

INSTITUTO DE
ARQUITECTURA
TROPICAL

CONSTRUIRE BIOCLIMATIQUE EN MILIEU TROPICAL
CONSTRUIR BIOCLIMATICAMENTE EN AMBIENTE TROPICAL

Architectes: Michel Reynaud / Antoine Perrau

Etudes de cas à la Réunion / Estudio de casos en La Réunion:

Ilet du Centre

Lycée Saint Benoît IV

Ocean Reserve (Mauritius)



Laboratoire d'**E**cologie **U**rbaine de la Réunion

Fondé en 2003 par les architectes Antoine PERRAU et Michel REYNAUD

Bureau d'étude en **Qualité Environnementale**
des bâtiments et des aménagements

contact@leureunion.fr





L'Ilet du Centre

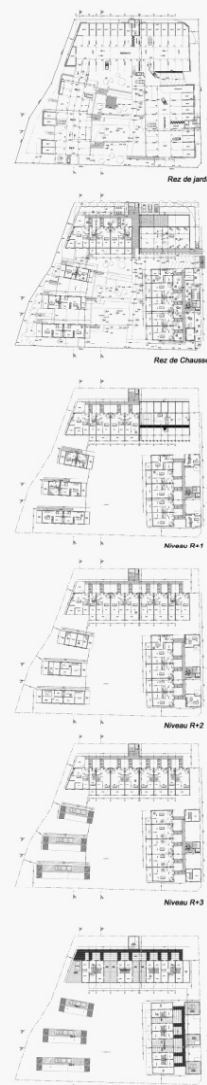


66 logements (du T1 au T4) + 312 m² de bureaux
Architectes: Michel Reynaud / Antoine Perraux
BET Qualité Environnementale: Laboratoire
d'Ecologie Urbaine de la Réunion
Commune: Saint-Pierre (centre-ville)
Altitude: 50 m
Année d'achèvement: 2008
SHON: 4123 m²

Altitude

66 apartamentos (del T1 a T4) + 312 m² de oficinas
Arquitectos: Michel Reynaud / Antoine Perraux
BET Calidad Ambiental: Laboratoire d'Ecologie Urbaine de la Réunion
Comuna: Saint-Pierre (centro-ciudad)
Altitud: 50 m
Año: 2008
SHON: 4123 m²





Insertion dans le site

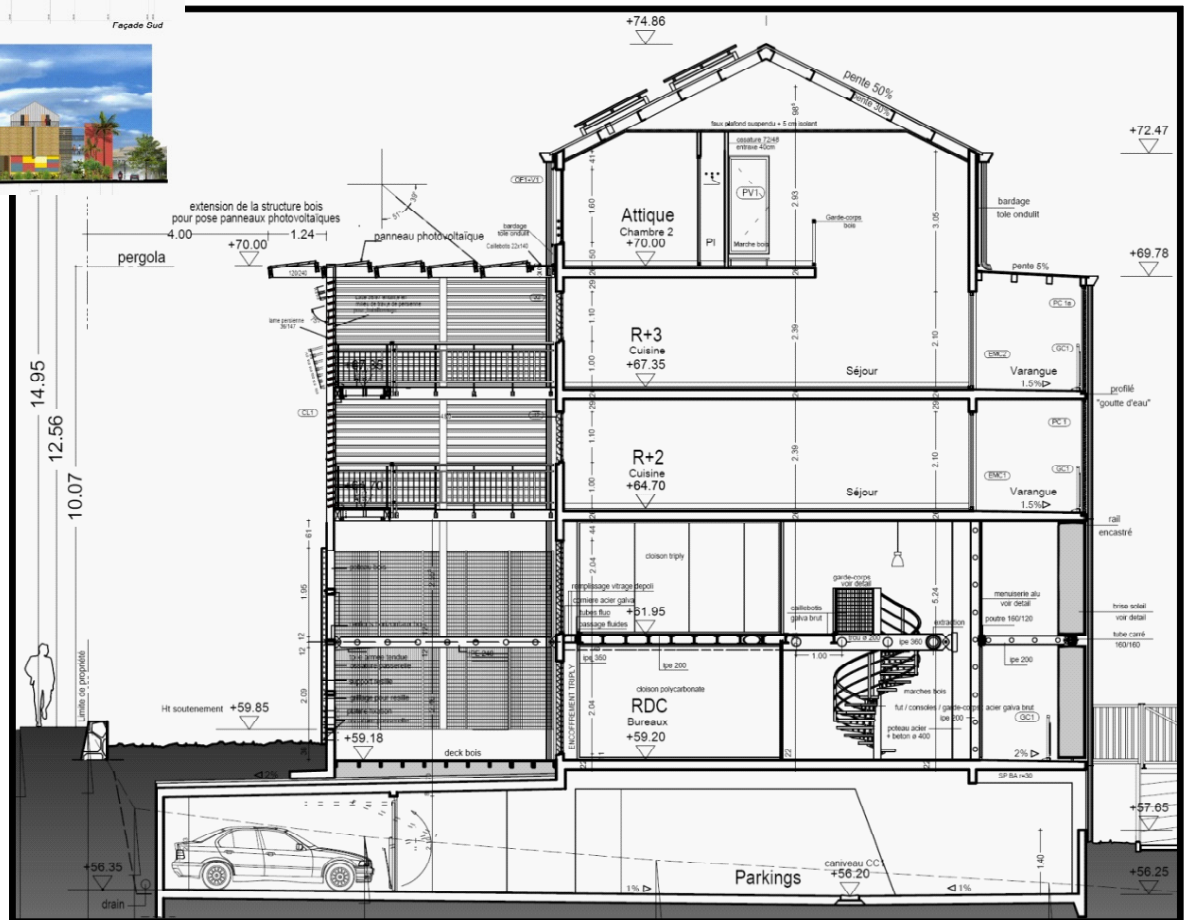
Principe de conception: structure béton protégée des apports solaires

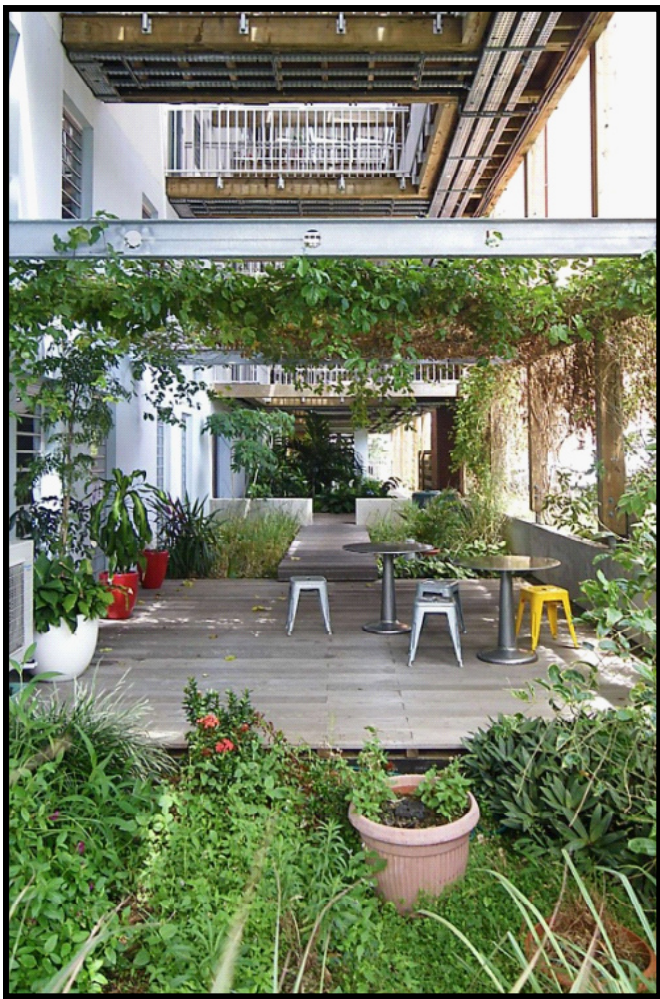
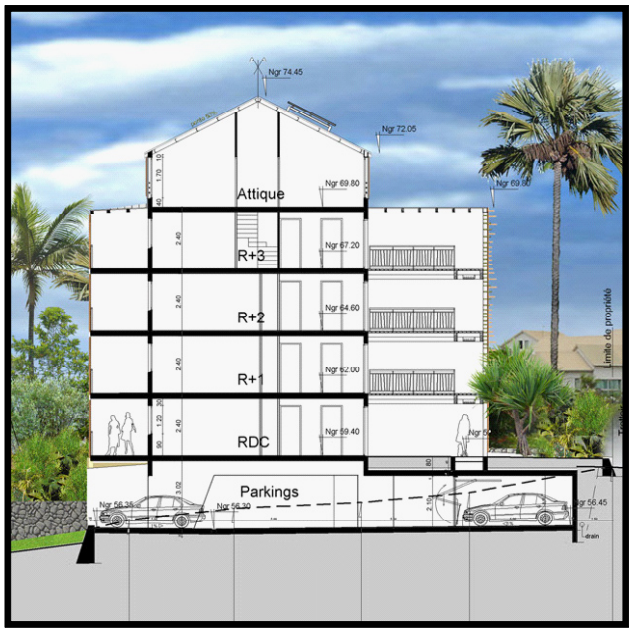
Concepto: estructura de concreto protegida de los aportes solares





INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL





Tampons thermiques: espaces extérieurs intermédiaires

Amortiguadores térmicos: espacios exteriores intermedios



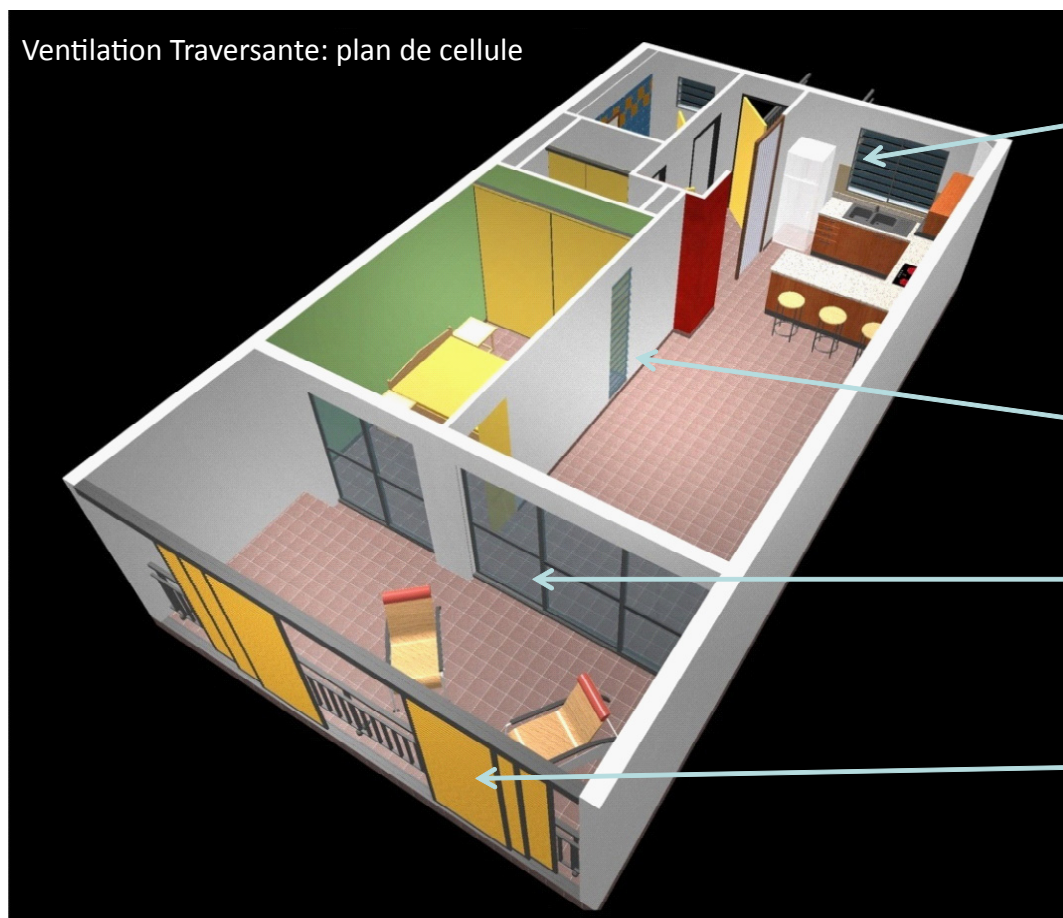
Ventilation naturelle traversante:

- Positionnement des bâtiments en fonction des vents dominants
- Perméabilité au vent de l'aménagement du site (peigne)
- Trame étroite des bâtiments
- Aménagement intérieur des logements

Ventilación natural cruzada:

- ubicación de los edificios según dirección de vientos dominantes
- Permeabilidad al viento de la planificación del sitio
- Trama estrecha de los edificios
- Distribución interna de los apartamentos

Ventilation Traversante: plan de cellule



Jalousie
anti-effraction

Jalousie
Intérieure

Baie vitrée

Volet
persienné





Ventilation Traversante: détail volets persiennés
Ventilación cruzada: detalle de postigos/persianas





Protection solaire: doubles peaux ventilées bois sur façades
béton

Protección solar: doble piel ventilas de madera sobre fachadas
de concreto





Energie solaire:
 - Ferme photovoltaïque
 intégrée (160 m², 20kWc)
 raccordée au réseau.
 - Eau Chaude Solaire: cap-
 teurs en toiture et ballons
 dissociés.

Energía solar:
 - Granja fotovoltaica
 integrada a la red pública
 (160 m², 20kWc),
 - Agua

Végétalisation des pieds de façade: jardins
 d'endémiques et d'indigènes adaptées au site

Vegetación a pie de fachada: jardines de especies
 endémicas y autóctonas adaptadas al sitio





Protection solaire:
- bardage métallique
réfléchissant (Ondulit®)
sur structure béton
- pare-soleil métal-
textile
- cerramiento metálico
reflector (Ondulit®)
sobre estructura de
concreto
- parasol de textil me-
tálico





Ruche urbaine/ Apiario urbano

« Loin de la monoculture et des pesticides, la ville est devenue une banque de biodiversité ».

“Lejos de la monocultura y de pesticidas, la ciudad se ha convertido en un banco de biodiversidad

- Gilles Clément -

Pollinisation des végétaux / Polinización de la vegetación >> développement des jardins/ desarrollo de jardines

Production de miel / Producción de miel





Questionnaire d'évaluation de bâtiments
Immeuble d'habitation

Ce sondage est mené dans le but d'améliorer la conception de futurs logements et espaces d'habitations. Les informations recueillies sont considérées comme confidentielles par l'équipe en charge de l'enquête.
Le questionnaire concerne ce bâtiment en général et votre logement en particulier. Répondez SVP au plus grand nombre de questions.

Merci de nous accorder de votre temps.

Exemple d'échelle de valeur :

1/Très insatisfaisant	2/Plutôt insatisfaisant	3/Sans avis	4/Plutôt satisfaisant	5/Très satisfaisant
-----------------------	-------------------------	-------------	-----------------------	---------------------

Numéro bâtiment
Numéro appartement

Votre point de vue sur l'ensemble du bâtiment
(Veuillez cocher une case pour chacune des échelles suivantes)

Que pensez-vous de la conception du bâtiment dans son ensemble ?

1 2 3 4 5
Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

Commentaires
.....
.....
.....

Les espaces communs correspondent-ils à vos besoins ?

Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

Commentaires
.....
.....
.....

Etes-vous satisfait de la gestion des parties et équipements communs (jardins, espaces dessertes...) ?

Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

Commentaires
.....
.....
.....

Quel est, à votre avis, l'image que le bâtiment pris dans son ensemble donne aux visiteurs ?

Bonne ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Mauvaise

L'environnement de votre logement vous paraît-il sécurisant ?

Sécurisant ☐ ☐ ☐ ☐ Dangereux

Que pensez-vous de l'état global de propreté du bâtiment ?

Satisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ Insatisfaisant

Globalement, trouvez-vous votre immeuble agréable à vivre ?

Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

Entretenez-vous des relations de voisinages :

☐ amicale
☐ conflictuelle
☐ pas de contact

Commentaires
.....
.....
.....

Votre point de vue sur l'ensemble de votre logement
(Veuillez cocher une case pour chacune des échelles suivantes)

Que pensez-vous de votre appartement dans son ensemble ?

Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

L'espace dont vous disposez est-il adapté à vos besoins ?

Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

Commentaires
.....
.....
.....

Les capacités de rangement sont-elles appropriées ?

Insatisfaisant ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisant

Confort
Veuillez décrire ce que vous ressentez dans votre logement en hiver, puis en été. Si vous n'occupez pas ce domicile durant l'une des saisons, merci de ne pas répondre aux questions correspondantes.

La température en hiver

Inconfortable ☐ ☐ ☐ ☐ Confortable

Trop chaud ☐ ☐ ☐ ☐ Trop froid

Stable ☐ ☐ ☐ ☐ Variable

L'air en hiver

Calme ☐ ☐ ☐ ☐ Courant d'air

Sec ☐ ☐ ☐ ☐ Humide

Frais ☐ ☐ ☐ ☐ Pollué

Inodore ☐ ☐ ☐ ☐ Odorant

Les conditions globales en hiver

Insatisfaisantes ☐ ☐ ☐ ☐ Satisfaisantes

La température en été

Inconfortable ☐ ☐ ☐ ☐ Confortable

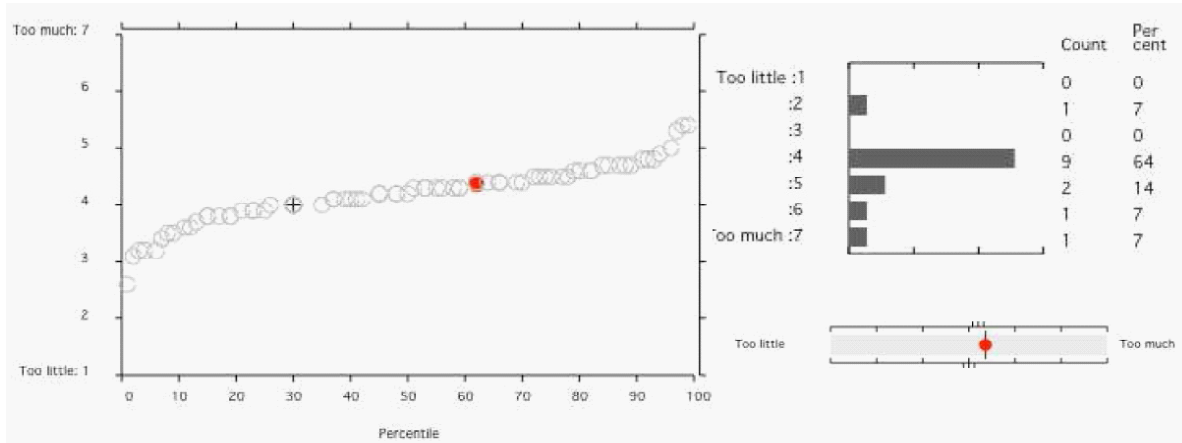
Trop chaud ☐ ☐ ☐ ☐ Trop froid

Stable ☐ ☐ ☐ ☐ Variable

Enquêtes de satisfaction: adaptation de la méthode PROBE (université de Wellington NZ)

Encuesta de satisfacción: adaptación del método PROBE (universidad de Wellington NZ)





Confort thermique en période chaude satisfaisant pour les occupants qui utilisent correctement les dispositifs bioclimatiques (ventilation traversante, protections solaires, brasseurs d'air, ...)

Confort térmico satisfactorio en período caliente para los ocupantes que utilizan correctamente los dispositivos bioclimáticos (ventilación cruzada, protecciones solares, ventiladores de techo, etc.

Freins:

- Méconnaissance des dispositifs et leur utilisation
- Bruits extérieurs qui obligent à fermer les ouvrants (circulation routière, voisinage, ...)
- Odeurs qui obligent à fermer les ouvrants (poubelles)
- Intimité apportée par des rideaux opaques
- Porte d'entrée difficilement utilisable pour la ventilation naturelle (sécurité)

Restricciones:

- Desconocimiento de los dispositivos y su utilización
- Ruidos externos que obligan a cerrar los postigos (circulación vehicular, vecinos...)
- olores que obligan a cerrar las ventanas (basureros)
- Intimidad gracias a cortinas opacas
- Puerta de entrada difícilmente utilizable para la ventilación natural (seguridad)

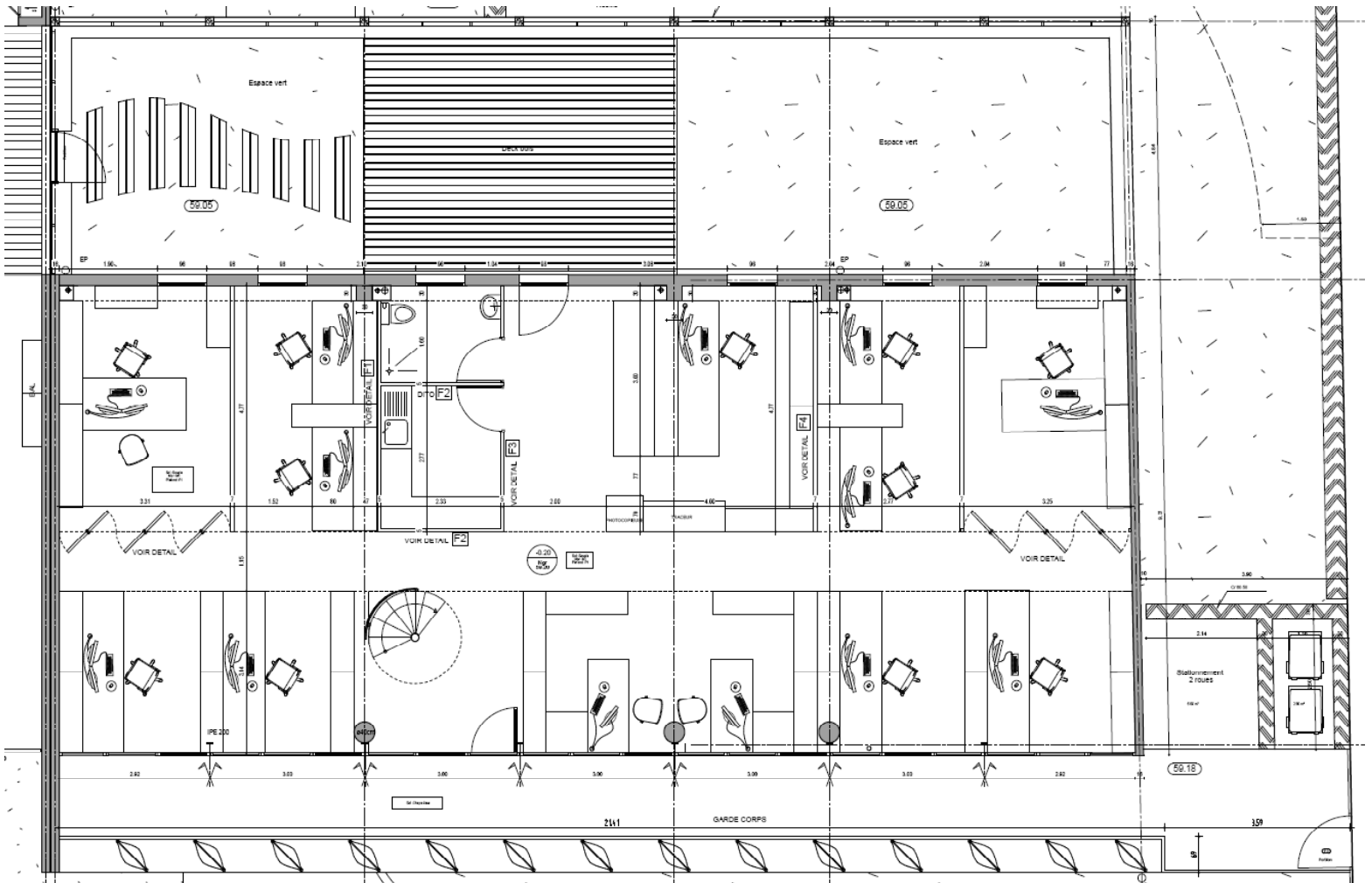
Conclusion:

>> Réalisation d'un guide d'utilisation du logement bioclimatique

Conclusión:

>> Realización de una guía de utilización de la vivienda bioclimática





Bureaux: plan d'aménagement

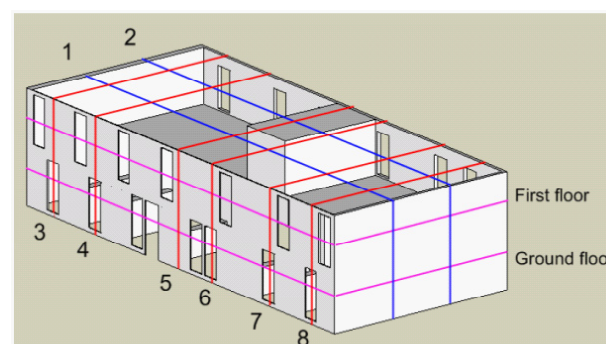
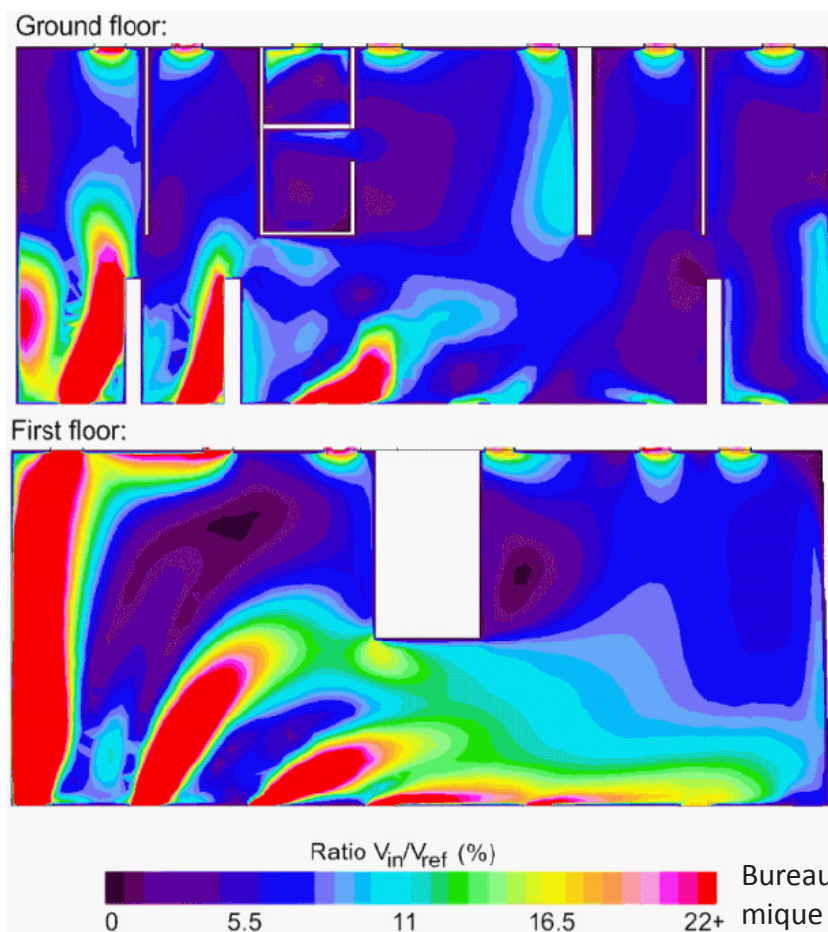


Bureaux:

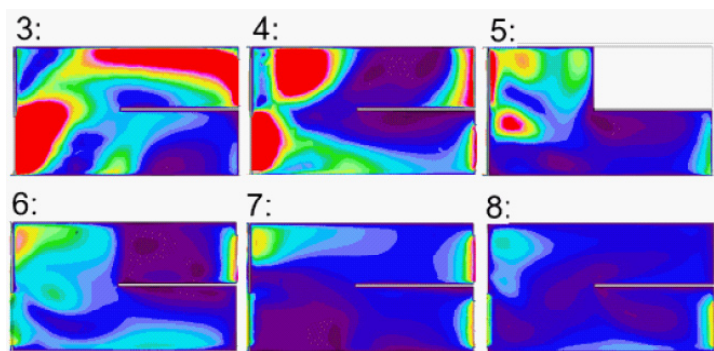
- Aménagement paysager permettant la ventilation naturelle traversante
- Contrôle individuel (brasseurs, lumière, jalousies)
- Positionnement des postes de travail en fonction des baies

Oficinas:

- . Arreglo paisajístico que permite la ventilación natural cruzada
- Control individual, (ventiladores, luz, persianas)
- . Ubicación de las estaciones de trabajo en función de los ventanales



Bureaux: simulations numériques du confort thermique CFD sur les écoulements d'air en ventilation naturelle



Oficinas: simulación numérica del bienestar térmico CFD sobre los flujos de aire en la ventilación natural.



INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL



Postes de travail:
écran + clavier + souris

Puestos de trabajo:
pantalla + teclado + mouse



Bureaux:
diminution des charges internes (informatique)

Oficinas:
disminución de cargas internas (informática)

Unités centrales:
regroupées dans local informatique sécurisé et climatisé

Unidades centralizadas:
agrupadas en un local informático seguro y climatizado



Quelques chiffres:

- 1: Coefficient d'Occupation des Sols (COS maximal autorisé: 1.5).
- 28 (kWh/m²/an): consommation électrique logements (tous usages, énergie finale).
- 56 (kWh/m²/an): consommation électrique bureaux (tous usages, énergie finale).
- 95 %: linéaire de pied de façade végétalisé (arbres ou systèmes arbustifs denses).
- 80 %: eaux pluviales infiltrées directement dans le sol (hors épisode cyclonique).
- 3: composteurs collectif répartis dans les jardins de l'opération.
- 160 m²: surface de capteurs photovoltaïques en toiture (pergola solaire).
- 0.60 €/kWh: tarif de vente de l'électricité produite (+0.20€ pour intégration archi).
- 8 m²: surface climatisée pour l'ensemble de l'opération (local informatique bureaux).
- 1600 €/m²: coût de la construction (2008).
- 100 %: eau chaude solaire pour les logements.
- 90 %: pouvoir de réflexion du rayonnement solaire du bardage métallique réfléchissant (ondulit®).

Algunas cifras:

- 1. Coeficiente de Ocupación del suelo (COS máximo autorizado: 1.5). 28 (kWh/m²/an): consumo eléctrico viviendas (todo uso, energía final).
- 56 (kWh/m²/an): consumo eléctrico oficinas (todo uso, energía final).
- 95 %: fachada lineal vegetada (árboles o sistemas arbustivos densos).
- 80%: aguas pluviales infiltradas directamente en el suelo (fuera de los episodios ciclónicos).
- 3: compost colectivo repartidos en el jardín
- 160 m²: superficie de captadores fotovoltaicos en el techo (pérgola solar).
- 0.60 €/kWh: tarifa de venta de electricidad producida (+0.20€ por integración arquitectónica)
- 1600 €/m²: costo de la construcción (2008)
- 100 %: agua caliente solar para los apartamentos
- 90%: poder de reflexión de la radiación solar del cerramiento metálico reflectivo (ondulit®).



Lycée Saint Benoît IV



Une conception environnementale basée sur le référentiel NF-HQE® tertiaire - bâtiments d'enseignements adapté pour l'île de la Réunion.

Un concepto ambiental basado en la referencia NF-HQE® terciaria - edificios de enseñanza adaptado a la Isla de la Réunion.

A11 - PERSPECTIVE B

Architectes/ Arquitectos: Michel Reynaud / Antoine PERRAU / LEU Réunion

Maître d'ouvrage /Constructora: Région Réunion – SR21

Commune/Comuna: Saint-Benoît (littoral Est)

Altitude/Altitud: 15 m Année d'achèvement /Año: 2010

Enseignement/Enseñanza: général, technique et professionnel médico-social/general, técnica y profesional médico social.

Pôles/Polos: administratif, enseignement général, enseignement professionnel, internat, restauration, gymnase, logements de fonction, plateau sportif, stationnements/administrativos, enseñanza general, enseñanza profesional, viviendas, instalaciones deportivas, estacionamiento.



A11 - PERSPECTIVE LIBRE

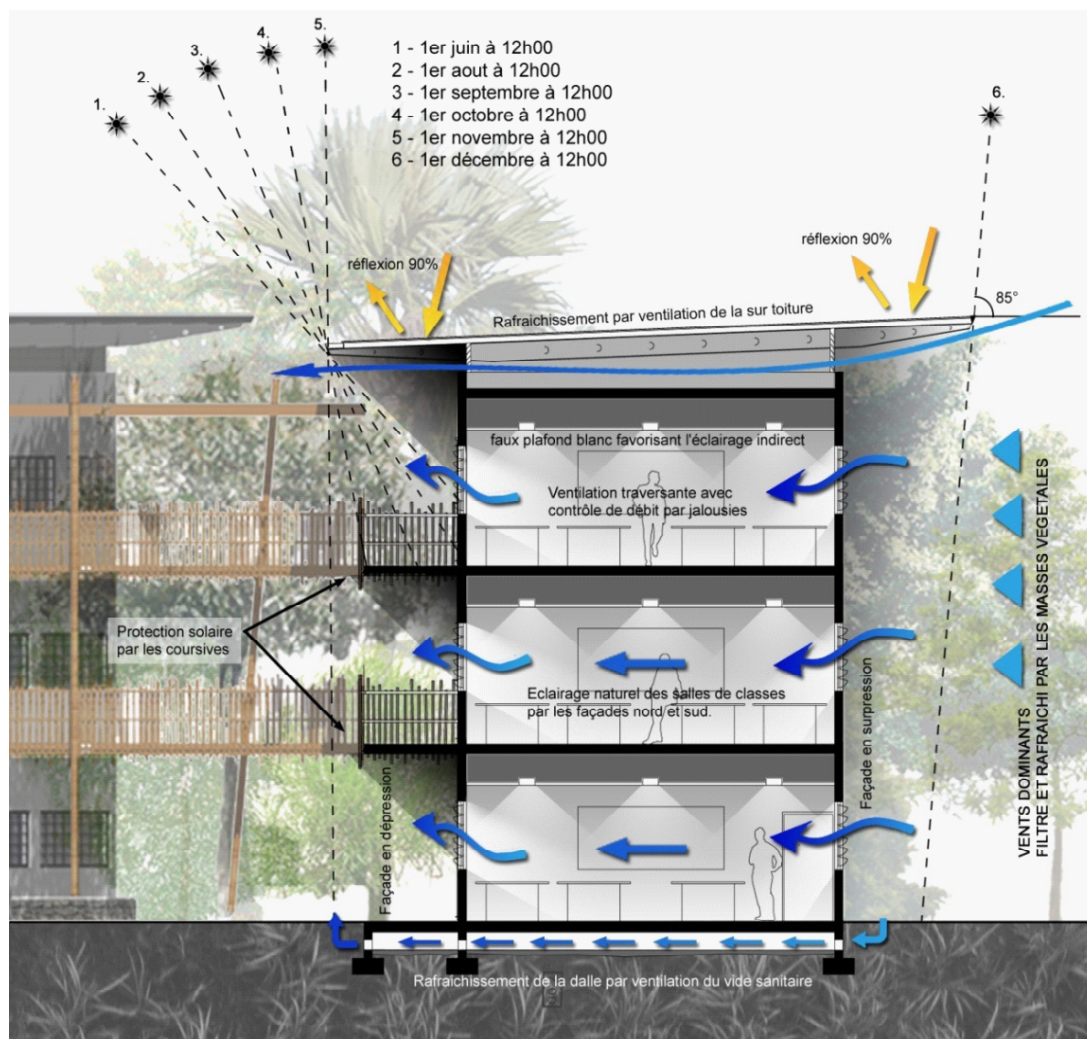






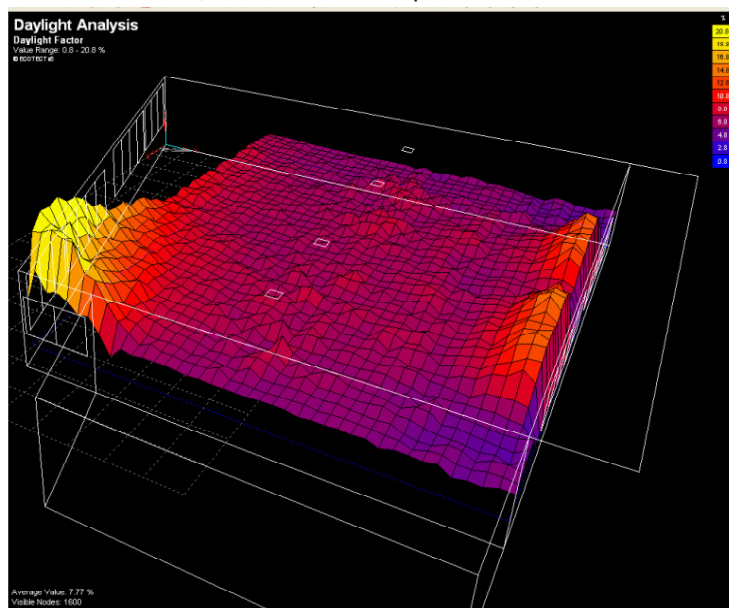






COUPE DE PRINCIPE

Simulation de l'apport de lumière naturelle par des canons à lumière, dans la salle d'examen / Simulación del aporte de luz natural de los cañones de luz



Un recours systématique aux outils informatiques lors des études:

Confort hygrothermique: simulations thermiques dynamiques, DesignBuilder

Protections solaires: héliodons, Ecotect

Eclairage naturel et artificiel: optimisation des niveaux d'éclairage et des dispositifs type light-shelves et canons à lumière, Ecotect, Daysim, Dialux

Dimensionnement des systèmes énergie renouvelables: ECS et photovoltaïque

Acoustique: niveau d'isolation aux bruits de chocs et aériens, Acoubat

Bienestar higrotérmico: simulaciones térmicas dinámicas, DesignBuilder

Protecciones solares: heliodón, Ecotect

Iluminación natural y artificial: optimización de los niveles de iluminación y de los dispositivos tipo cenefas y cañones lumínicos Ecotect, Daysim, Dialux

Dimensionamiento de los sistemas energéticos renovables: ECS y fotovoltaico

Acústicos: nivel de aislamiento al ruido de impactos y aéreo Acoubat

Une conception bioclimatique permettant un fonctionnement non climatisé de l'ensemble des bâtiments d'enseignement et d'hébergement / Concepción bioclimática que permite el funcionamiento sin climatización artificial de del conjunto de edificios de enseñanza y de alojamiento



INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL



Bois utilisé pour: les charpentes (gymnase), les structures (coursives), les bardages, les decks (coursives, terrasses), les gardes corps, les persiennes et protections solaires.

Essences utilisées: Pin sylvestre traité CL4, Ipé

Labellisation: FSC ou PEFC exigée pour l'ensemble des bois

Maderas utilizadas para: marcos (gimnasio), estructuras (pasos), revestimientos, cubiertas (pasillos, patios), las barandillas, persianas y protecciones solares.

Esencias utilizadas: Pino silvestre tratado con CL4, Ipé

Marcas: Certificación: FSC y PEFC necesarios para toda la madera





REALISATION DU LYCEE DE SAINT-BENOIT IV

CHANTIER VERT

CHARTRE DE CHANTIER VERT

Une charte de chantier vert a été signée par tous les intervenants sur le chantier de construction du lycée Saint-Benoît IV.

TRANSPORTS

Utilisez les transports collectifs et le co-voiturage, et respectez les stationnements prévus sur le chantier.

RESPECT DES RIVERAINS ET DES TRAVAILLEURS

Faites moins de bruit et moins de poussière dès que cela est possible. Utilisez les bains de lavage des roues des camions en sortant du chantier.

LOCAUX DE CHANTIER

N'utilisez la climatisation qu'en période très chaude. Triez les déchets et utilisez le composteur pour les restes de repas. N'utilisez pas de couverts ou gobelets jetables.

DECHETS

Limitez la quantité de déchets et triez correctement les déchets dans les bennes prévues.

EMBALLAGES

Commandez des produits ou matériaux avec des emballages réduits. Déballez les produits avant l'arrivée sur le chantier ou évacuez le jour même les emballages hors du site. Ne jetez pas d'emballages dans les bennes de tri.

PROPRETE DU CHANTIER

Nettoyez quotidiennement les zones de travail et évacuez les déchets vers les bennes de tri.

POLLUTIONS

Utilisez les bacs de rétention pour le lavage des outils souillés. Stockez les produits toxiques ou polluants dans les endroits réservés à cet effet.

EAU

Limitez la consommation d'eau en fermant les robinets et en signalant les fuites.

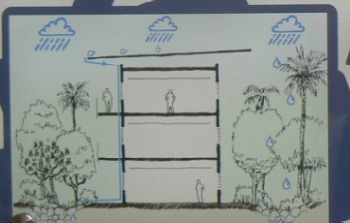
DIALOGUE

Utilisez la boîte à idées disposée à l'entrée du chantier pour faire part de vos remarques.

L'EAU DE PLUIE

L'urbanisation modifie l'infiltration et l'évacuation des eaux de pluie, et peut être à l'origine de catastrophes naturelles comme les inondations ou les glissements de terrain. Pour éviter cela, le lycée s'inscrit dans une démarche de gestion durable de l'eau.

- ◆ Des fossés drainants et des bassins de rétention permettant de diriger et de stocker les eaux de pluie afin d'assurer un déversement régulier dans le milieu naturel.
- ◆ Les eaux de ruissellement des stationnements et voies de circulation font l'objet d'un traitement spécifique par phytoremédiation.



Info

La phytoremédiation, c'est l'utilisation de certaines plantes afin de dépolluer des sols ou dépolluer des eaux polluées.

3

Saint Benoît se situe dans une zone très pluvieuse avec des précipitations annuelles de plus de 3 m.

Et Vous?

Néanmoins, l'eau de pluie peut être utilisée pour l'arrosage des plantes, le nettoyage des sols, etc.



Tri sélectif des déchets de chantier /
Clasificación selectiva de los desechos en la obra.

Information et sensibilisation des occupants /
Información y sensibilización de los usuarios



Quelques chiffres:

1082 élèves: capacité d'accueil du lycée

23 kWh/m²/an: consommation électrique prévisionnelle totale.

4582 m²: Ferme photovoltaïque en toiture (ombrières de bâtiments).

80 %: taux de couverture en énergie solaire pour les besoins en eau chaude.

40 m³: cuve de recyclage des eaux de pluie pour l'alimentation des WC.

547 m³: capacité de rétention des ouvrages d'infiltrations des eaux de pluie.

3 %: coefficient d'imperméabilisation global de la parcelle.

7500: plants d'espèces endémiques ou indigènes pour les jardins.

3: compartiments pour l'ensemble des réceptacles déchets (poubelles).

80 %: autonomie en éclairage naturel uniquement, pour les salles de classe

Algunas cifras:

1082 estudiantes: capacidad de matrícula

23 kWh/m²/año: consumo eléctrico total

4582 m²: granja fotovoltaica en techo (sombras del edificio)

80 %: tasa de cobertura en energía solar para la necesidad de agua caliente

40 m³: tanque de reciclaje de agua de lluvia para alimentar inodoro

547 m³: capacidad de retención de las obras de infiltración de aguas pluviales

3 %: coeficiente de impermeabilización global de la parcela

7500: plantas de especies endémicas o autóctonas para los jardines

3: compartimentos para el conjunto de basureros

80 %: autonomía en iluminación natural, sólo para las aulas de clase

Une conception bioclimatique permettant un fonctionnement non climatisé de l'ensemble des bâtiments

d'enseignement et d'hébergement/ Concepción bioclimática que permite el funcionamiento sin climatización artificial del conjunto.





Infiltration des eaux pluviales / Infiltración de aguas pluviales





Traitement perméable des cours / Tratamiento permeable de patios



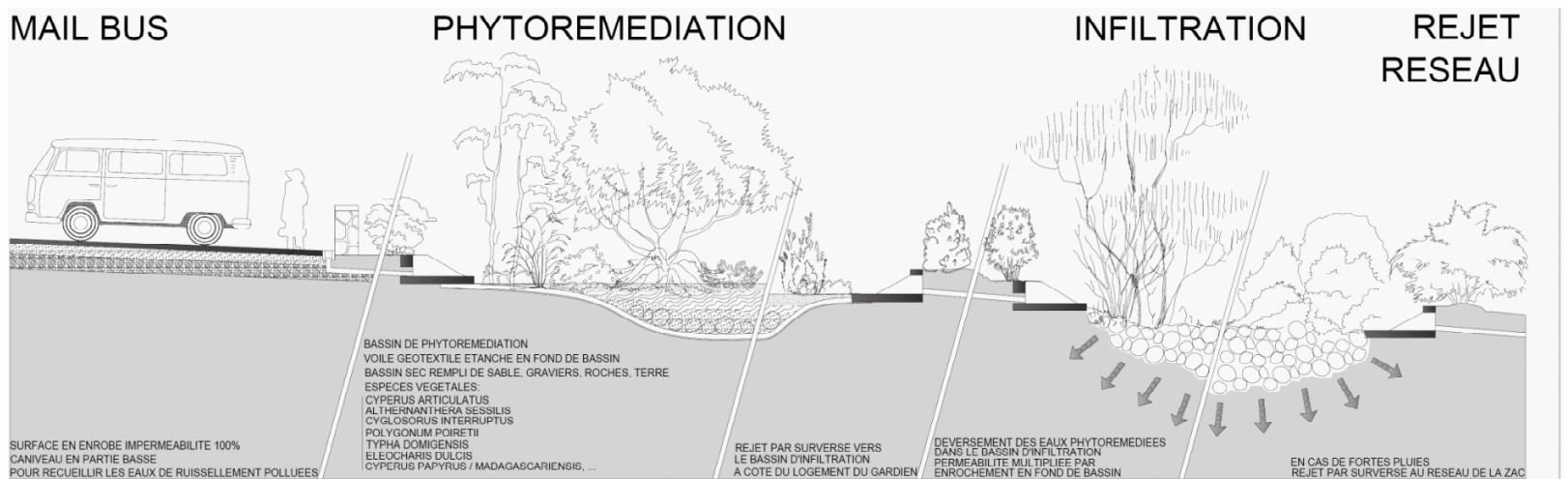


Ventilation naturelle traversante, jalousies, brasseurs d'air /
Ventilación natural cruzada, celosías y ventiladores.





Traitement perméable des stationnements automobiles / Estacionamientos permeables



Phytorémédiation des eaux de ruissellement voie bus et stationnements en remplacement d'un séparateur à hydrocarbures)

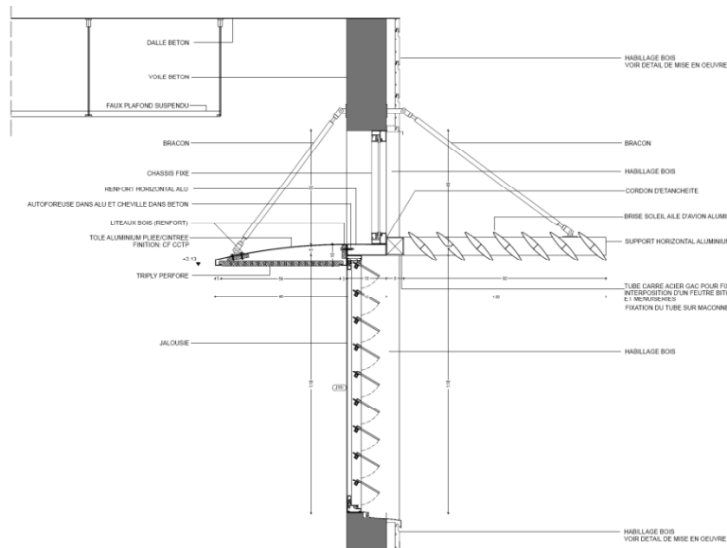
Fitorremediación de la escorrentía carril bus y estacionamiento en reemplazo de un separador de hidrocarburos)





Eclairage naturel / Iluminación natural

Canons à lumière / Cañones de luz





INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL



Gymnase: lumière naturelle, confort thermique et acoustique / Gimnasio: iluminación natural, bienestar térmico, y acústico.



Production d'énergie photovoltaïque: Générateur raccordé au réseau en injection totale / Producción de energía fotovoltaica: Generador conectado a la red en inyección completa.

Puissance: 385 kWc (1677 modules de 230Wc polycristallins)/ Potencia: 385 kWc (1677 módulos de 230Wc polycristales)

Surface exploitée: 2755 m² / Superficie explotada: 2755 m²

Production estimée: 518 000 kWh/an / Producción estimada: 518 000 kWh/año

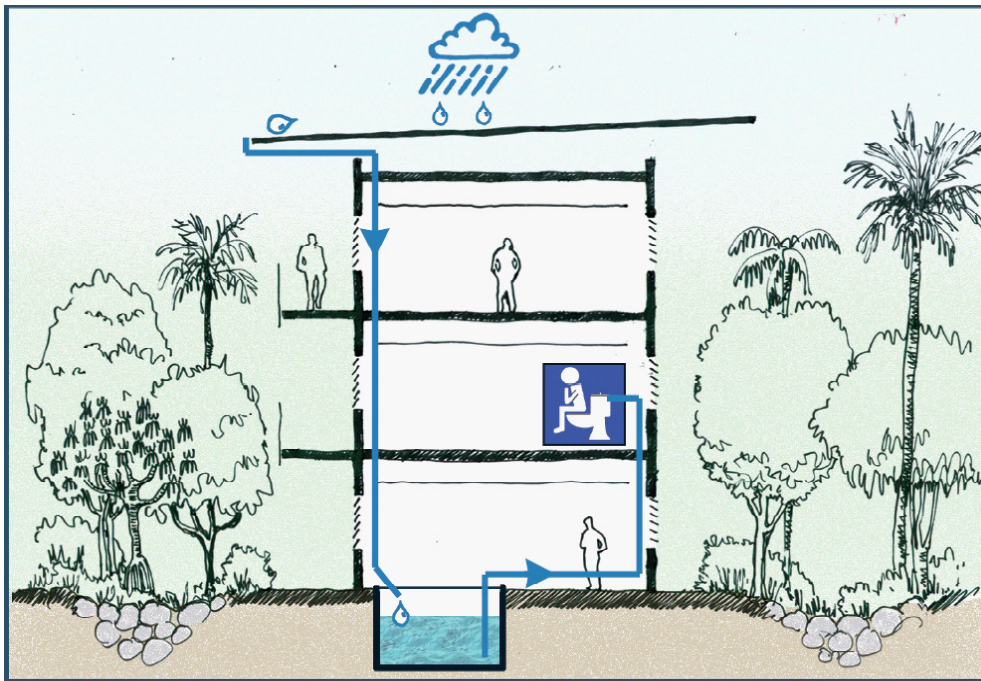
Consommation électrique du lycée estimée à 313 000 kWh/an / Consumo eléctrico anual estimado: 313 000 kWh/an)

Implantation intégrée à l'architecture en ombrière de bâtiment (surtoiture sans fonction d'étanchéité)/ Implantación integrada a la arquitectura de sombra (sobre techo sin función de aislamiento).



Eau chaude solaire: Alimentation des besoins en eau chaude du gymnase (douches) et de la cuisine / Agua caliente solar: alimentación de necesidad de agua caliente del gimnasio (duchas) y de la cocina.





Recyclage de l'eau de pluie:
Alimentation des sanitaires et auges
de lavage / Reciclaje del agua de
lluvia: Alimentación de sanitarios y

Récolte des eaux de toiture du bâti-
ment d'internat

Filtration 0.7mm en entrée de cuve

Cuve de stockage: 40 m3 en béton
dans vide sanitaire

- Réseau de distribution d'eau recy-
clée identifié et distinct du réseau
eau potable



Protection solaire des baies / Protección de ventanales





IAT EDITORIAL ON LINE

