air, réalisés avant le coulage de l'isolation sur les planchers et des chapes liquides, sont particulièrement instructifs. Ils permettent de révéler, devant les ouvriers, que les moindres défauts de mise en œuvre ont des conséquences directes sur les performances thermiques.

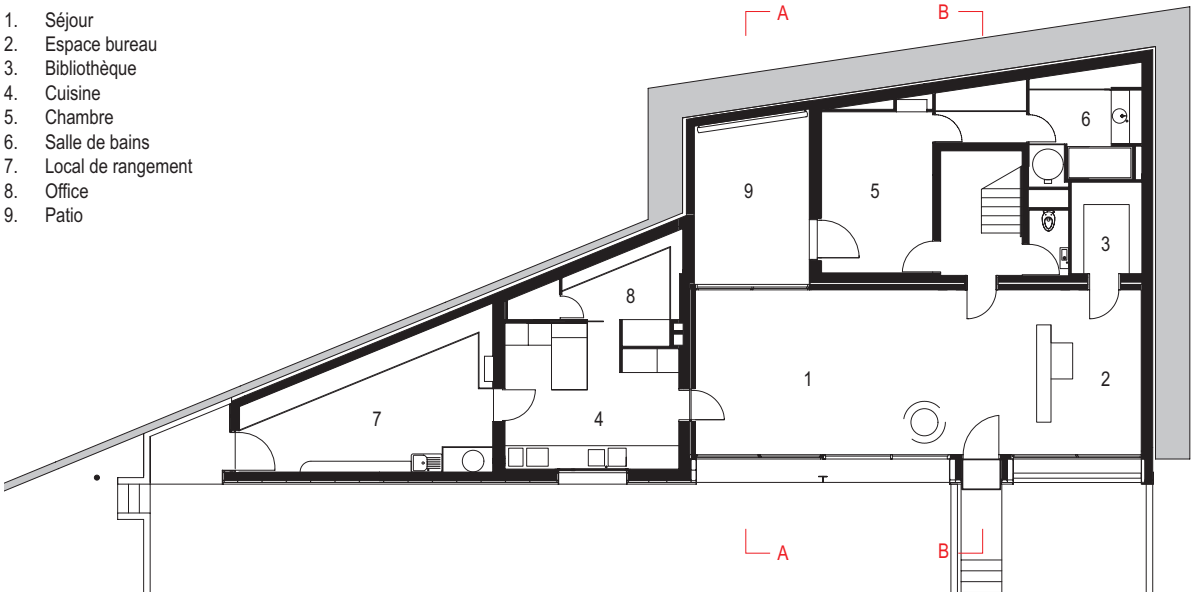
- La démarche qui a été conduite dans ce projet réclame **du temps :** du temps pour étudier, évaluer, comparer les idées et les solutions ; du temps pour expliquer et pour réaliser.

- Les formations réalisées auprès des collaborateurs de l'agence par les ingénieurs ayant participé à la démarche sont particulièrement fructueuses car la théorie a pu être couplée à la pratique.

18. Plans, coupes, façades schématiques

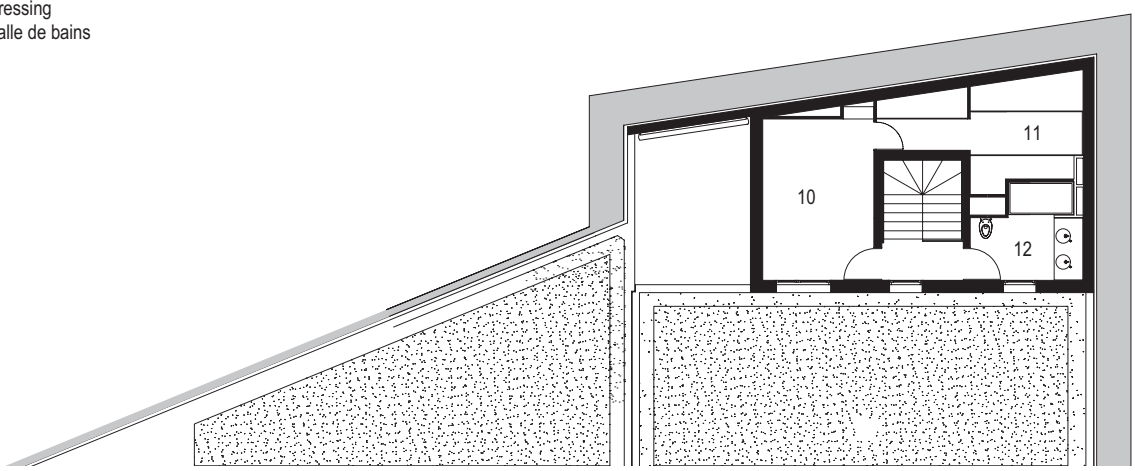
Plan du rez-de-chaussée

1. Séjour
2. Espace bureau
3. Bibliothèque
4. Cuisine
5. Chambre
6. Salle de bains
7. Local de rangement
8. Office
9. Patio

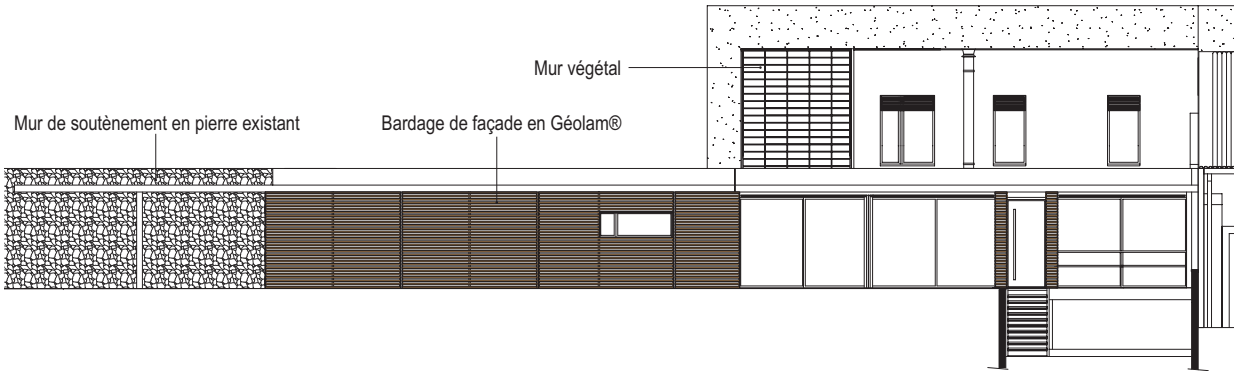


Plan de l'étage

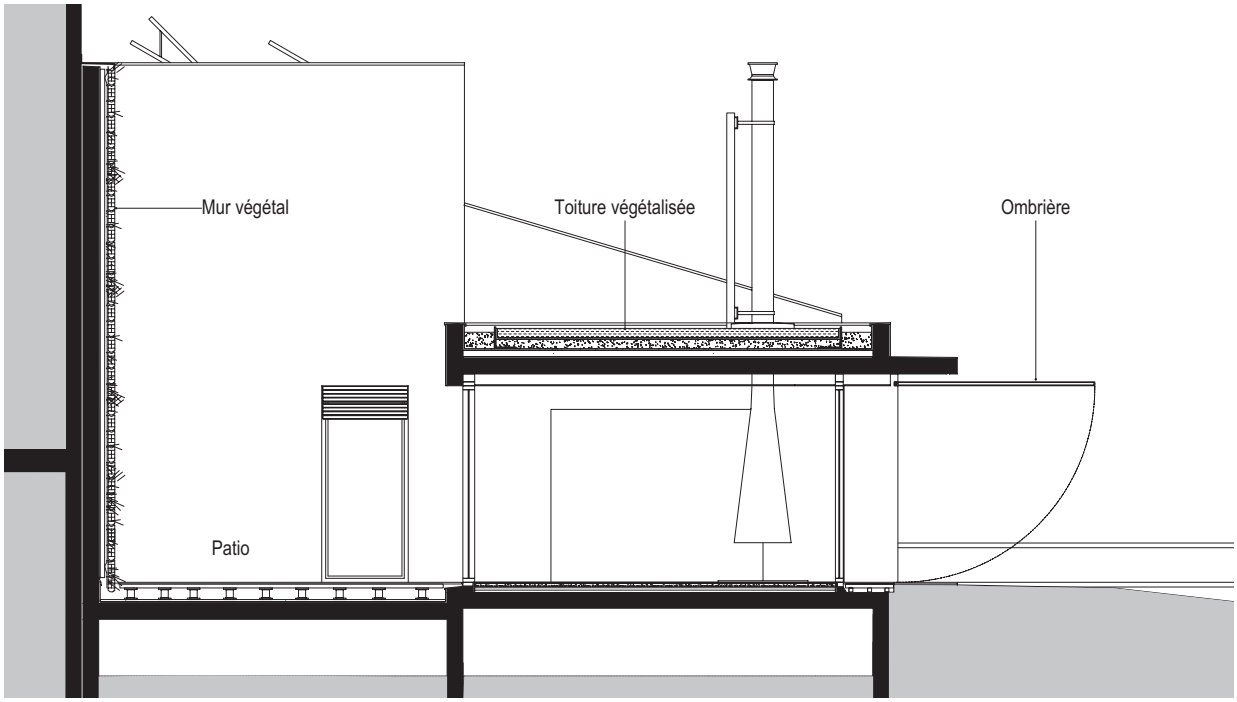
10. Chambre
11. Dressing
12. Salle de bains



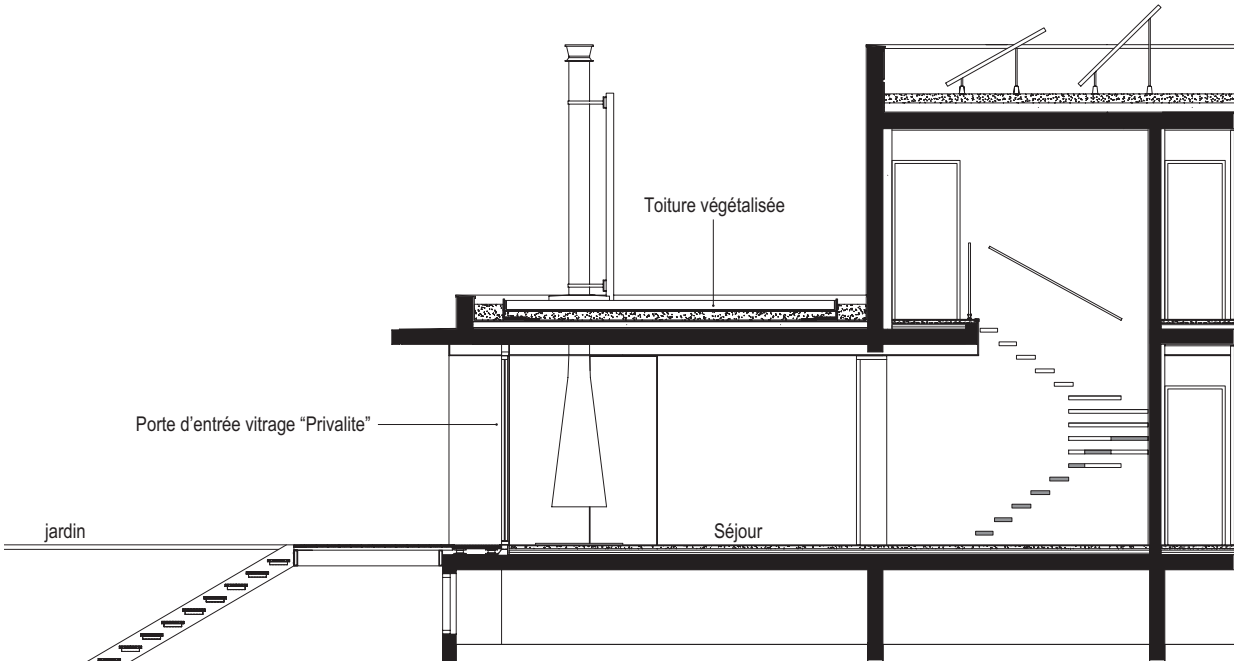
Façade principale



Coupe A-A



Coupe B-B


Toiture végétalisée
Porte d'entrée vitrage "Privalite"
jardin
Séjour

19. Les intervenants dans la démarche

Maîtrise d'œuvre :

CONCEPTION ET MAÎTRISE DE CHANTIER

Agence A. GARCIA-DIAZ, architecte-urbaniste
5, place du 8 mai 1945
34 070 MONTPELLIER
Tél. : 04 67 27 13 13
Agence@garcia-diaz.fr

Caroline SOUVENBRIE, architecte d'intérieur
Jean-Philippe SALLES, architecte
Christophe FAUCON, paysagiste
Alain CESCUT, technicien supérieur
A. GARCIA-DIAZ, architecte-urbaniste

ÉTUDES TECHNIQUES DE STRUCTURE

PER Ingénierie
ZAC Euréka
91 rue Thor - CS 89562
34960 MONTPELLIER Cedex 2
Tél. : 04 67 15 39 26
m.jalili@peringenierie.fr

Mahyar JALILI, ingénieur
Denis TRAGIN, ingénieur

ÉTUDES THERMIQUES

TEP2E
ZI AVON
340, avenue des Chasséens
13120 GARDANNE
Tél. : 04 42 65 76 03
cmouchet@tep2e.fr

Christian MOUCHET, ingénieur
Didier FOUQUET, ingénieur

LABELLISATION

PROMOTELEC
8, rue Apollo
CS 30505
31241 L'UNION CEDEX
Tél. : 0825 042 022

ESSAIS

SIRTEME
Le Cézanne
Les Hameaux du Soleil
06270 VILLENEUVE LOUBET
Tél. : 04 92 02 97 05

Entreprises :

GROS ŒUVRE

Entreprise GARCIA
125, rue des Amandiers
34570 VAILHAUQUES
Tél. : 04 67 84 25 40

ÉTANCHÉITÉ – TOITURE VÉGÉTALISÉE

SOPREMA - SOPRANATURE
ZAC Mas des Cavaliers
Rue Nungesser
34135 MAUGUIO
Tél. : 04 67 20 12 19

MENUISERIES INTÉRIEURES ET EXTÉRIEURES

Atelier DUCROT
630, rue Fournels - ZI
34400 LUNEL
Tél. : 04 67 83 06 29

CLOISONS - DOUBLAGES

SLPI
33 rue des Avants
34270 ST MATHIEU DE TREVIERS
Tél. : 04 67 59 89 16

ENTREPRISES :

REVÊTEMENTS DE SOLS ET MURS

Entreprise CARRILLO
ZA du Mijoulan
5 rue des Cades
34680 ST GEORGES D'ORQUES
Tél. : 04 67 40 40 21

PLOMBERIE VMC - GÉNIE CLIMATIQUE - PHOTOVOLTAÏQUE

ENERGIES FLUIDES
ZAE Les Garrigues
9, Rue de la Lucque
34725 SAINT ANDRE DE SANGONIS
Tél. : 04 99 62 07 36

ÉLECTRICITÉ COURANTS FORTS ET FAIBLES

Entreprise MARC SA
ZAC du Capiscol
Chemin des Calandres
BP 3147
34420 VILLENEUVE LES BEZIERS
Tél. : 04 99 43 04 30

MÉTALLERIE – OCCULTATIONS

SOLATRAG
360, avenue Magellan
30320 MARGUERITTES
Tél. : 04 66 84 78 45

MUR VÉGÉTALISÉ

GREENWALL
10, boulevard Victor Hugo
34000 MONTPELLIER
Tél. : 04 34 76 34 76

CHEMINÉE

FOCUS
Rue Fort
34380 VIOLS LE FORT
Tél. : 04 67 55 01 93

CUISINE

ATELIER SAINT PAUL
1, rue Grand Saint Jean
34000 Montpellier
Tél. : 04 67 92 45 51

ESCALIER CENTRAL

ECHELLE 34
ZAC du Mas de Grille
34430 St Jean de Védas
Tél. : (04) 67 27 09 09
Fax. : (04) 67 27 09 10

ESCALIER MARRETTI
48 via del Crocifisso
Tél. : +39 (0)55 8734735
Fax : +39 (0)55 875315
50058 SIGNA - ITALIE

PEINTURE

ARTEMIS PEINTURE DU SUD
365, rue du 56ème régiment d'artillerie
Résidence le Dahut entrée B
34070 MONTPELLIER
Tél. : (04) 30 60 09 38

ESPACES VERTS

SOCIÉTÉ JARDIN SERVICE
86 rue du Baptistou - ZA Nord
34 980 ST GELY DU FESC
Tél. : (04) 67 84 29 02

CHAPE ISOLANTE PROJETÉE

ISOLAT FRANCE
14, rue du Merlot
34990 JUVIGNAC
Tél. : (04) 99 77 19 18
Fax : (04) 99 77 19 17

CHAPE LIQUIDE

EUROCHAPE
14, rue du Merlot
34990 JUVIGNAC
Tél. : (04) 99 77 19 18
Fax : (04) 99 77 19 17

AGENCE ANTOINE GARCIA-DIAZ
5, Place du 8 Mai 1945
34070 Montpellier
Tél. : 04 67 27 13 13
Fax : 04 67 47 32 48
E-mail : agence@garcia-diaz.fr
www.garcia-diaz.fr