

# DIOGÈNE 3.0

Tome 2

11 Villes | 11 Climats | 11 Modes de vie

METTELHORN

DONETSK

ÎLE DE WIGHT

NOIRMOUTIER

LE CAP

DÉSERT D'ATACAMA

CORRALES

PONDICHÉRY

CAPESTERRE

CAYENNE

LUANG PRABANG

Diogène 3.0

## Tome 1

**Mettelhorn - Suisse**, Besançon Manon  
**Donetsk - Ukraine**, Luciani Jean-Charles  
**Île de Wight - Royaume-Uni**, Kaiser Lysiane  
**Île de Noirmoutier - France**, Leon Manuel  
**Le Cap - Afrique du Sud**, Chevalier Paul  
**San Pedro de Atacama - Chili**, Besse Morgane

## Tome 2

**Corrales - États-Unis**, Martin Fanny  
**Pondichéry - Inde**, Vaillant Amaury  
**Capesterre - Guadeloupe**, Greset Charlotte  
**Cayenne - Guyane**, Rodrigues Tatiana  
**Luang Prabang - Laos**, Grolleron Pauline

### **Enseignants :**

Jean-François Blassel  
Raphaël Ménard

**Cahiers du DPEA**  
**Architecture Post-Carbone**  
**2015 – 2016**

**École d'architecture**  
**de la ville & des territoires**  
**à Marne-la-Vallée**



## 11 localisations - 11 climats - 11 modes de vie

L'exercice a pour objet la définition d'une architecture de petite dimension, modeste mais précise, mise en forme spécifiquement pour une combinaison unique de lieu et d'usage.

Nouvel organisme, ce petit projet reste le prétexte à l'invention concrète d'une organisation matérielle complètement aboutie et d'assemblages réfléchis et résolus.

Cette organisation matérielle et concrète aura ici pour objectif, au-delà des vertus classiques et incontournables de l'architecture, de réduire radicalement l'empreinte énergétique du projet.

On s'intéressera autant à la consommation énergétique nécessaire à l'établissement d'un endoclimat favorable au sein d'un exoclimat spécifique qu'au contenu énergétique des matériaux et produits mis en œuvre.

L'exercice permettra donc d'imaginer puis de dessiner et enfin de valider numériquement comment médiation climatique, frugalité énergétique et nécessités physiques de la construction (propriétés physiques des matériaux, gammes des opérations et transformations possibles avec ces matériaux, économie de moyens, ...) peuvent interagir pour alimenter la forme et l'usage du projet.

## **METTELHORN**

**Suisse**

Manon Besançon

## **DONETSK**

**Ukraine**

Jean-Charles Luciani

## **ÎLE DE WIGHT**

**Royaume-Uni**

Lysiane Kaiser

## **ÎLE DE NOIRMOUTIER**

**France**

Manuel Leon

## **LE CAP**

**Afrique du Sud**

Paul Chevalier

## **DÉSERT D'ATACAMA**

**Chili**

Morgane Besse

## **CORRALES**

**États-Unis**

Fanny Martin

## **PONDICHÉRY**

**Inde**

Amaury Vaillant

## **CAPESTERRE**

**Guadeloupe**

Charlotte Greset

## **CAYENNE**

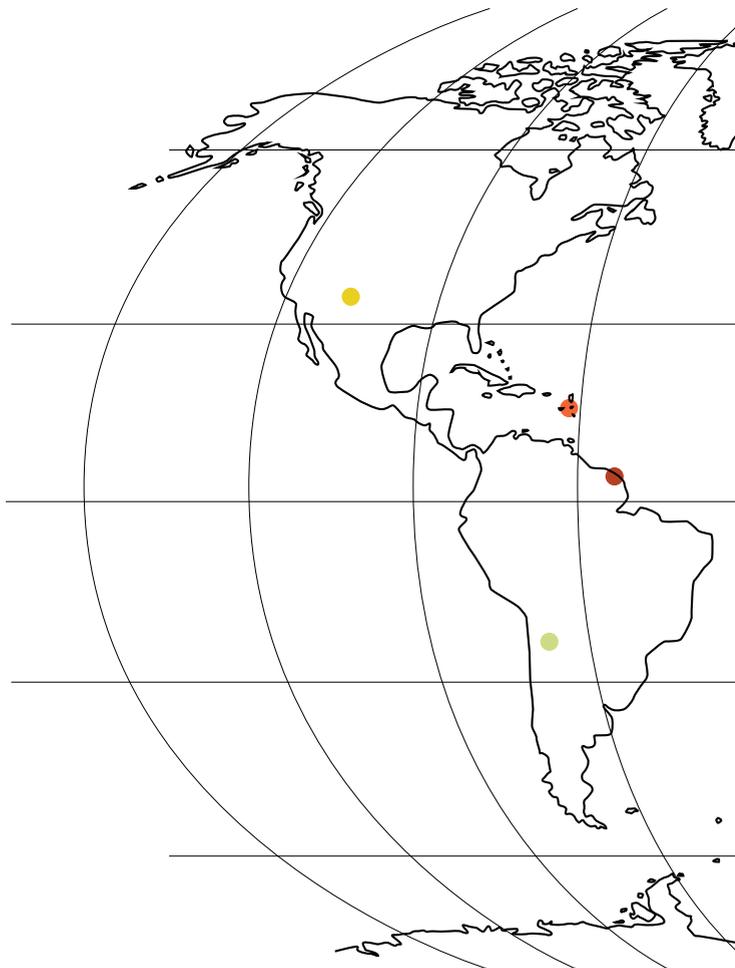
**Guyane**

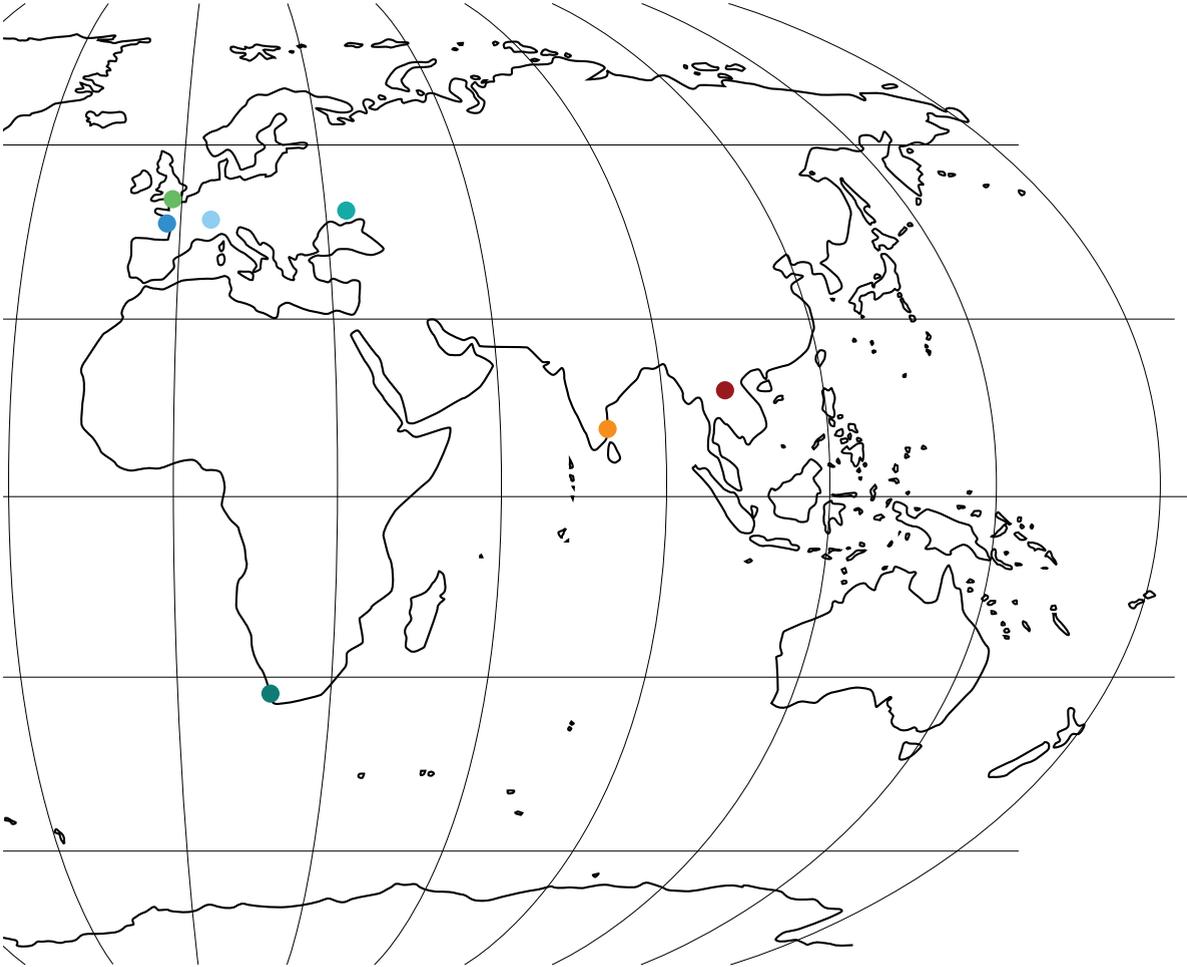
Tatiana Rodrigues

## **LUANG PRABANG**

**Laos**

Pauline Grolleron







Sandia Crest, depuis Corrales (John Fowler-flickr.com)

# CORRALES

Nouveau-Mexique, Etats-Unis



Latitude : 35°05'04"N  
Longitude : 106°39'04"O  
Altitude : 1531 m

**Fanny Martin**





## **LE SITE**

Géographie / Histoire / Culture

Implantation

Contexte

Ressources locales

Données et analyses climatiques

## **LE PROJET**

Stratégies

Spatialité et usages

Structure et matériaux

## **L'ÉNERGIE**

Eau

Electricité

## **SYNTHÈSE**

Volumétrie

Détail

Maquette



1

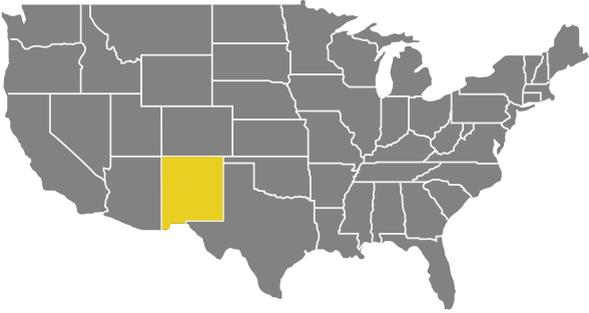


2



3

## **CORRALES** Nouveau-Mexique



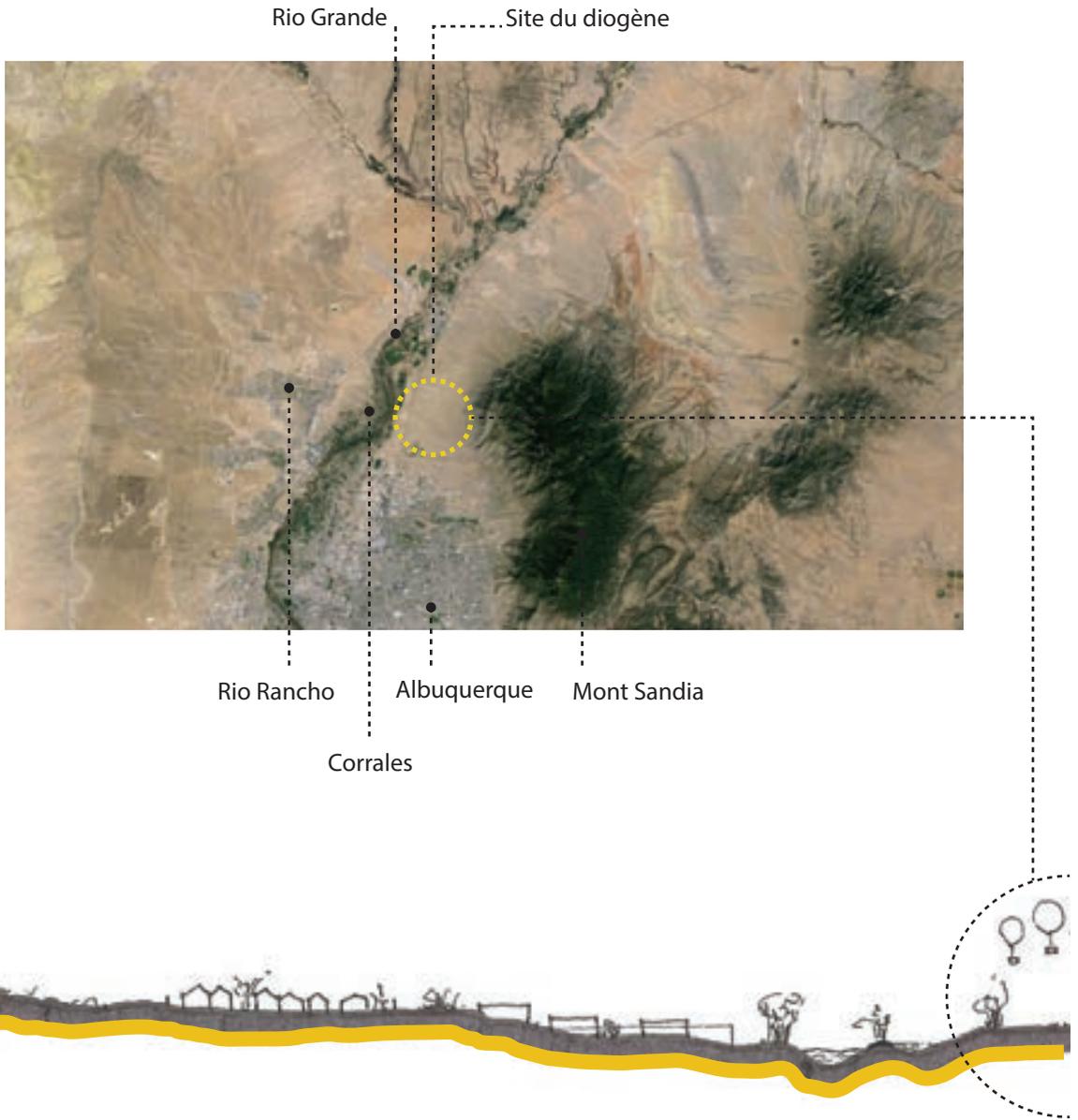
**C**orrales est une petite ville du nord-ouest du Nouveau-Mexique, située entre les deux premières grandes villes de l'état que sont respectivement Albuquerque (au sud) et Santa Fe (au nord), formant un croissant de lune dans les méandres du célèbre fleuve «Rio Grande».

Le Nouveau-Mexique est riche par la grande diversité des paysages qu'il offre, des montagnes élevées du nord aux vastes étendues désertiques du sud, modulant alors son climat suivant sa géographie.

L'héritage profond des peuples indiens natifs Apaches, Pawnees ou Anasazis, par exemple, aussi bien culturel qu'architectural révèle du souci de la maîtrise de ce climat désertique froid de Corrales.

Cette diversité se retrouve à l'échelle du bâti, puisque trois typologies d'habitations se juxtaposent, avec un bâti dense et moins dense en lanière perpendiculaire au fleuve et en *gated communities*, plus en arrière de celui-ci.

Sa structure viaire nous permet de comprendre qu'elle n'est qu'un lieu de transit sur la route d'Albuquerque attirant des milliers de visiteurs par les grands événements organisés.



vue satellite de Corrales, GoogleEarth

## LE PIED-À-TERRE D'UN CORPS À L'AISE

### Corrales, NM

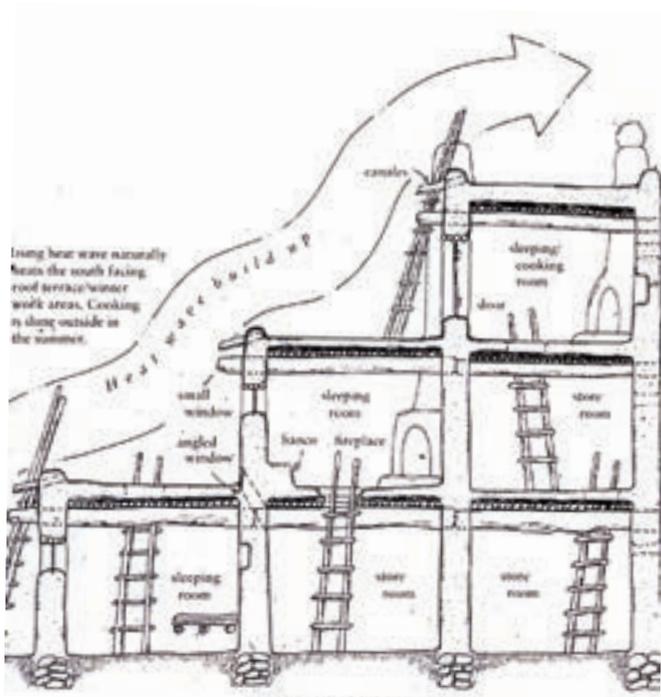
Organisée depuis 1972, la «Fiesta Hot Air Balloon» est le plus grand événement de montgolfière au monde ayant lieu à Albuquerque et d'où s'envolent près de 500 ballons.

Notre occupant du diogène est en charge de l'organisation de cet évènement et réalise d'ailleurs des recherches d'efficacité énergétique de ce mode de transport permettant d'être dans les airs et de profiter des paysages sans consommer trop d'énergie.

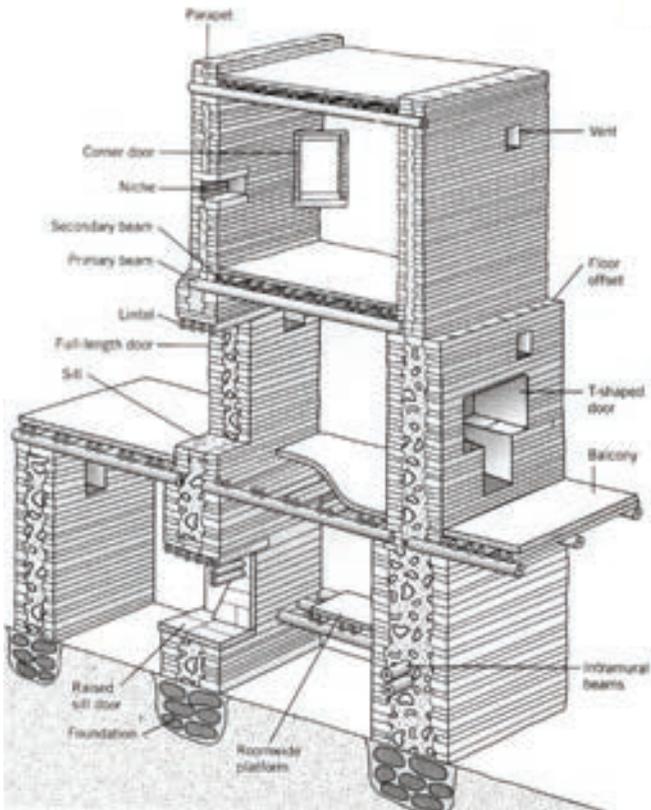
Une fois revenu sur terre, il rejoint son habitat autonome à Corrales qu'il occupe environ 200 jours par an.

L'habitat se situe sur un terrain sec et aride, de l'autre côté du Rio Grande, à l'altitude de Corrales, soit à 1531 mètres par rapport au niveau de la mer, dans un endroit isolé d'autres constructions.





1.



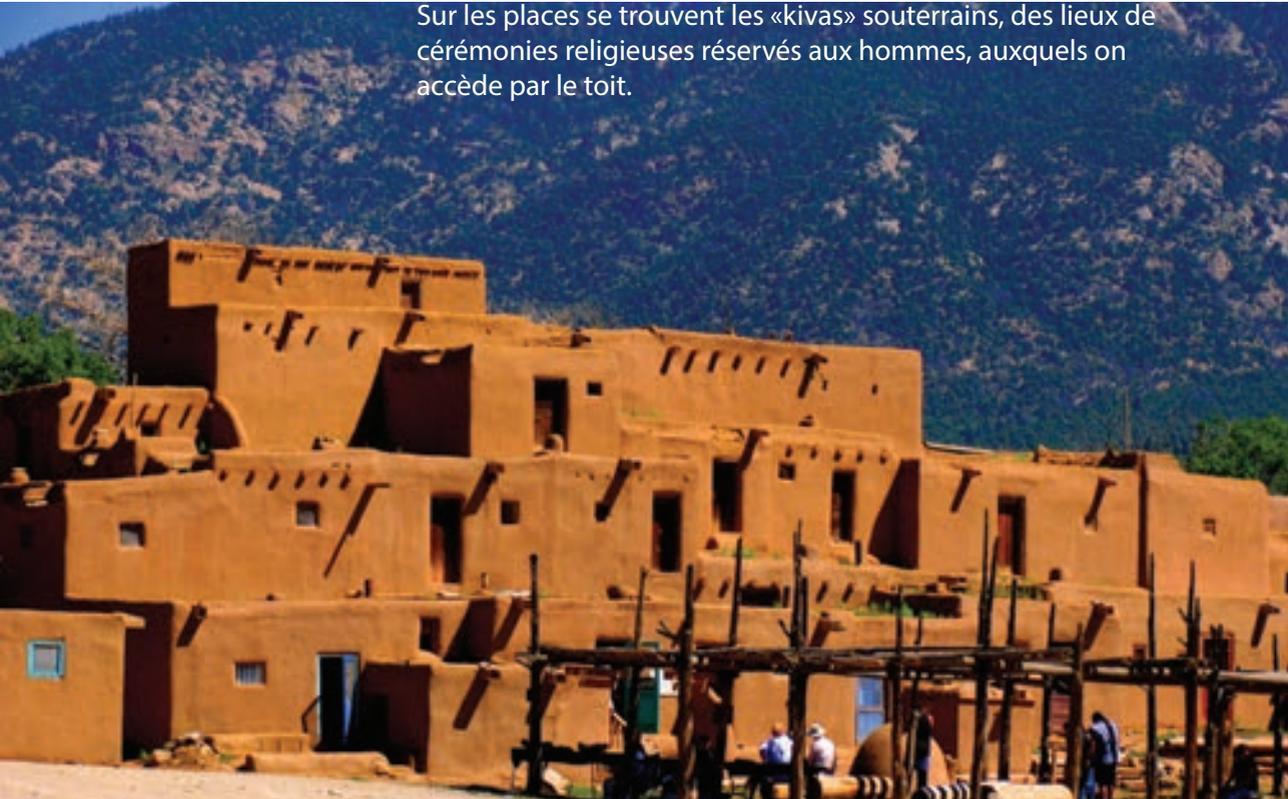
2.

## DES PUEBLOS... Culture constructive

Les indiens natifs d'Amérique se sont construit des maisons juxtaposées en pierre ou en adobe: les «Pueblos». Par extension, on utilise le terme pour désigner leurs habitants. Ils ne forment pas un peuple, au contraire, il s'agit de tribus distinctes parlant chacune leur langue et ayant chacune leurs spécificités culturelles. On les regroupe cependant sous ce nom en raison de leur commune architecture.

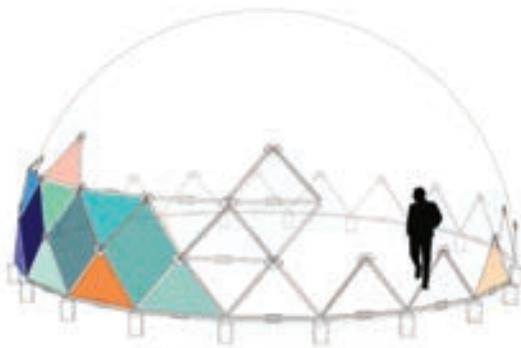
Les pueblos sont des habitations construites en adobe sur plusieurs étages. Le plus haut encore habité aujourd'hui est le Pueblo de Taos, avec cinq niveaux. Chaque niveau est un peu en retrait par rapport à celui d'en-dessous pour favoriser la ventilation naturelle. Ils sont reliés entre eux par des échelles.

Sur les places se trouvent les «kivas» souterrains, des lieux de cérémonies religieuses réservés aux hommes, auxquels on accède par le toit.

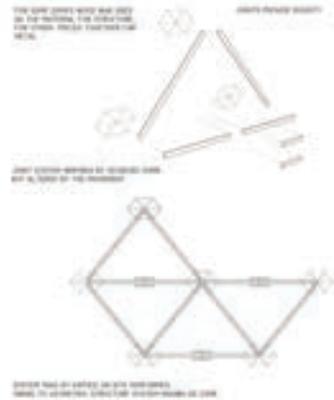




2. **GEODESIC**



2.



## ...A DROP CITY

### Culture constructive

Concept apparu dans les années 70 dans la mouvance hippie du « retour à la Terre », la Géonef (ou Earthship) est un habitat écologique, relativement facile à construire et peu coûteux et qui tend à l'autosuffisance.

L'architecte Michael Reynolds a été précurseur de ce concept. Ainsi les premières géonefs sont apparues dans le désert de Taos au Nouveau-Mexique. Les conditions assez dures de l'environnement qui se présentaient comme des contraintes sont finalement devenues source de projet avec des solutions simples.

Celui-ci est parvenu à développer un type d'habitat autonome et qui a même un impact positif sur son environnement. En effet, une habile gestion des énergies solaire, éolienne et géothermique ainsi qu'une utilisation optimale des eaux de pluie, permet à l'habitat de ne dépendre d'aucun raccordement aux réseaux classiques. D'autre part, le rejet des eaux pluviales dans l'environnement permet à la végétation de coloniser un milieu où presque rien ne pousse.



## Ressources locales

Dans un esprit d'autonomie et de valorisation du déjà-là, le diogène se penche en premier lieu sur les ressources locales, n'excluant pas les matériaux habituellement délaissés qui pourraient être valorisés, permettant de concevoir des habitats autonomes.



### **ADOBE**

Rio Grande et affluents très argileux

L'adobe est le matériau de base des constructions des habitats primitifs des pueblos. Elle est présente en grande quantité sur le site et pour des caractéristiques d'inertie et de mise en oeuvre, elle sera la matière principale du projet.



### **BOIS**

Nouveau-Mexique

Pins, Epicéa, Sapin sub-alpins

Le bois est une ressource abondante au Nouveau-Mexique.



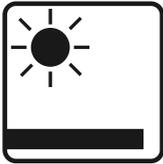
### **Matériaux valorisés**

Déchetteries locales, récupération après utilisation

Pneus, verre, canettes en fer, tôles... Ils présentent l'avantage d'être gratuits et permettent de réduire la quantité de déchets à incinérer. Leur manutention est aussi beaucoup plus aisée permettant l'autoconstruction.

## Climat et Environnement

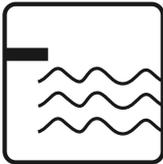
L'analyse du climat et du contexte du diogène permettent de prendre en compte les ressources énergétiques et environnementales à disposition et leurs caractéristiques autant pour leur avantages que leurs faiblesses.



### Soleil

soleil: gisement élevé (2000 kWh/m<sup>2</sup>.an horizontal)

+ fort ensoleillement hivernal



### Rio Grande

Le territoire est parcouru par des petits affluents du Rio Grande, auxquels il est possible de se raccorder, qui irriguent les sols de la ville. Le Rio Grande a un débit de 115 m<sup>3</sup>/s.

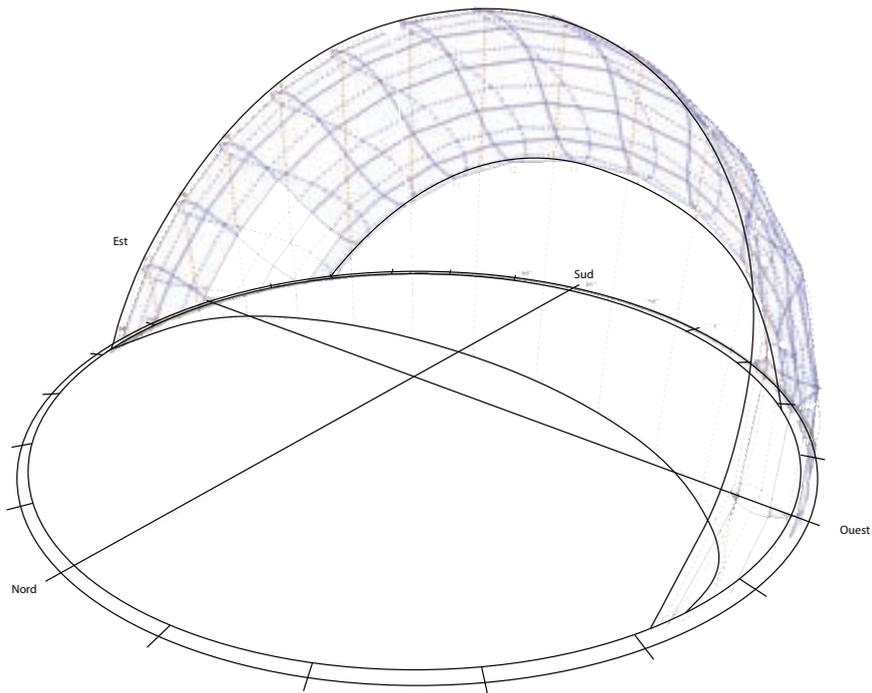


### Pluie

Bien qu'elle ne tombe pas en énorme quantité, l'eau de pluie est une ressource gratuite et utile à récupérer.

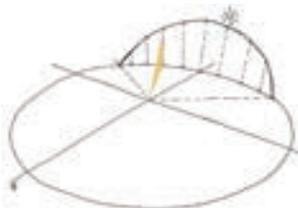
# Course du soleil

Ce schéma permet de se représenter les différentes trajectoires du soleil tout au long de l'année en fonction du jour et de l'heure données. Ses différentes positions sur la voûte céleste sont comprises entre les deux trajectoires extrêmes que sont les solstices d'été et d'hiver.

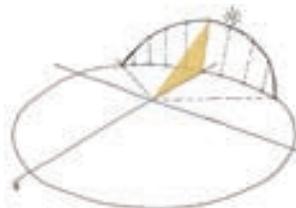


21 Décembre

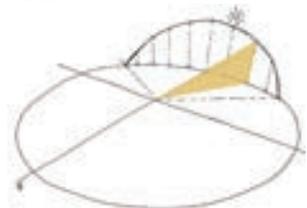
09:00



12:00



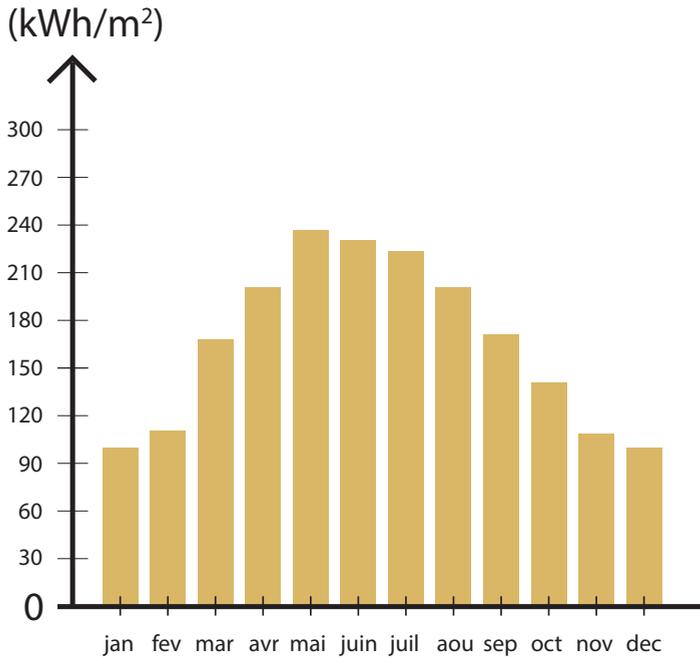
15:00



Le soleil se lève au sud-est, à un angle d'incidence de  $30^\circ$  au zénith et se couche au sud-ouest

## Soleil/Rayonnement

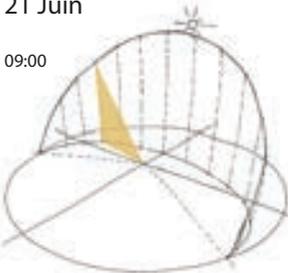
Les trajectoires du soleil et l'intensité de son rayonnement au cours de l'année donnent des informations précieuses pour l'orientation et la conception de la volumétrie du diogène. Le gisement solaire à Corrales est assez fort à toute les saisons.



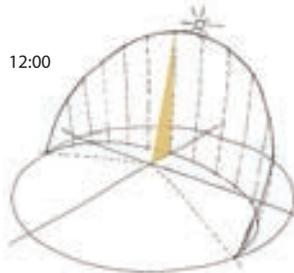
Rayonnement global cumulé annuel (2010) : 1976 kWh/m<sup>2</sup>  
source: Météonorm

21 Juin

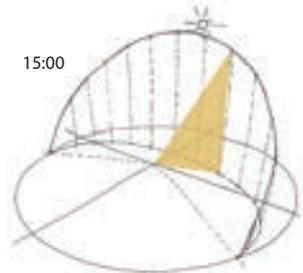
09:00



12:00



15:00

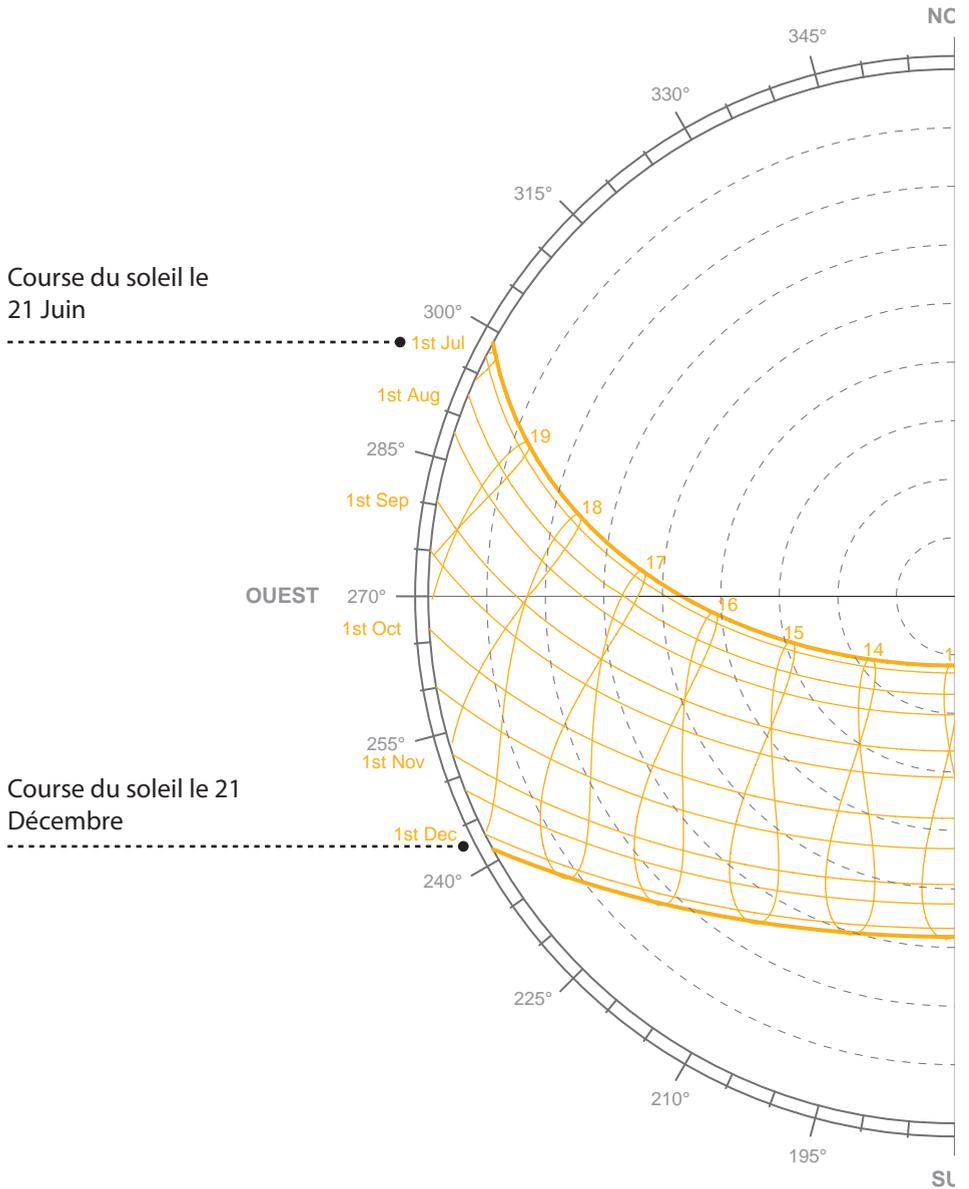


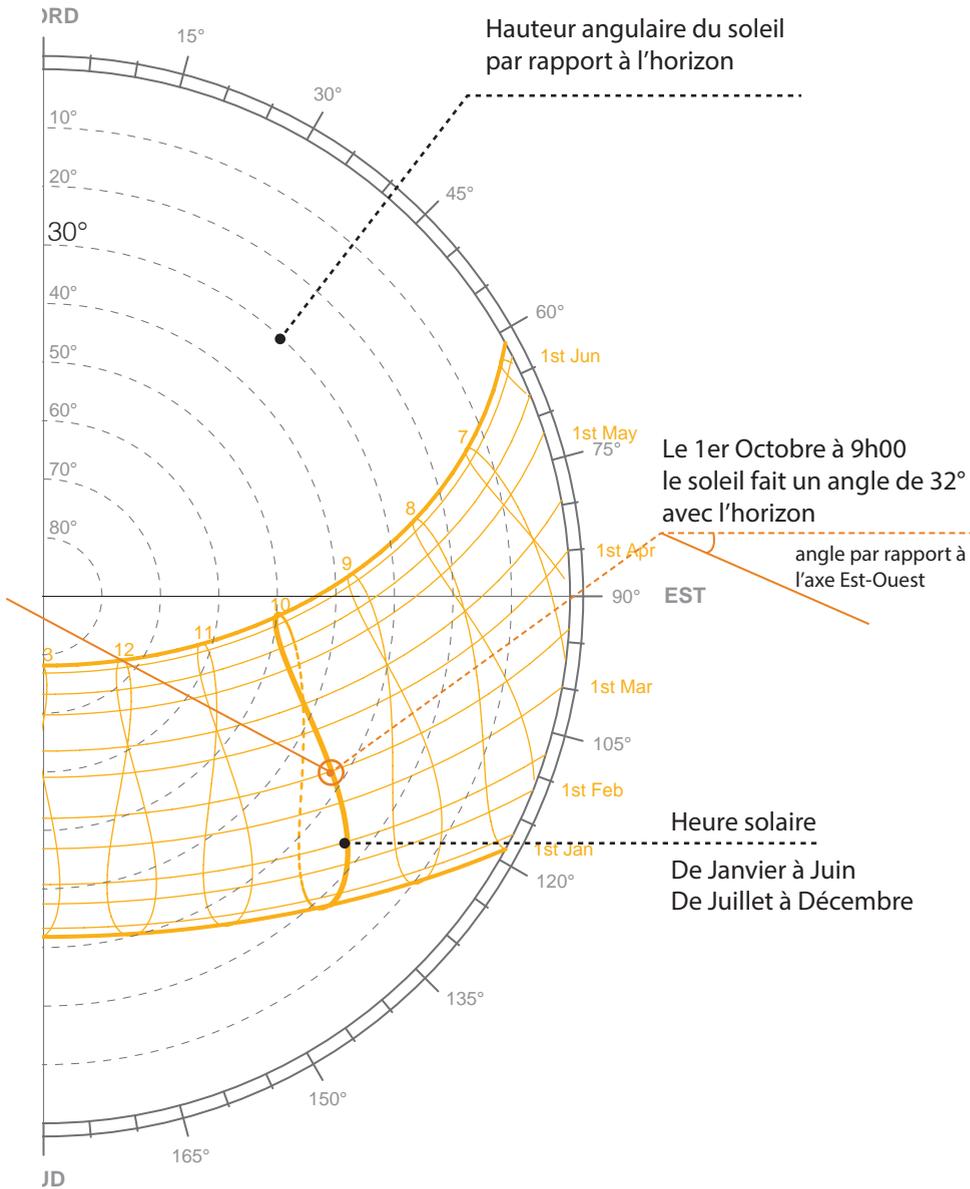
Le soleil se lève au nord-est, à un angle d'incidence de 80° au zénith et se couche au nord-ouest

Source: Ecotect analysis

# Diagramme solaire

Ce diagramme est une projection équidistante en plan de la course annuelle du soleil. Il permet de lire les coordonnées solaires à savoir azimut et hauteur angulaire en fonction de l'heure et de la date.

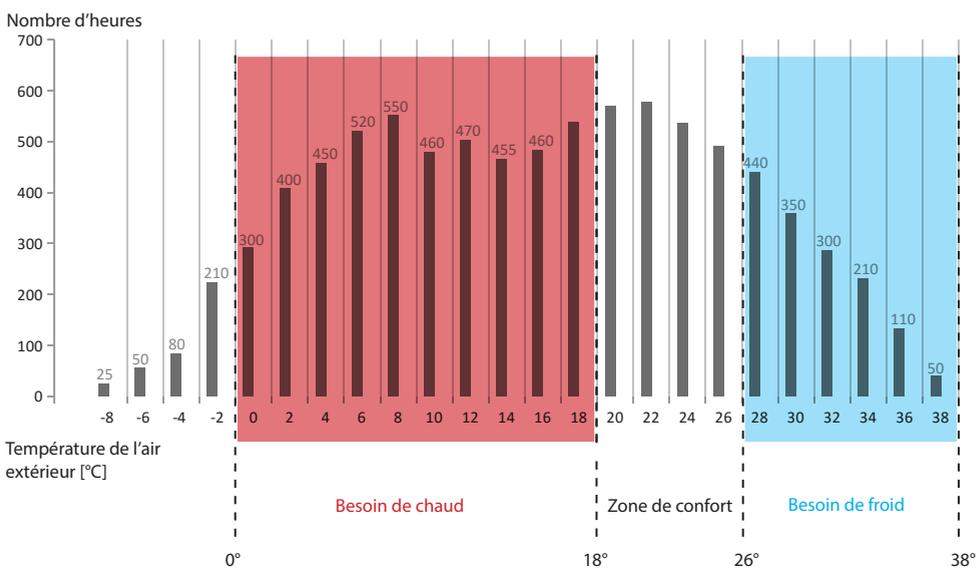




## «Degrès heure»

Grâce à la répartition horaire des températures sur une année, on peut réaliser le calcul des degrès-heure, permettant de quantifier les besoins froids et chauds, en prenant respectivement la base 18 et 26 (°C).

### Répartition horaire des températures sur une année



Besoins de chaud  
**46 800** degrés.heures

4 430 heures de chauffe

Besoins de froid  
**7 460** degrés.heures

1 460 heures de refroidissement

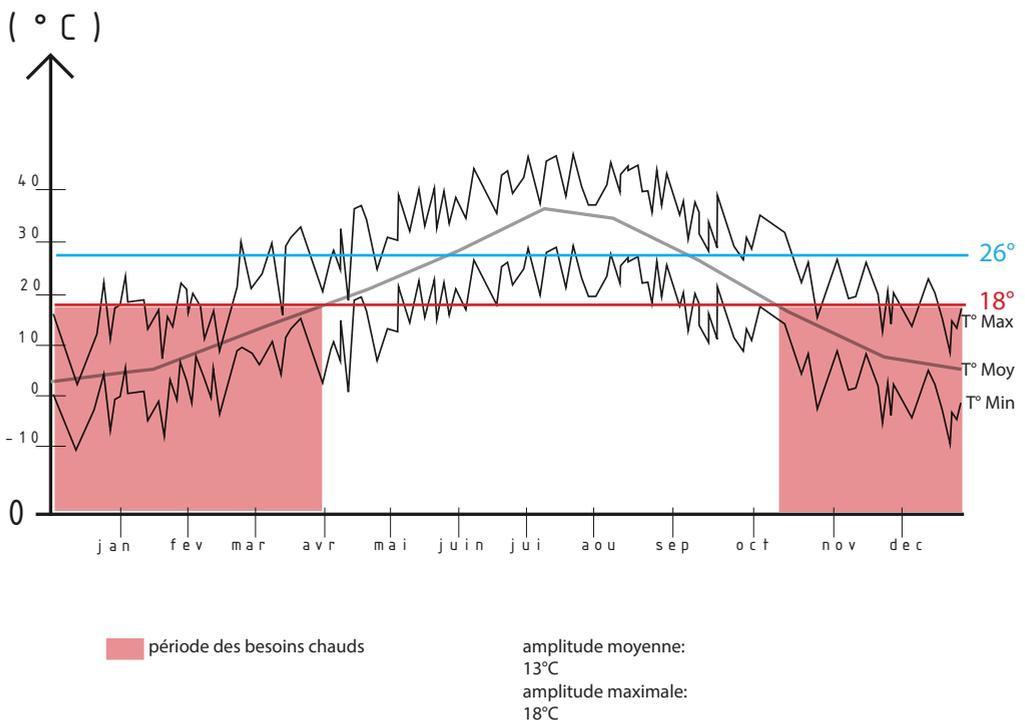
Contrairement à l'image que l'on peut se faire du climat de Corrales, **les besoins de chaud sont plus importants que les besoins de froid.**

S'il veut être un minimum autonome, le diogène devra être pourvu d'une stratégie bioclimatique tournée vers la **captation solaire** en hiver, favorisée par l'**implantation** la plus efficace dans le site.

## Températures

Le climat de Corrales est caractérisé dans ses températures par de fortes amplitudes jour-nuit, expliquées en partie par l'altitude du site posté à 1350 mètres d'altitude.

Variation des Températures maximales minimales et moyennes



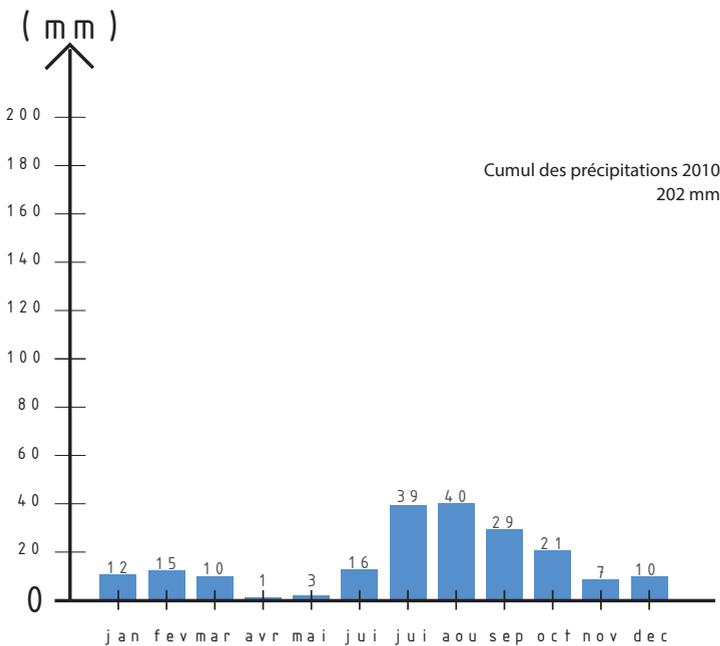
En hiver, en journée la température peut avoisiner les 20°C et descendre à près de 0°C pendant la nuit.

La stratégie architecturale se doit d'intégrer une **forte inertie** au projet afin d'atténuer les oscillations de température, de **déphaser le pic de température** et notamment de **stocker** pour les nuits d'hiver l'énergie captée en journée.

# Précipitations

Une des ressources locales et valorisables est celle de l'eau issue des précipitations et notamment les eaux de pluie. Les phénomènes climatiques tels que les orages ou la brume d'été sont en quelque sorte «une forme de climatisation solaire»<sup>1</sup>.

## Précipitations mensuelles



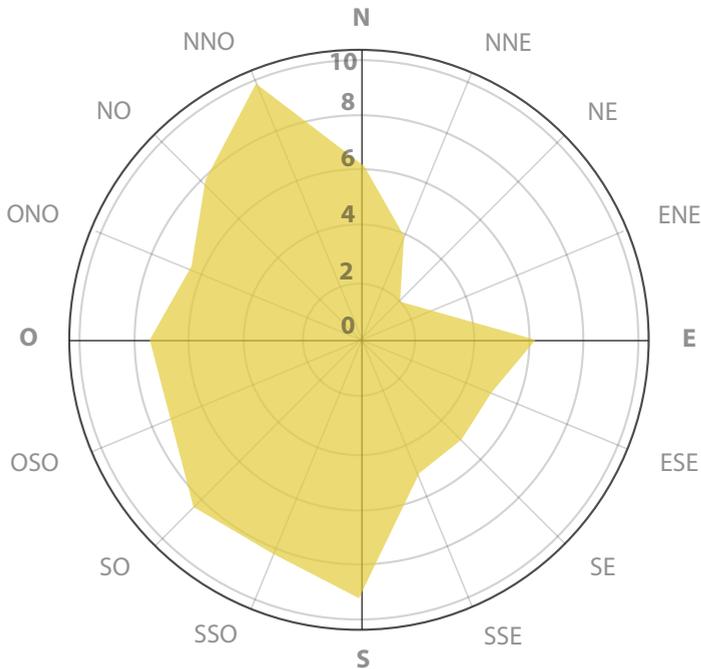
Le régime des précipitations est assez faible à Corrales mais elles sont une ressource à ne pas négliger. La période la plus humide est celle de Juin à Septembre, soit pendant la saison sèche, intéressant pour parer aux températures élevées de cette période, par exemple.

Le diogène intégrera une **stratégie de collecte des eaux de pluie** qui cherchera à **maximiser la surface de captage**.

## Vents

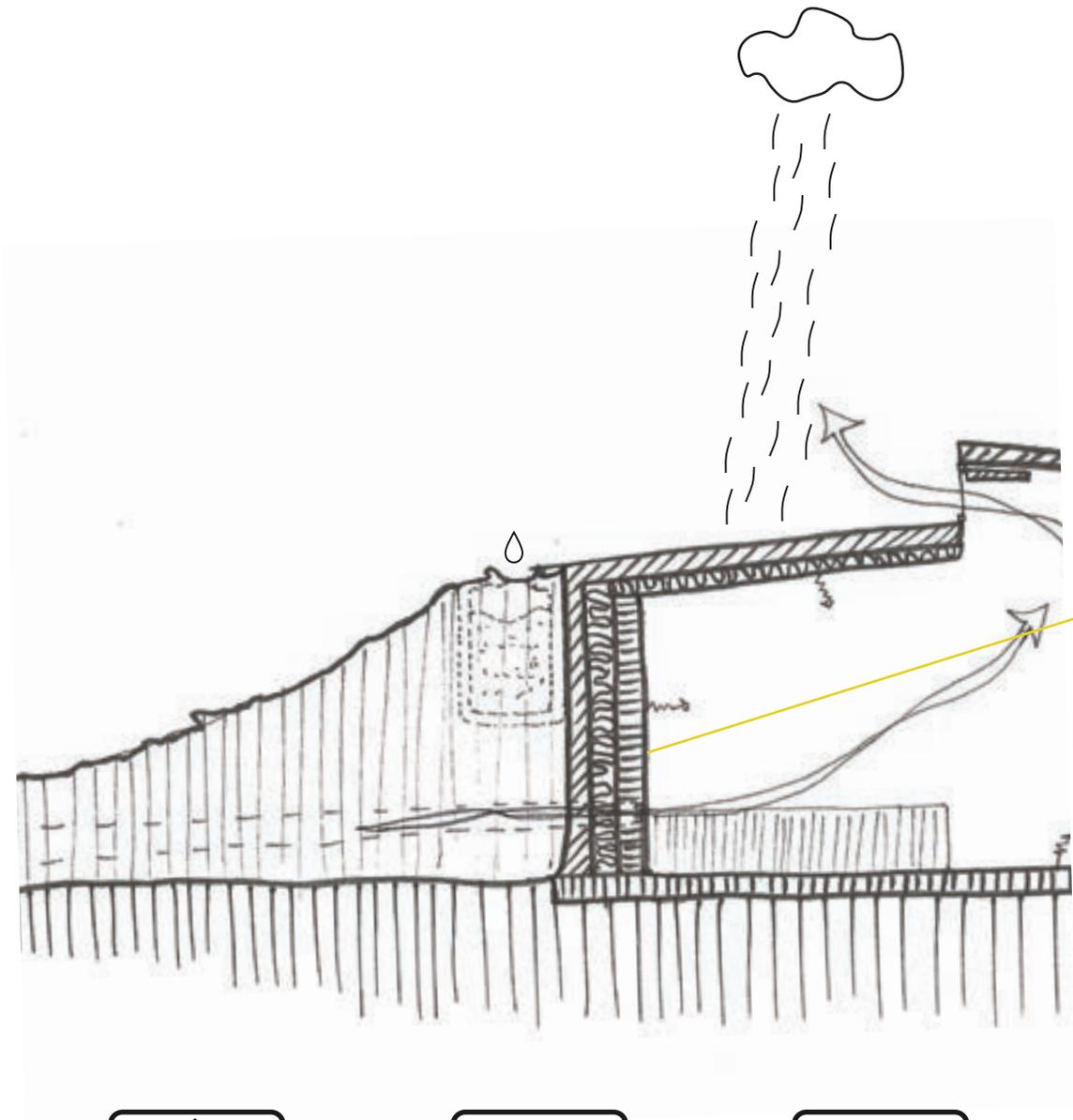
La connaissance des principales directions des vents qui balayent le site est promordiale et stratégique dans les comportements aérauliques de l'habitat. Ils peuvent aussi entraîner beaucoup de déperditions thermiques qu'il faut contrer.

Rose des vents <sup>2</sup> (en m/s)

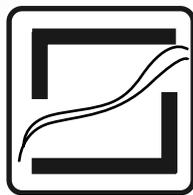


A Corrales, les vents dominants soufflent depuis le nord-ouest avec des vitesses moyenne de 3m/s.

Compte tenu de l'installation isolée du diogène, la stratégie de maîtrise des mouvement d'air incite à se protéger au nord-ouest et **créer une entrée protégée au nord-est**. En contrepartie ces mouvements aérauliques pourraient être permis en été, par le volume de l'habitat et des formes qui favorisent leur circulation.



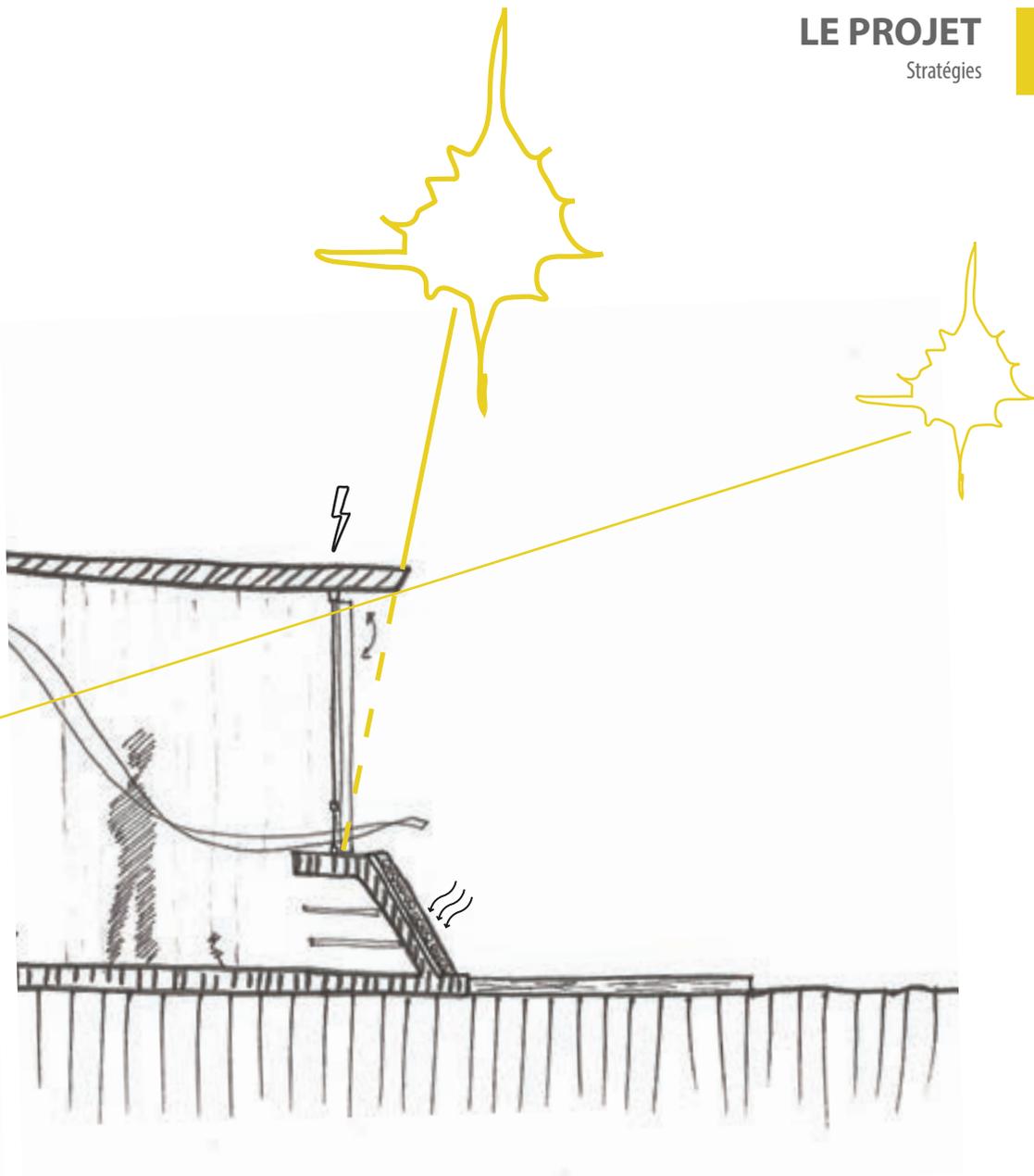
Inertie



Ventilation  
naturelle



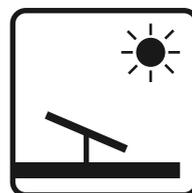
Paysage



Collecte des  
eaux pluviales

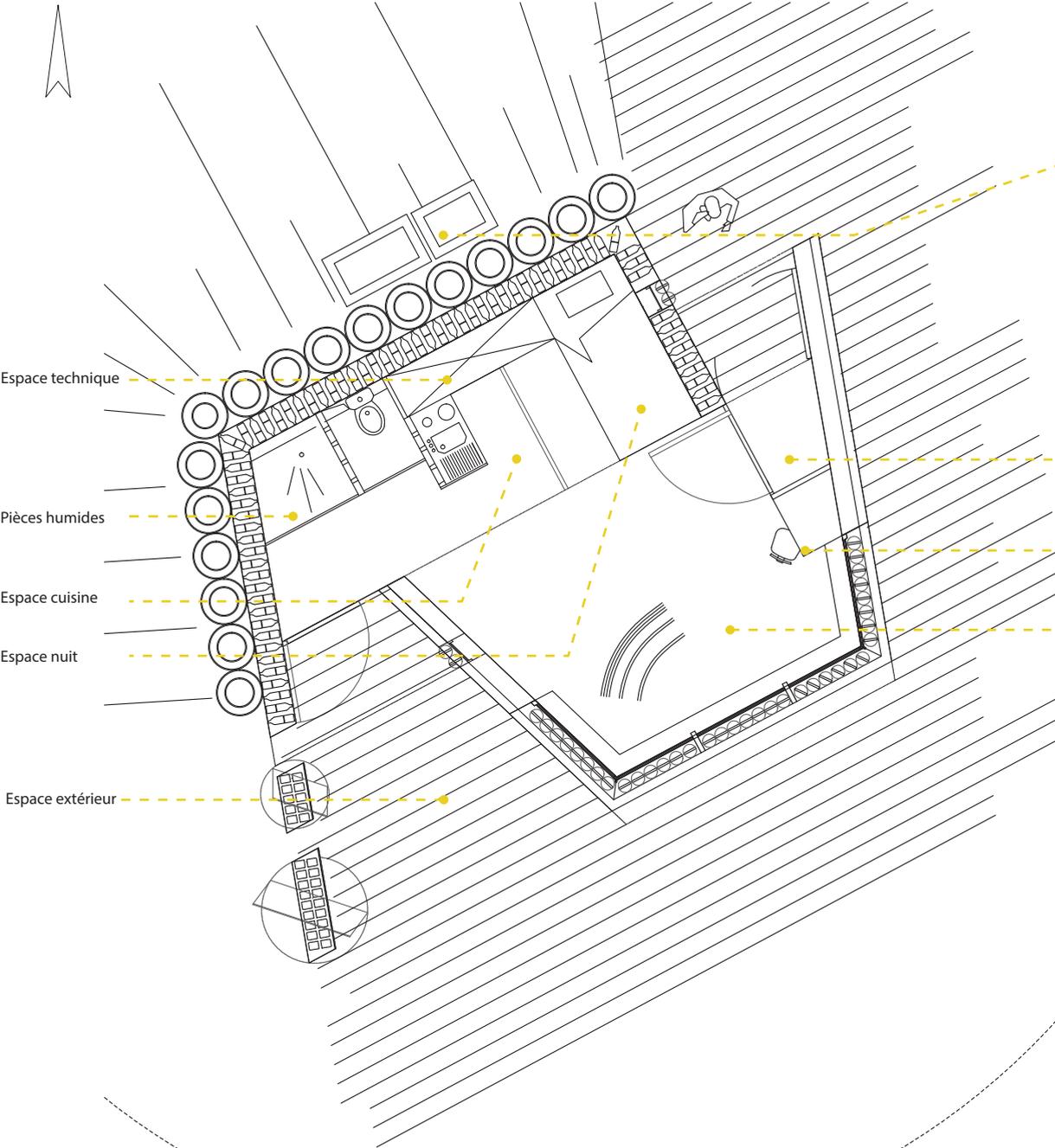


Solaire thermique



Photovoltaïque

# Le pied-à-terre d'un corps à l'aise



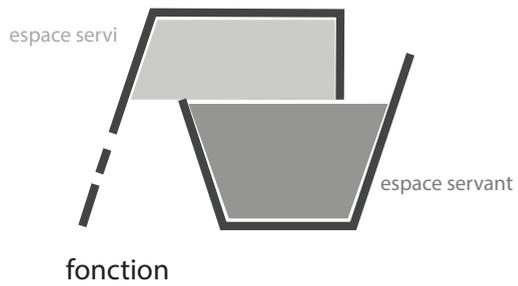
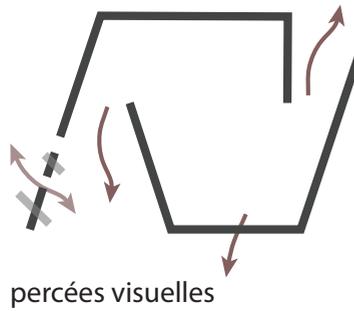
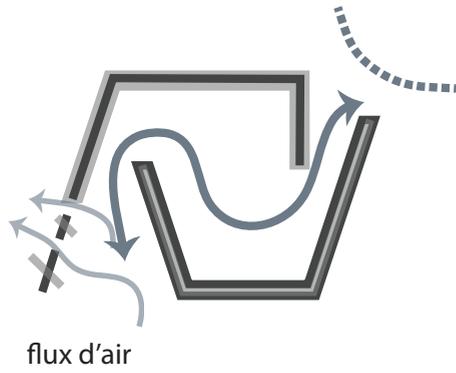


Cuve de récupération des eaux pluviales, enterrée

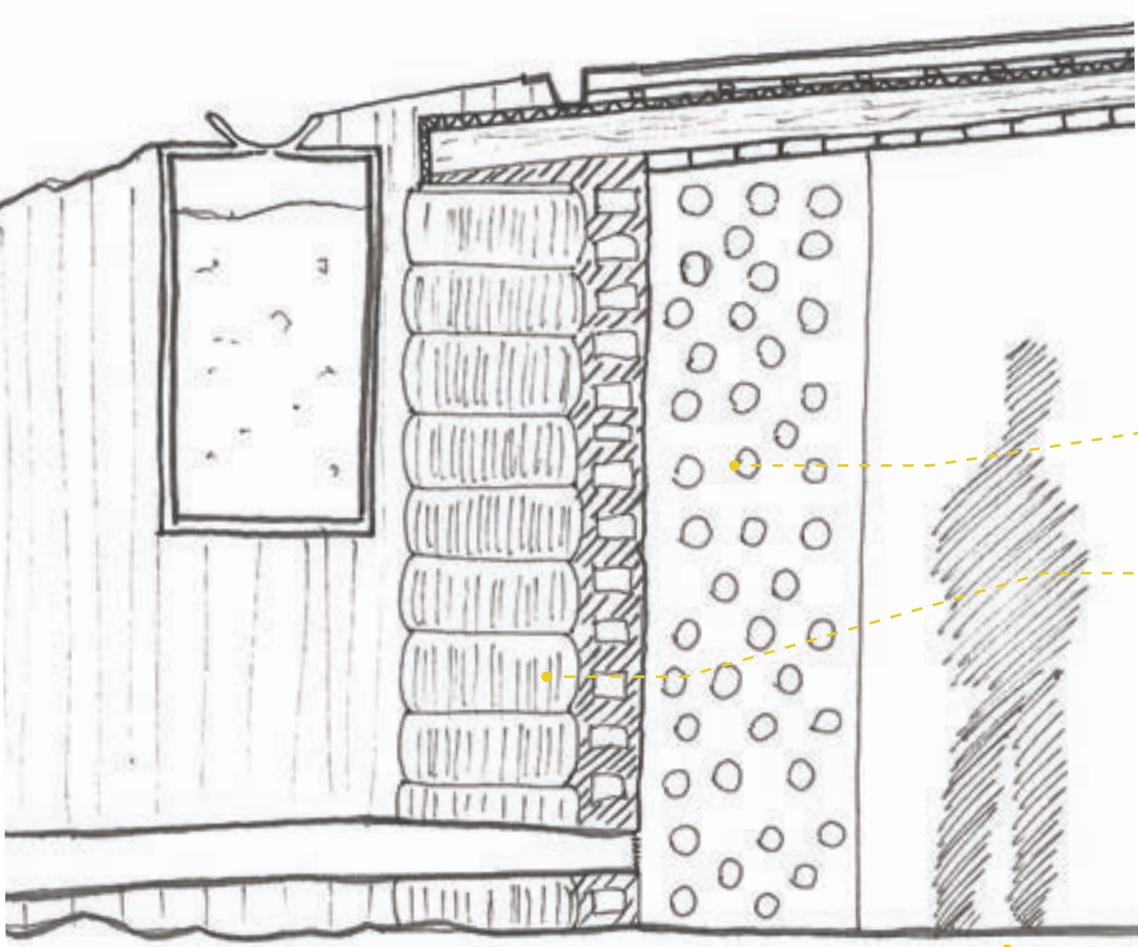
Entrée sas protégé

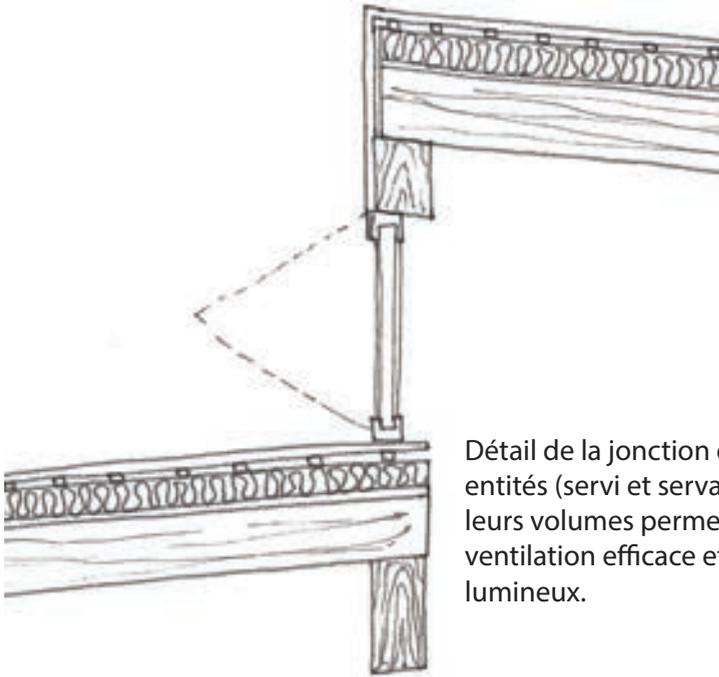
Espace de travail

Espace de repos



# Construction en terre, bois et matériaux valorisés

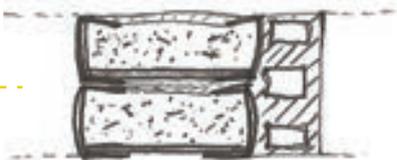




Détail de la jonction entre les deux entités (servi et servant) distinctes par leurs volumes permettant ainsi une ventilation efficace et des apports lumineux.



Cloison ajourée grâce à des bouteilles de verre, composite terre-verre, diffusion de la lumière plus esthétique.



Masse protectrice du mur située au nord par de pneu remplis de terre + épaisseur composite terre-canette



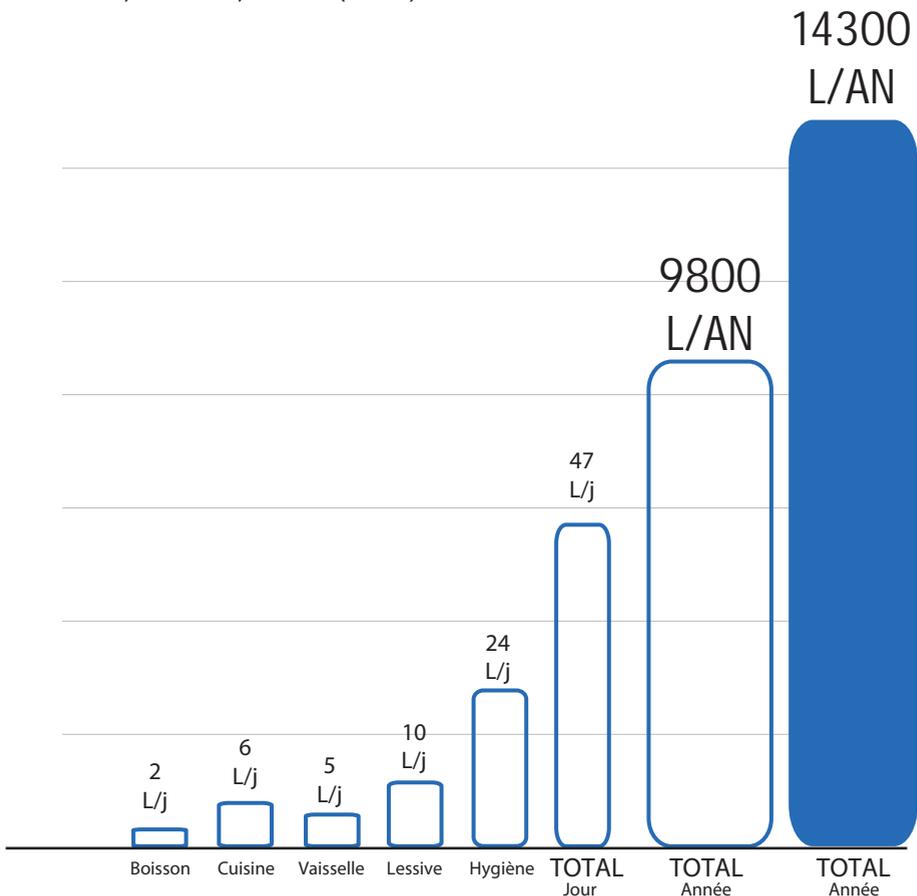
Sol naturel recouvert de pisé (argile + fibres). Il joue aussi un rôle dans la captation et le stockage des apports solaires l'hiver.

## Besoins

Les précipitations sont faibles et la ressource en eau est précieuse. Les besoins sont donc évalués dans le but d'être le plus économe possible. La source d'approvisionnement est l'eau de pluie et le Rio Grande pour les 200 jours d'occupation à l'année.

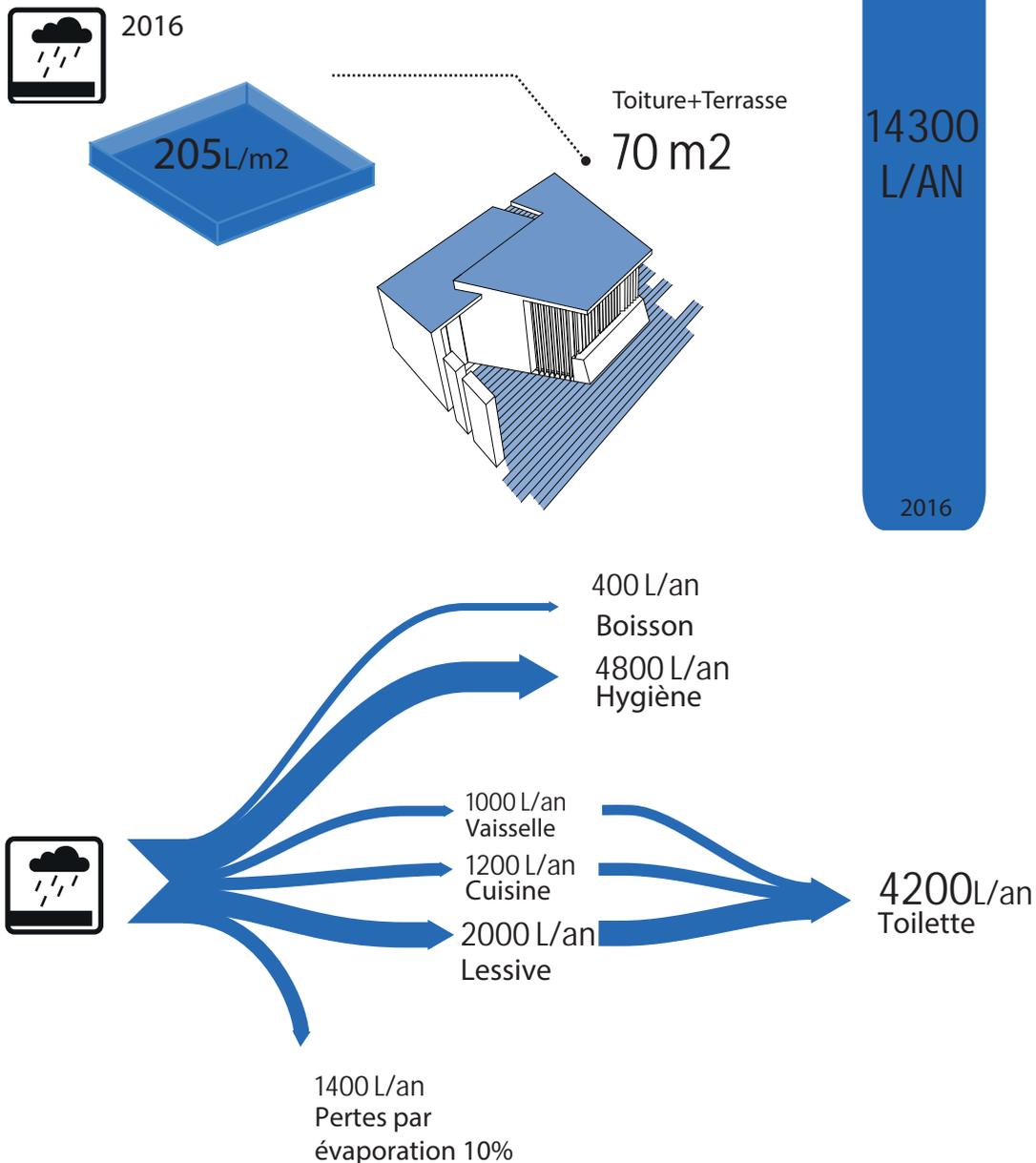
Boisson	2L/jour
Cuisine	6L/jour
Hygiène	24L/jour
Vaisselle (à la main)	5L/jour
Lessive: 70 L/cycle; 1 cycle/ semaine	10L/Jour soit, 47L/jour

Toilette (eaux grises): réutilisation des eaux de cuisine, vaisselle, lessive (3 x9L) 27L/j



## Production

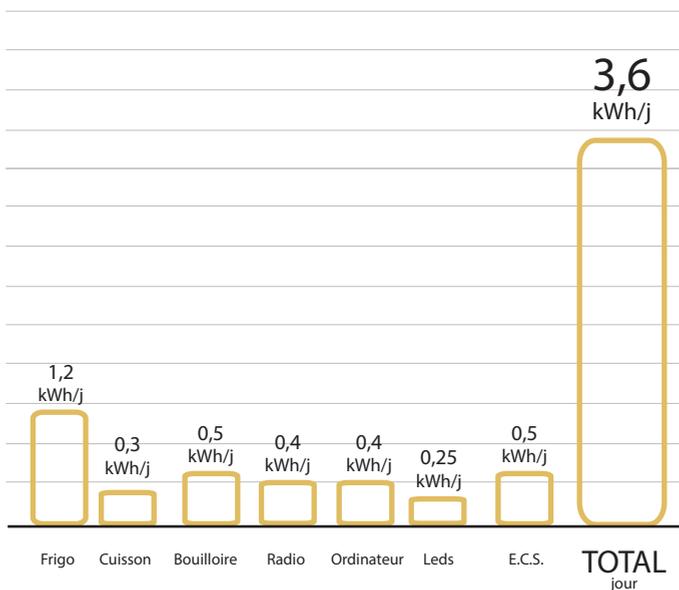
Toujours dans le principe de recyclage des éléments disponibles à proximité du site, l'eau suit un parcours le plus efficace possible, où elle sera recyclée 4 fois alimentant ainsi le diogène en eau potable, en eau d'entretien et en eau d'arrosage.



# Besoins

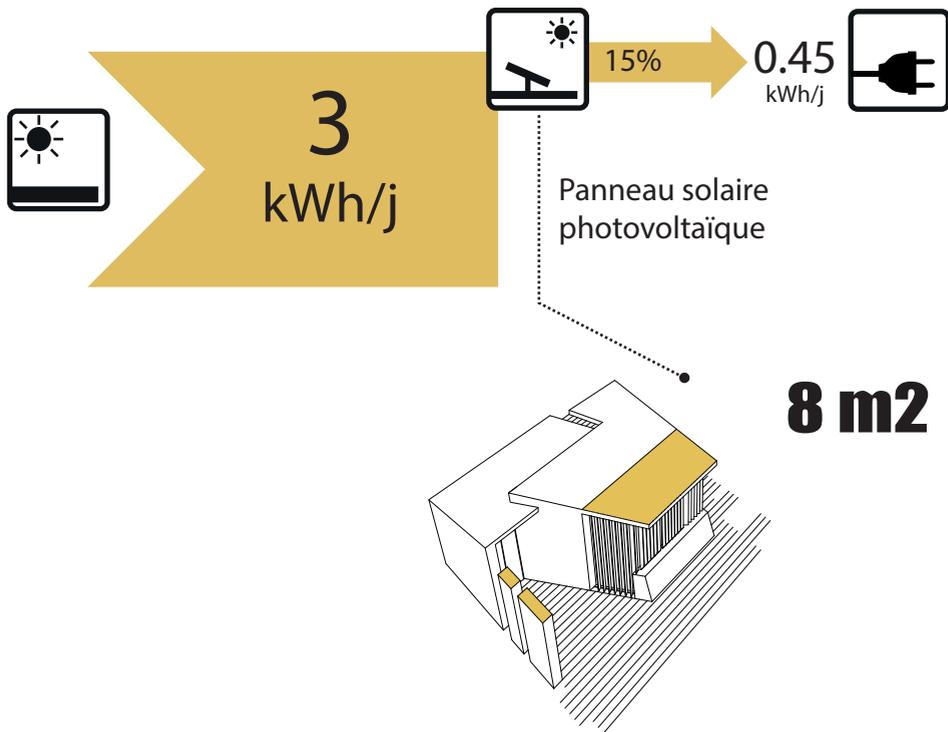
Les besoins électriques sont adaptés aux besoins d'un homme seul. Il utilise le strict nécessaire pour cuisiner, se laver et travailler. Les principales consommations énergétiques sont les suivantes :

	Puissance [W]	Durée d'utilisation [h]	énergie [Wh]
<b>Cuisine</b>			
Frigo (200L)	200	6	1200
Plaques cuisson (x2)	150	2	300
Bouilloire	1500	0,3	450
<b>Gadgets</b>			
Radio-réveil	15	24	360
ordinateur	100	4	400
<b>Eclairage</b>			
10 leds (360lumen)	50	5	250
<b>ECS</b>			
douche	10	cap thermique eau	J/kg.°K
T(°C) initiale	8		1764000 Joules
T(°C) sanitaire	50		
delta T	42	total	490



## Production

Le gisement solaire étant important dans cette zone climatique, le diogène de Corrales produit son électricité grâce à des panneaux solaires photovoltaïques.



Dimensionnement au 21 Décembre

Rayonnement Horizontal cumulé:

92kWh/m<sup>2</sup>

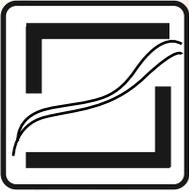
Besoins: 3.6 kWh

Rendement: 15%

Dimension: 8m<sup>2</sup>



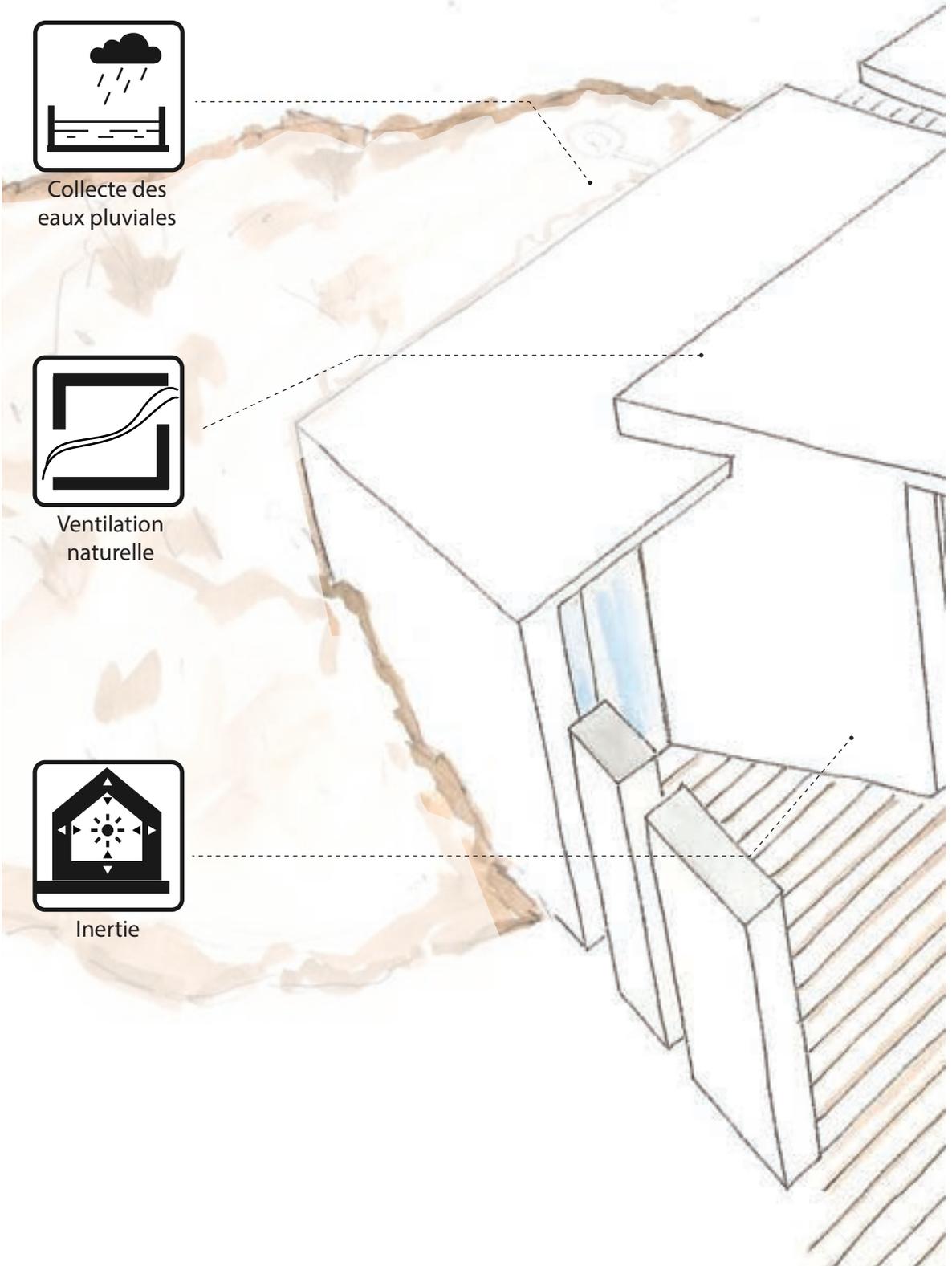
Collecte des  
eaux pluviales



Ventilation  
naturelle

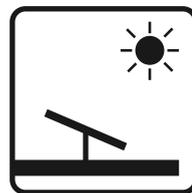
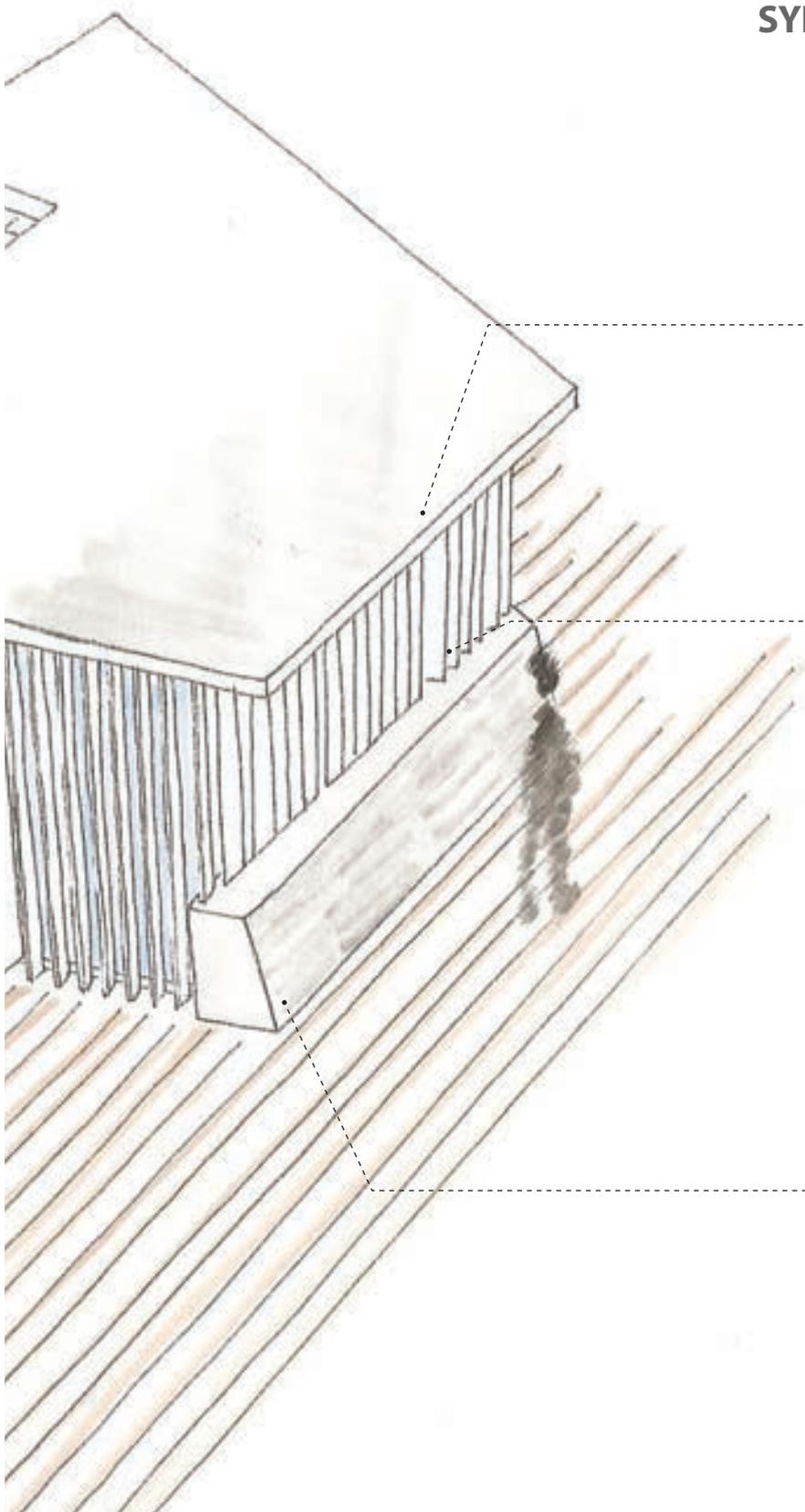


Inertie



# SYNTHESE

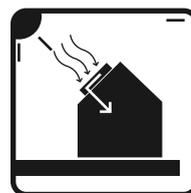
Volumétrie



Photovoltaïque



Paysage



Solaire  
thermique



# SYNTHESE

Détail et Maquette





source : fullstopindia.com

# PONDICHÉRY

Inde



Latitude : 12° 00' N  
Longitude : 79° 82' E  
Altitude : 60 m

**Amaury Vaillant**





## **LE SITE**

Géographie / Histoire / Culture  
Culture et Modes de vie  
Implantation  
Données et analyses climatiques  
Contexte environnemental

## **LE PROJET**

Intentions et stratégies  
Stratégie architecturale et bioclimatique  
Spatialité et usages  
Impact bioclimatique  
Matériaux et structure

## **ÉNERGIE & FLUX**

Consommation en eau  
Consommation en électricité

## **SYNTHÈSE**

Insertion



1



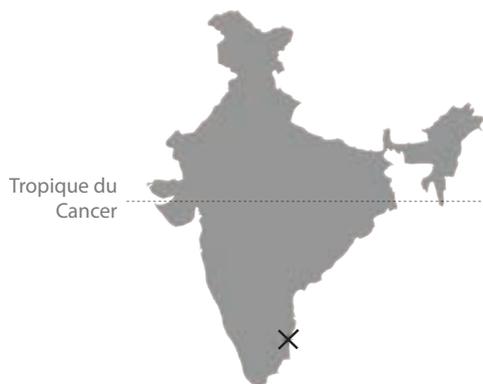
2



3

# PONDICHÉRY

## Entre tradition indienne et culture européenne



**P**ondichéry est une ville indienne de 650 000 habitants, agglomération comprise, enclavée dans l'état du Tamil Nadu et bordée à l'Est par l'océan Indien.

Cette ville est un ancien comptoir commercial français du XVII<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle, dont une minorité ethnique est toujours présente avec de nombreux instituts encore implantés et un passage annuel de plusieurs dizaines de milliers de touristes français.

Pondichéry est réputée pour son cosmopolitisme culturel, religieux et ethnique qui se retrouve dans son urbanisme en damier et son architecture colorée répartie en différents quartiers aux influences marquées (traditionnel tamoul, français) qui lui confère un charme unique.

Malgré sa dimension géographique et démographique importante, Pondichéry reste une ville à taille humaine, avec des flux de mobilité douce importants. Son implantation littorale avec son front de mer qui attire une population importante matin et soir participe à cette ambiance calme qui l'anime.



1



2



3

## AUROVILLE

### Une cité utopique proche de Pondichéry

**A**uroville est une ville expérimentale inscrite dans une vision utopique située à une dizaine de kilomètres au nord de Pondichéry.

Elle fut créée en 1968 par Mirra Alfassa (Mirra Richard de naissance), une française, appelée « la Mère » au sein de la communauté et compagne spirituelle du philosophe indien Sri Aurobindo. Cette ville est censée être « le lieu d'une vie communautaire universelle, où hommes et femmes apprendraient à vivre en paix, dans une parfaite harmonie, au-delà de toutes croyances, opinions politiques et nationalités. » [auroville.org](http://auroville.org)

Si cette vision utopique qui anime la vie de la communauté présente des limites (gestion de l'argent, territoire encore majoritairement inhabité, croyances pouvant s'apparenter à une secte...), elle reste intéressante sur certains points comme les services communautaires qui sont mis en place, ou les questions de respect de l'environnement qui peuvent s'inscrire dans la problématique du diogène.

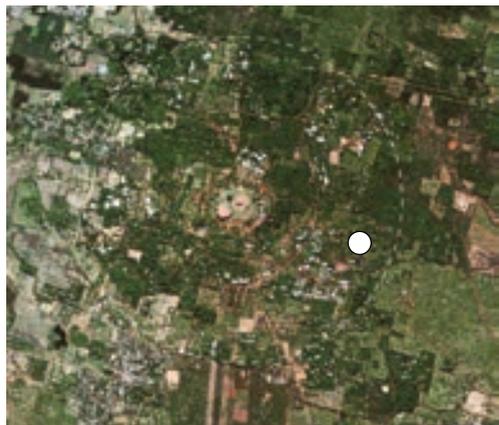
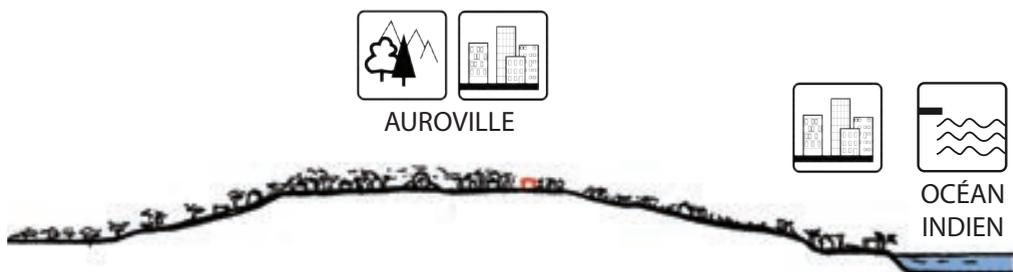
Ce site, à l'abri des tsunamis, exposé aux vents et fourni d'une végétation relativement importante en comparaison des environs, apparaît donc comme un bon terrain d'implantation pour le projet.

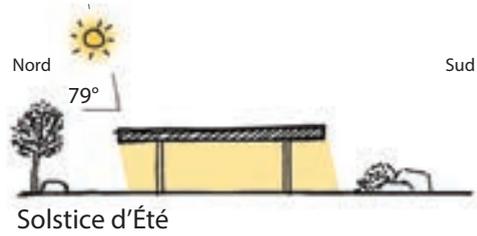
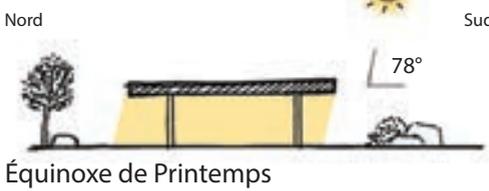
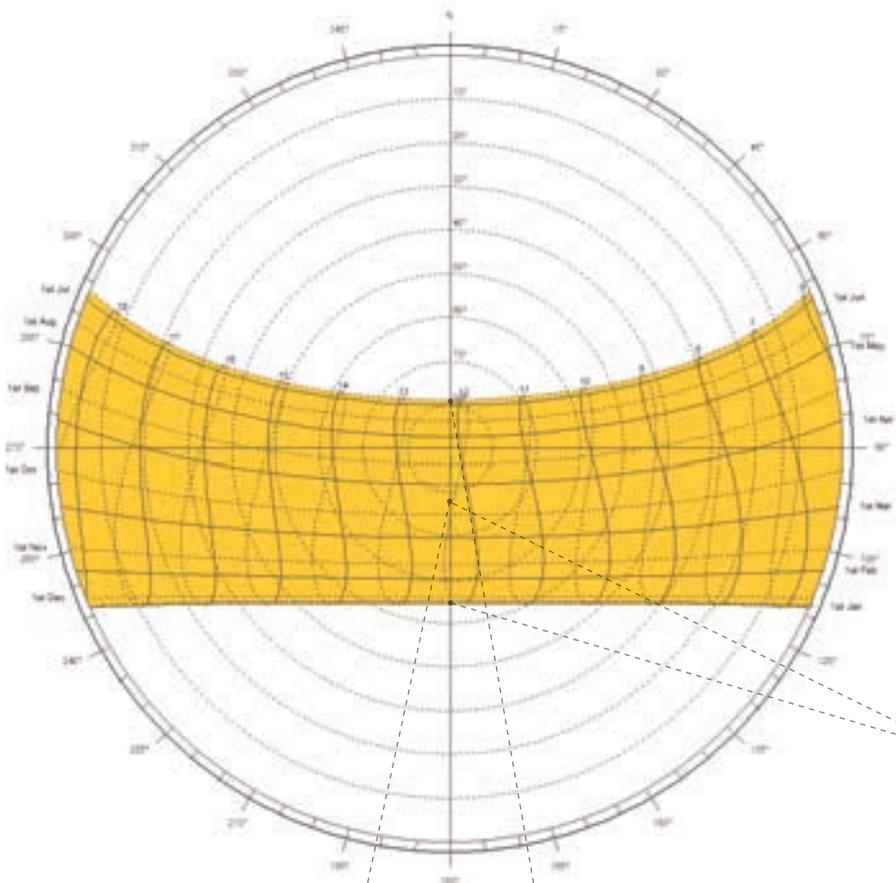


## UN GÎTE POUR VISITEUR

### Un programme d'habitat touristique à Auroville

**A**uroville accueille chaque année un nombre croissant de visiteurs qui souhaitent découvrir cette communauté et profiter du calme et de la vie en plein air. Il est proposé que le diogène constitue un gîte pour visiteurs dont la durée de séjour peut être variée tout au long de l'année. Le site choisi se situe dans une zone constructible de la ville sur un terrain plat bordé d'une végétation peu dense et de faible hauteur.



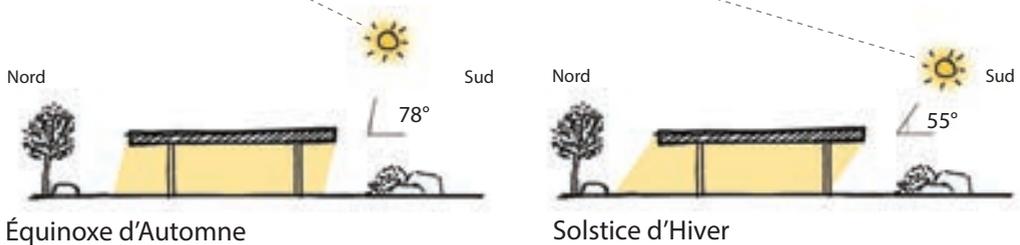


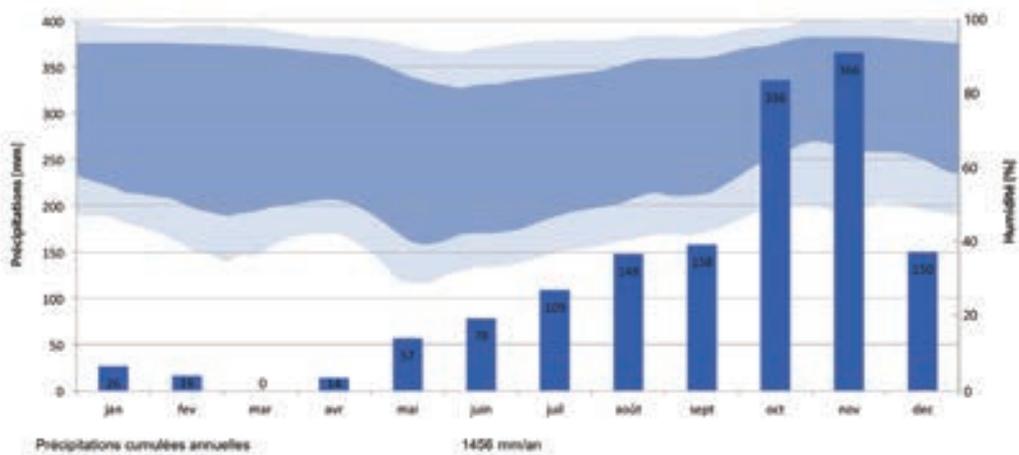
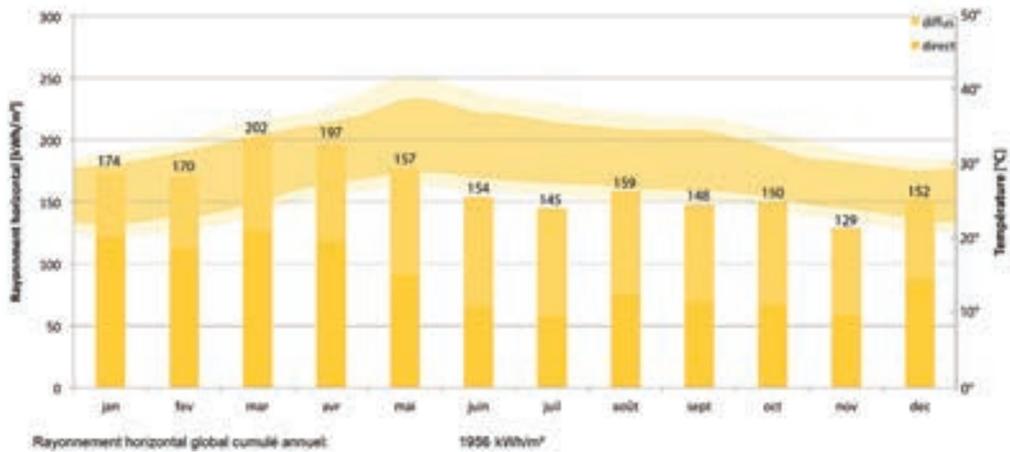
## COURSE SOLAIRE

### Un soleil vertical tout au long de l'année

Avec sa latitude de 12° Nord, le site de projet est exposé tout au long de l'année à un soleil vertical qui passe de 55° d'angle au Sud au solstice d'hiver à un angle de 79° d'angle au Nord au solstice d'été. Ce soleil vertical demande donc des dispositifs de protection solaire en toiture pour répondre à cette contrainte très forte.

Cette exposition constante tout au long de l'année implique nécessairement une charge énergétique importante, expliquant la valeur élevée des températures, et les valeurs de rayonnement horizontal particulièrement élevées et relativement constantes tout au long de l'année (voir page suivante).





## CONFORT ET APPORTS

### Température et rayonnement horizontal

**Température** : tout au long de l'année, on observe des températures importantes, 30°C en moyenne et supérieures à 20°C au plus froid de l'année, avec une faible variation journalière. Pour assurer les critères de confort, il est nécessaire d'offrir des conditions rafraîchissantes.

**Rayonnement** : le soleil étant vertical, les apports solaires sont importants et presque constants, entre 150 et 200 kWh par mois. L'utilisation de panneaux photovoltaïques pour transformer ces apports en énergie électrique apparaît comme intéressante.

### Humidité relative et précipitations

**Humidité relative** : de même que les températures sont importantes toute l'année, l'humidité relative de l'atmosphère est constamment élevée, ce qui nuit au confort des utilisateurs et présente une difficulté pour refroidir l'air intérieur sans condensation.

**Précipitations** : ce climat se constitue d'une saison sèche, avec très peu de précipitations de janvier à avril, et au contraire une saison de moussons avec des précipitations conséquentes qu'il peut être intéressant de stocker en quantité importante pour parer aux besoins d'eau en saison sèche.

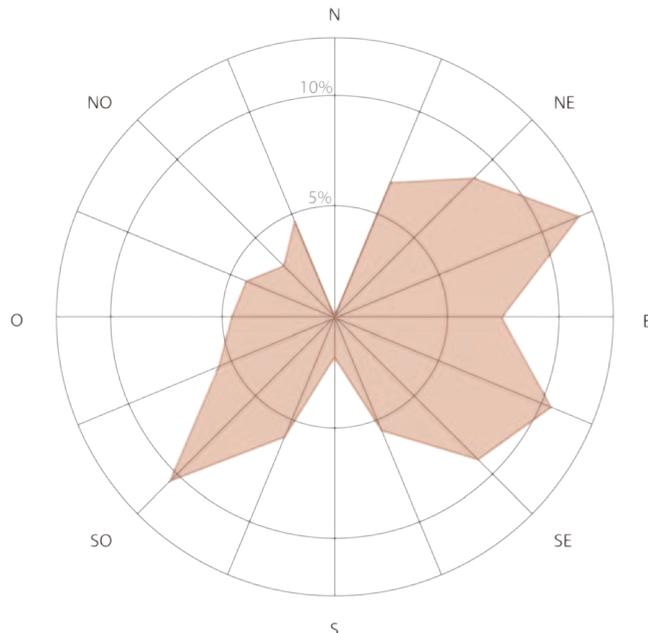
## VENTS DOMINANTS

### Trois orientations à exploiter

Grâce à la proximité du littoral de l'océan Indien, le site est parcouru par des vents tout au long de l'année, de faible vitesse (entre 2 et 4 m/s) et dont l'orientation est très changeante. On peut ainsi identifier trois orientations principales, qui correspondent à différentes saisons :

- Sud-Est au printemps
- Sud-Ouest en été
- Nord-Est en hiver

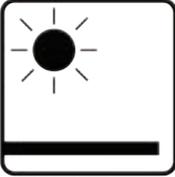
Face à des conditions climatiques contraignantes en terme de température et d'humidité relative, le vent peut participer à améliorer le confort intérieur. Avec ces trois orientations principales, il est important que le projet puisse être un capteur aéraulique ouvert à ces différentes directions.



Orientation des vents  
à l'année

Vitesse moy. : 2 à 4 m/s

## UN SITE EXIGEANT...



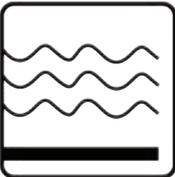
### SOLEIL

Soleil (220 W/m<sup>2</sup> moyens) : gisement important, avec de faibles variations angulaires et une durée d'ensoleillement constante à l'année (11 à 13h).



### PLUIE

Précipitations relativement importantes de mai à décembre, moyenne mensuelle de 121mm/mois. Pluie à caractère orageux en proportion importante, notamment lors des moussons d'hiver.



### VENT

Vent de vitesse moyenne (7 à 15 km/h moyens), à orientation variable en fonction des saisons (NE, SE, NO), mais relativement constant.



### AVANTAGES CLIMAT

Gisement énergétique solaire important  
Aucun besoin en chaud (20°C minimum)  
Vent constant de vitesse moyenne  
Pluie importante stockable

### INCONVÉNIENTS CLIMAT

Forte humidité relative constante  
Températures élevées tout au long de l'année  
Rayonnement solaire intense à intercepter



## ... MAIS RICHE EN RESSOURCES



### BRIQUE DE TERRE CUITE

Historiquement, les constructions de la région utilisent la terre en raison de sa présence en grande quantité. L'emploi des briques de terre cuite est ainsi issu de l'architecture traditionnelle locale.



### TEXTILES EN COTON

Le port commercial de Pondichéry s'est établi en lien avec la production de coton particulièrement importante de la région. Encore aujourd'hui, cette région fait partie des plus productrices en textiles.



### BÉTON

Le béton est un matériau de construction employé couramment dans la région grâce aux nombreuses cimenteries indiennes et au sable disponible en quantité importante à proximité de l'océan.



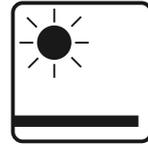
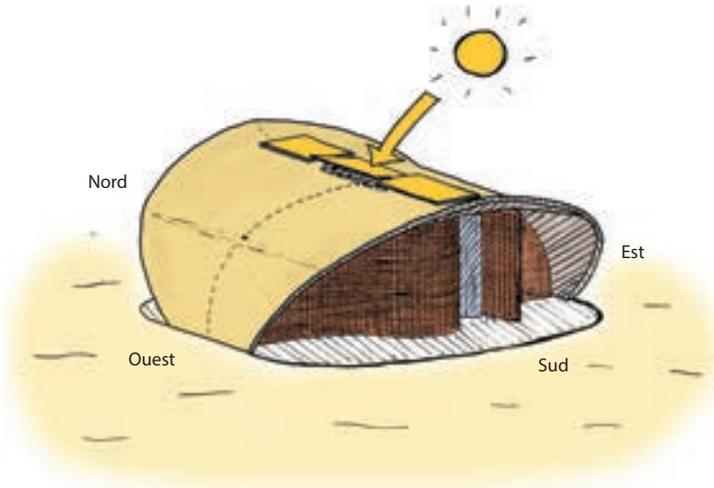
### RESSOURCES

Agriculture et élevage pratiqués à Auroville  
Captage des eaux souterraines  
Pêche dans l'océan Indien

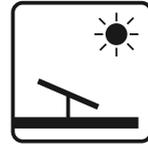


### ÉVÈNEMENTS CLIMATIQUES

Sismicité faible de la région  
Risque de tsunamis sur les côtes  
Caractère orageux des précipitations important  
Insectes et animaux présents en quantité



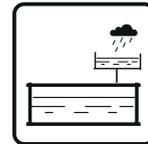
Protection solaire



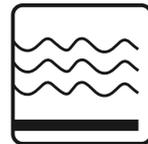
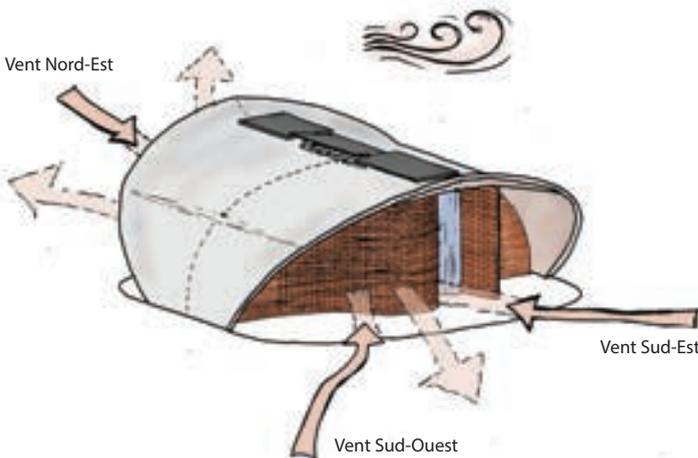
Photovoltaïque



Collecte des eaux pluviales



Stockage des eaux de pluie



Récepteur aéralique



Ventilation naturelle

## PROTÉGER ET CAPTER

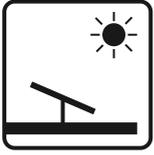
### Se protéger du soleil, stocker l'eau, capturer le vent

Face aux conditions contraignantes du site, l'idée est d'exploiter les différents facteurs climatiques pour assurer un confort optimal au sein du diogène.

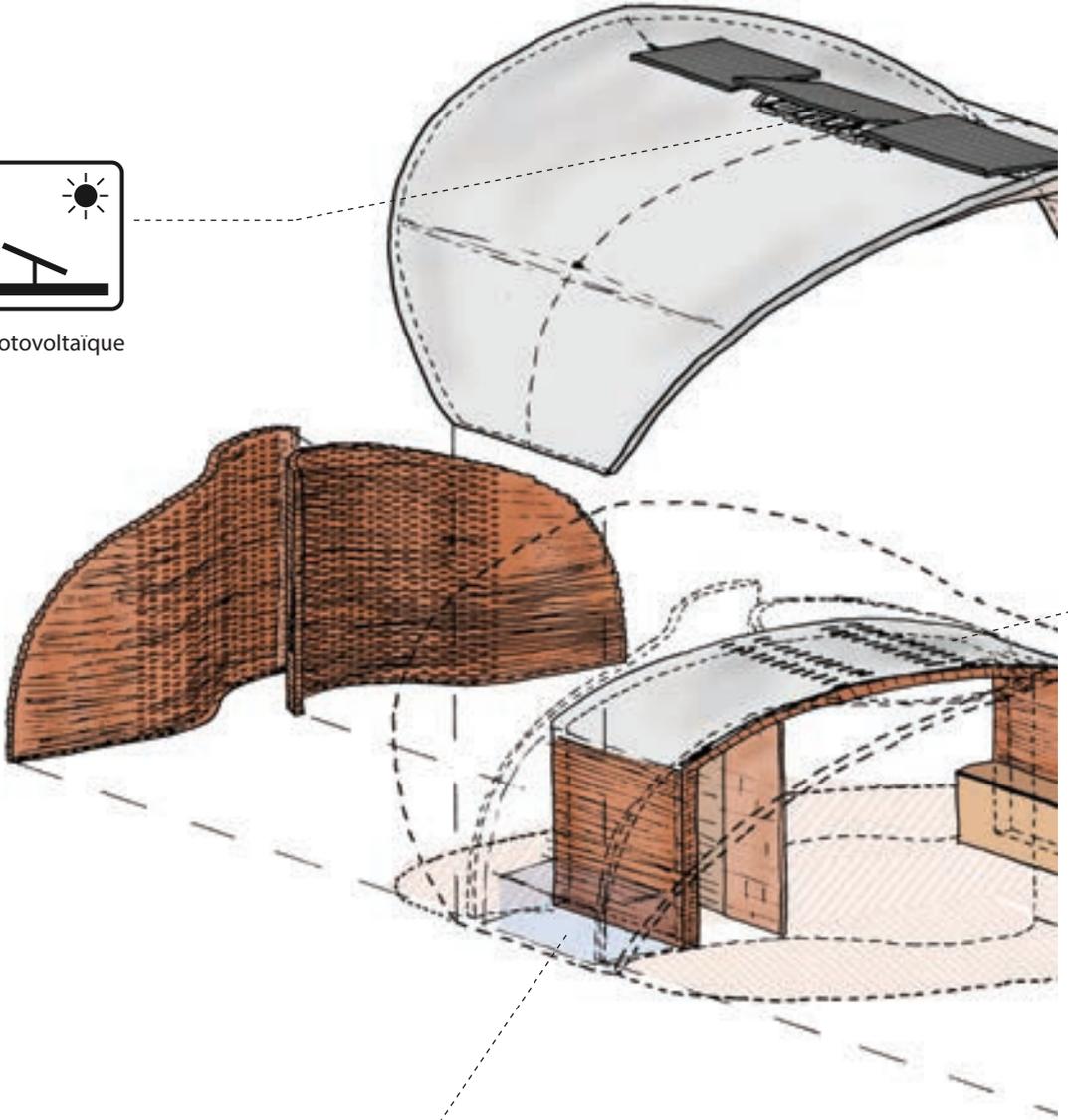
**Se protéger du soleil** : les températures étant constamment élevées, il est obligatoire de limiter au maximum les apports solaires. Du fait de la position solaire verticale à l'azimut, une coque de protection en brique englobe le projet et décrit de larges débords pour assurer une ombre portée importante au sein du projet tout au long de l'année.

**Stocker l'eau** : la coque extérieure protège également des fortes pluies de la saison humide grâce à sa grande dimension. Sa forme et sa grande dimension permettent également de capter une quantité importante d'eau de pluie qui peut alors être récupérée aux extrémités et stockée au sein d'importants volumes de faibles hauteurs pour rentabiliser l'espace.

**Capter le vent** : pour améliorer le confort des visiteurs, l'idée est d'assurer une ventilation naturelle constante au sein du Diogène à partir des vents dominants. La forme du projet est ainsi optimisée pour décrire un récepteur aéraulique par rapport aux trois orientations de vent dominant.



Photovoltaïque



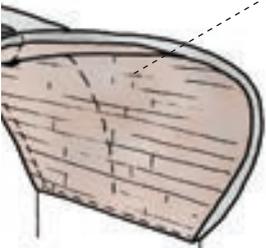
Stockage des  
eaux de pluie

# LE PROJET

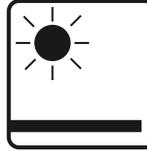
Stratégie architecturale et bioclimatique



## Coque double-courbure à voûte catalane et tirant



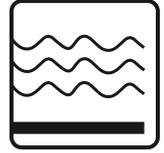
Voûte catalane en brique



Protection solaire

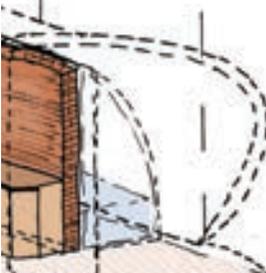


Collecte des eaux pluviales



Récepteur aéraulique

## Voûte intérieure à arc surbaissé



Voûte simple en brique



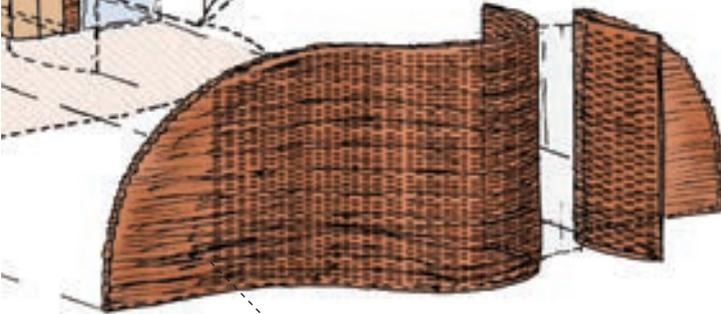
Filtre lumineux



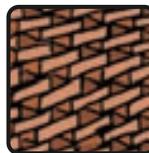
Équipements techniques



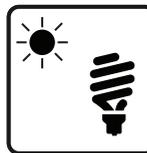
Rideaux en coton sur rails



## Enveloppe en brique poreuse et non porteuse



Appareillage en brique



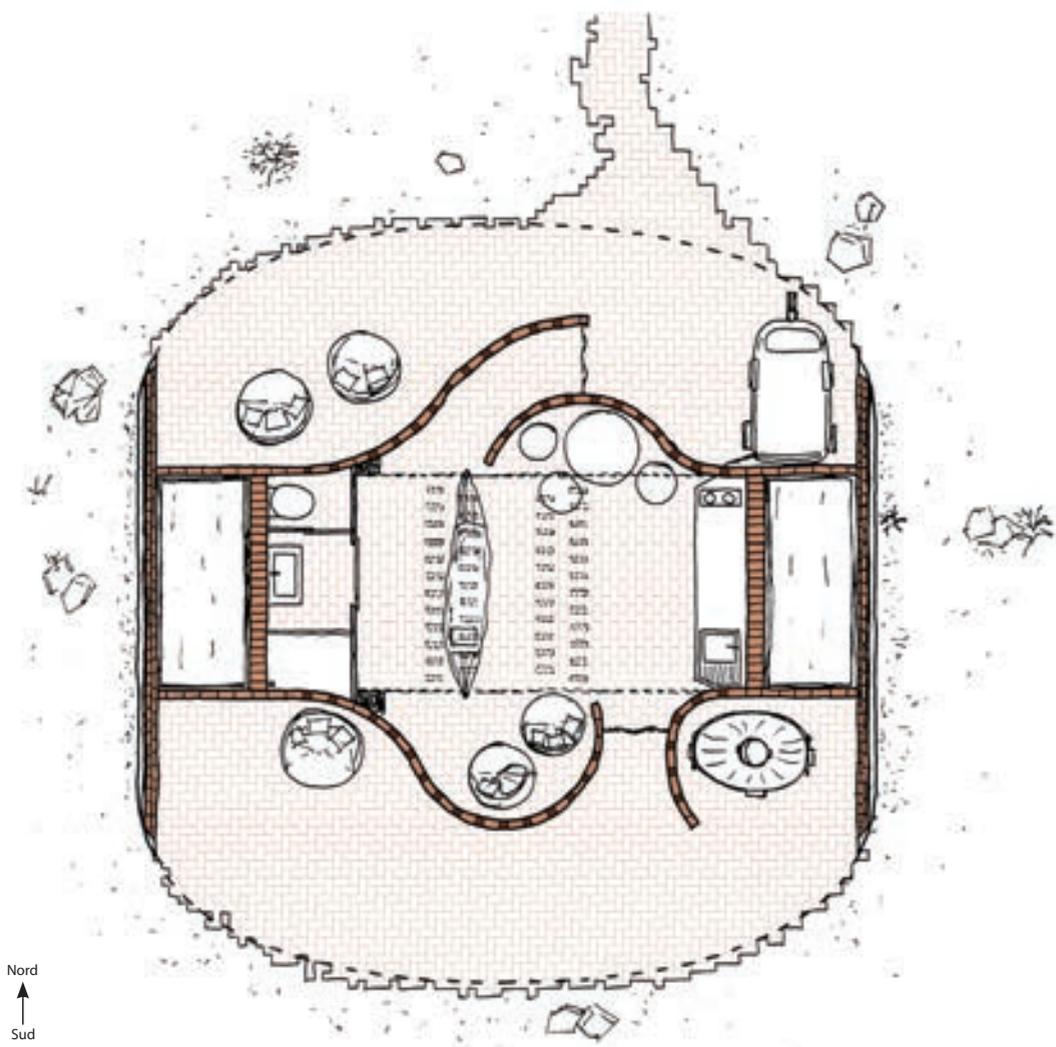
Filtre lumineux



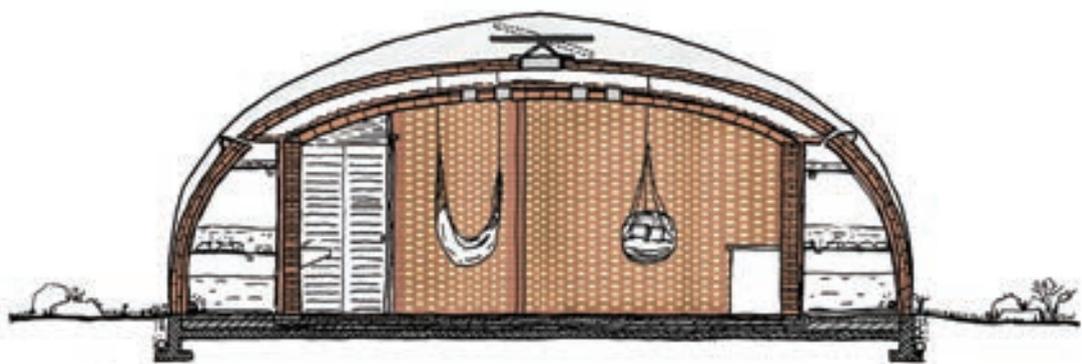
Filtre visuel



Ventilation naturelle



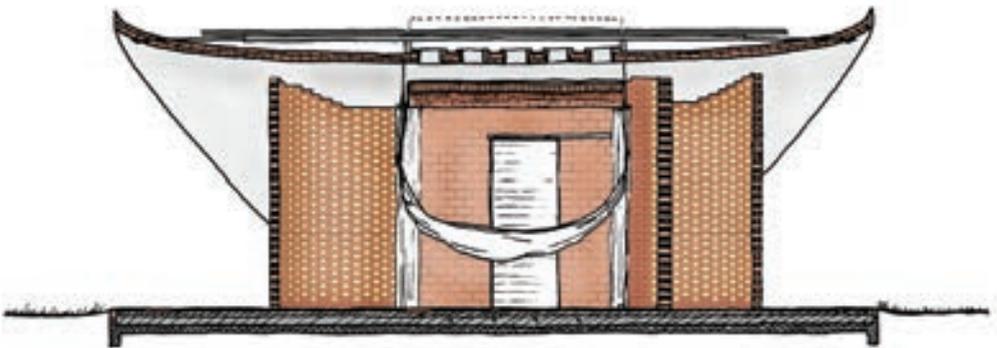
Nord  
↑  
Sud

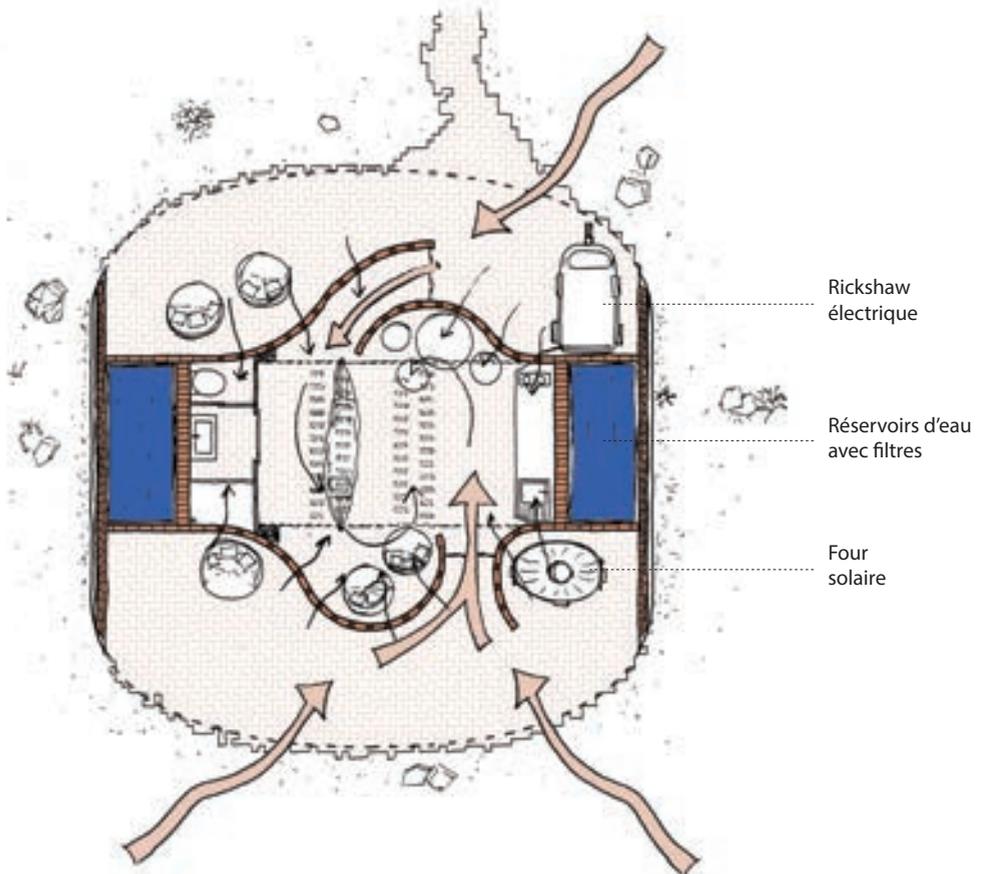
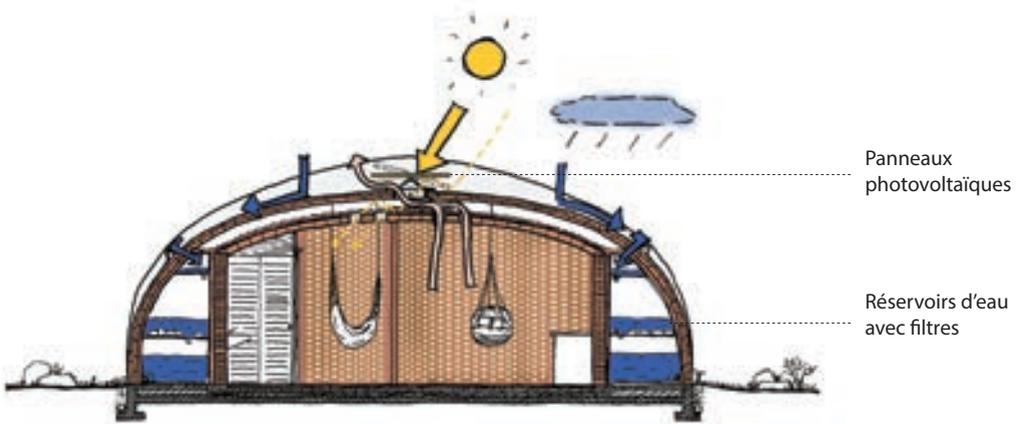


## UNE COMPOSITION ORGANIQUE

### Libérer le coeur du diogène

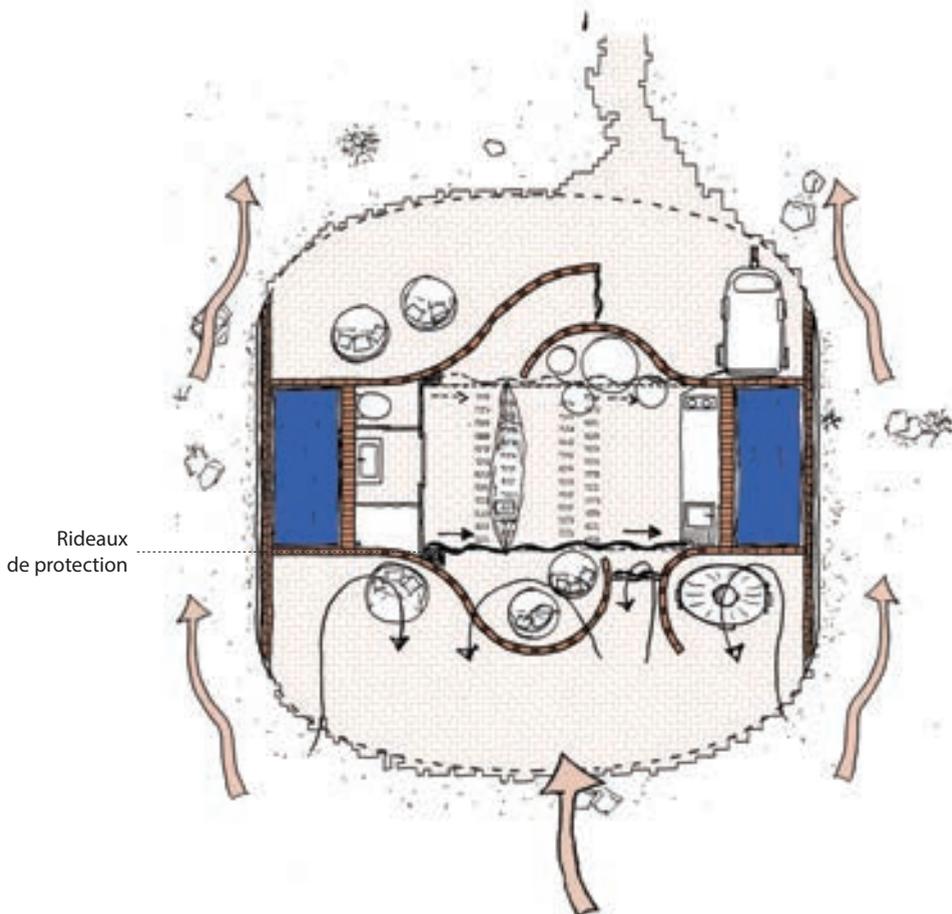
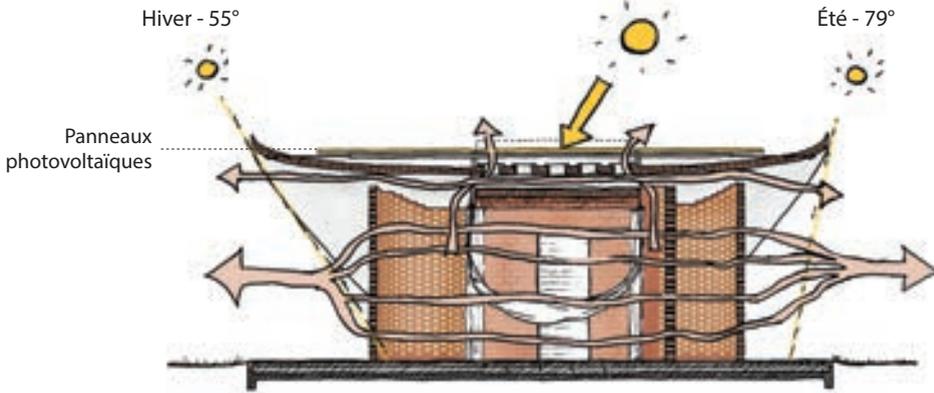
Le projet se compose de trois entités (la coque double-courbure, la voûte intérieure et l'enveloppe poreuse) qui remplissent différentes fonctions pour optimiser le confort intérieur et qui forment une entité architecturale organique. En terme d'usages, cette association des différentes peaux vise à libérer le coeur du projet en reportant l'ensemble des services, éléments de stockage et structure en périphérie sous les retombées de la coque. L'enveloppe poreuse en brique décrit des formes libres, adaptées aux usages intérieurs et assurant une continuité avec l'extérieur. Le mobilier est suspendu et peut se déplacer pour optimiser le confort intérieur. Les différentes peaux forment des filtres lumineux qui offrent une lumière tamisée et spirituelle, aussi bien en façade à l'aide des assemblages poreux de briques qu'en toiture à l'aide des ouvertures zénithales dans les deux coques qui projettent une lumière diffuse, que l'on peut adapter avec l'orientation des panneaux photovoltaïques.





# LE PROJET

Impact bioclimatique





## ASSEMBLAGES DE BRIQUES

### Une construction en différentes peaux de brique



Voûte catalane  
en brique



Voûte simple  
en brique



Appareillage  
en brique

Le projet, à travers ses trois entités d'enveloppes, propose trois modes d'assemblages de la brique en terre cuite. La coque extérieure est formée par une voûte catalane, limitant les besoins en échafaudage et optimisant sa résistance structurelle. La seconde voûte intérieure se compose d'un lit simple qui protège du rayonnement de la coque extérieure et propose des petites ouvertures zénithales. L'appareillage en brique extérieur permet de créer les formes libres de cette peau de brique et assure une forte porosité pour la ventilation naturelle à l'intérieur tout en proposant un filtre lumineux et visuel vis-à-vis de l'extérieur.

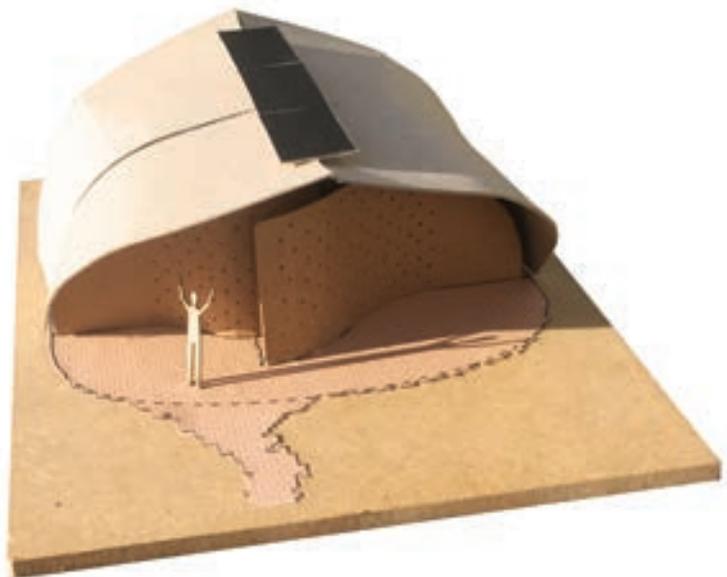


Diagramme de Sankey - Journée type de mai  
Rayonnement moyen

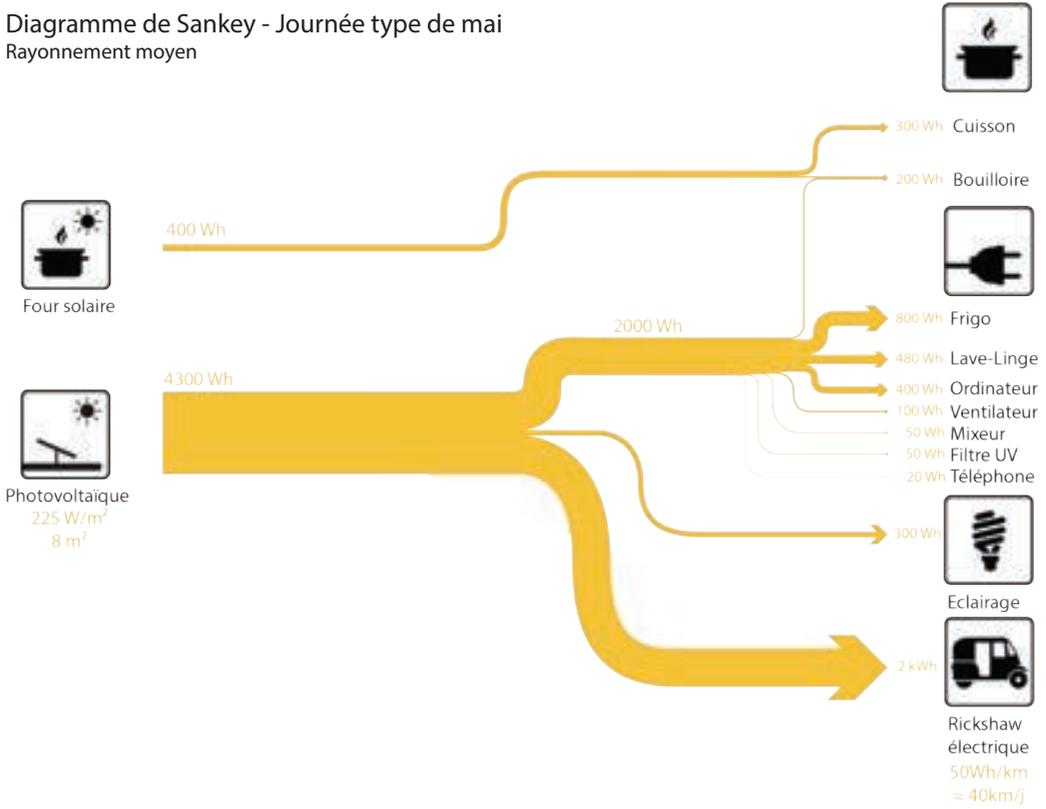
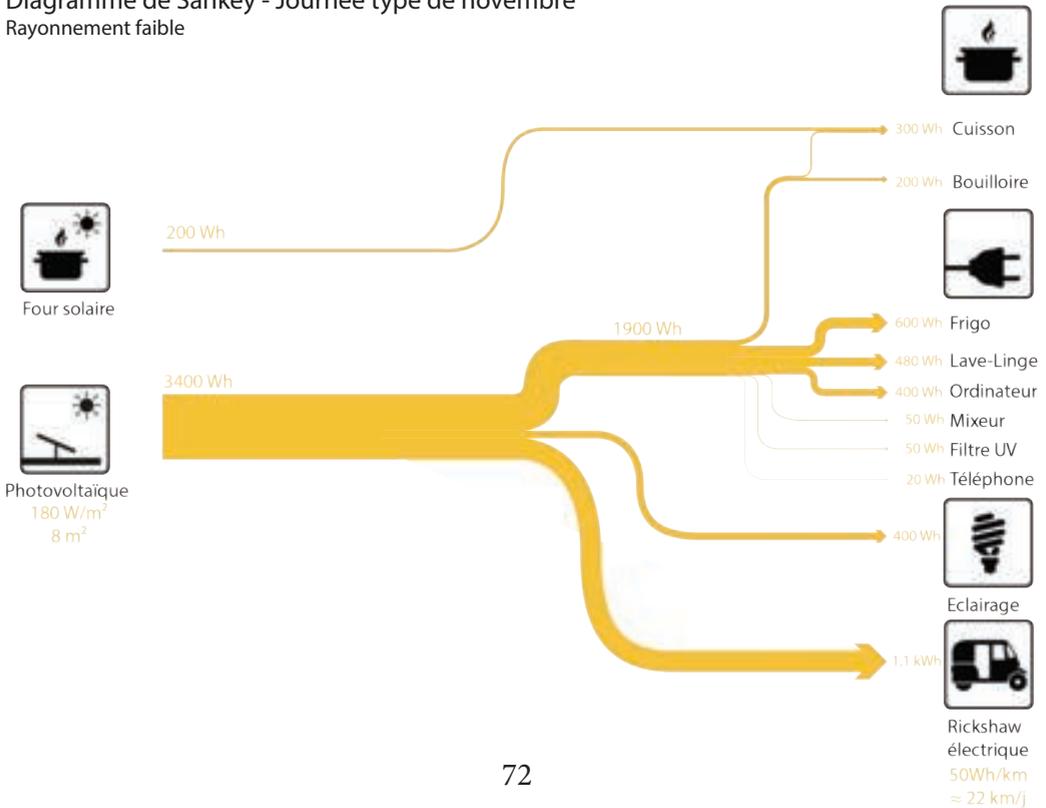


Diagramme de Sankey - Journée type de novembre  
Rayonnement faible



# AUTONOMIE EN ÉLECTRICITÉ

## Profiter du gisement solaire

Ce site présente l'avantage d'être doté d'un gisement solaire important et relativement constant tout au long de l'année, avec de faibles variations de rayonnement horizontal ( $225 \text{ W/m}^2$  journaliers moyens). L'utilisation de dispositifs de récupération de cette énergie solaire est donc particulièrement appropriée, à savoir  $8 \text{ m}^2$  de panneaux photovoltaïques en toiture et un four solaire mobile pour la cuisson en journée.

### Autonomie électrique journée type

Conso. électrique journalière :  $2300 \text{ Wh}$  (équip. + lumière)

Apports PV :  $225 \text{ W/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 \times 24\text{h} \times 10\% \eta$

=  $4300 \text{ Wh}$  journaliers

Four solaire :  $400 \text{ Wh} = 300 \text{ Wh}$  cuisson +  $100 \text{ Wh}$  bouilloire

Autonomie ? : Apports PV - Conso élec.

=  $4300 - 2300 = 2000 \text{ Wh} >$  excédants

pour un rickshaw électrique ( $\sim 50 \text{ Wh/km} = 40 \text{ km}$ )

### Autonomie électrique journée type faible rayonnement

Conso. électrique journalière :  $2300 \text{ Wh}$  (équip. + lumière)

Apports PV :  $180 \text{ W/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 \times 24\text{h} \times 10\% \eta$

=  $3400 \text{ Wh}$  journaliers

Four solaire :  $200 \text{ Wh} = 200 \text{ Wh}$  cuisson

Autonomie ? : Apports PV - Conso élec.

=  $3400 - 2300 = 1100 \text{ Wh} >$  excédants

pour un rickshaw électrique ( $\sim 50 \text{ Wh/km} = 22 \text{ km}$ )

L'autonomie électrique du Diogène est donc assurée tout au long de l'année en exploitant le gisement solaire.

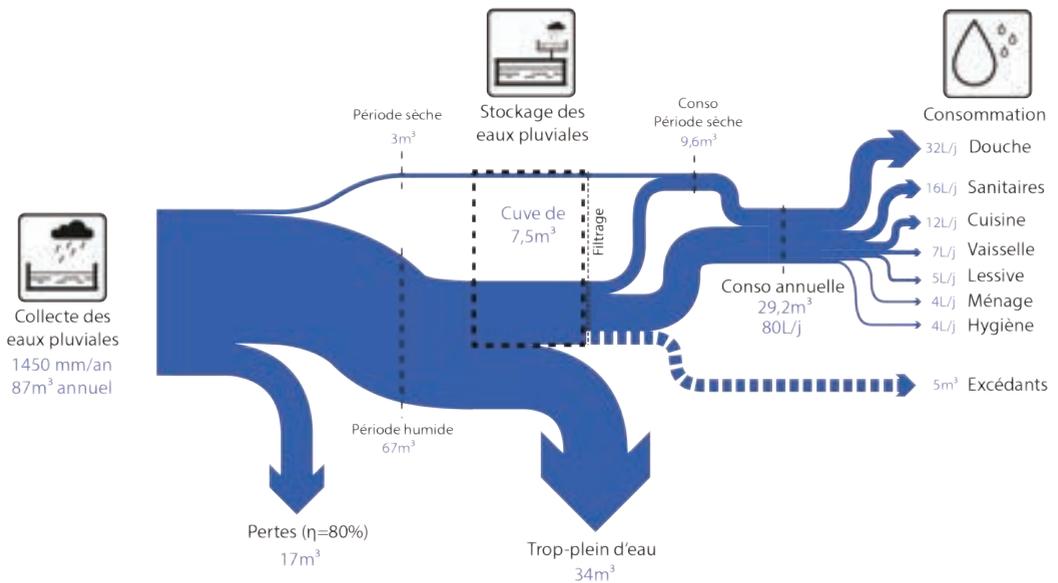


Collecte des  
eaux pluviales



Stockage des  
eaux de pluie

## Diagramme de Sankey - Consommation d'eau annuelle



## AUTONOMIE EN EAU

### Stocker l'eau de pluie en saison humide

Si les précipitations en période humide sont suffisantes pour répondre à la consommation quotidienne en eau des visiteurs du Diogène, un problème d'autonomie se pose lors de la période sèche, avec parfois un mois entier sans pluie. L'idée est ainsi de stocker le maximum d'eau de pluie en saison humide pour l'utiliser en période sèche de janvier à avril en attendant le retour d'une pluie quotidienne suffisante en mai.

#### Autonomie annuelle

Consommation journalière estimée : 80 Litres

Consommation annuelle :  $80 \times 365 = 29200 \text{ L} = 29 \text{ m}^3$

Précipitations annuelles :  $1450 \text{ mm/m}^2 \times 60 \text{ m}^2$  de toiture  
 $= 87 \text{ m}^3 \times 80\% \eta$  collecte  
 $= 69 \text{ m}^3 > 29 \text{ m}^3$

#### Autonomie en saison sèche

Consommation période sèche :  $80 \times 120 = 9600 \text{ L} = 9,6 \text{ m}^3$

Précipitations période sèche :  $62 \text{ mm/m}^2 \times 60 \text{ m}^2$   
 $= 3,7 \text{ m}^3 \times 80\% \eta$   
 $= 3 \text{ m}^3$

Volume stockage :  $7,5 \text{ m}^3 >$  plein fin décembre

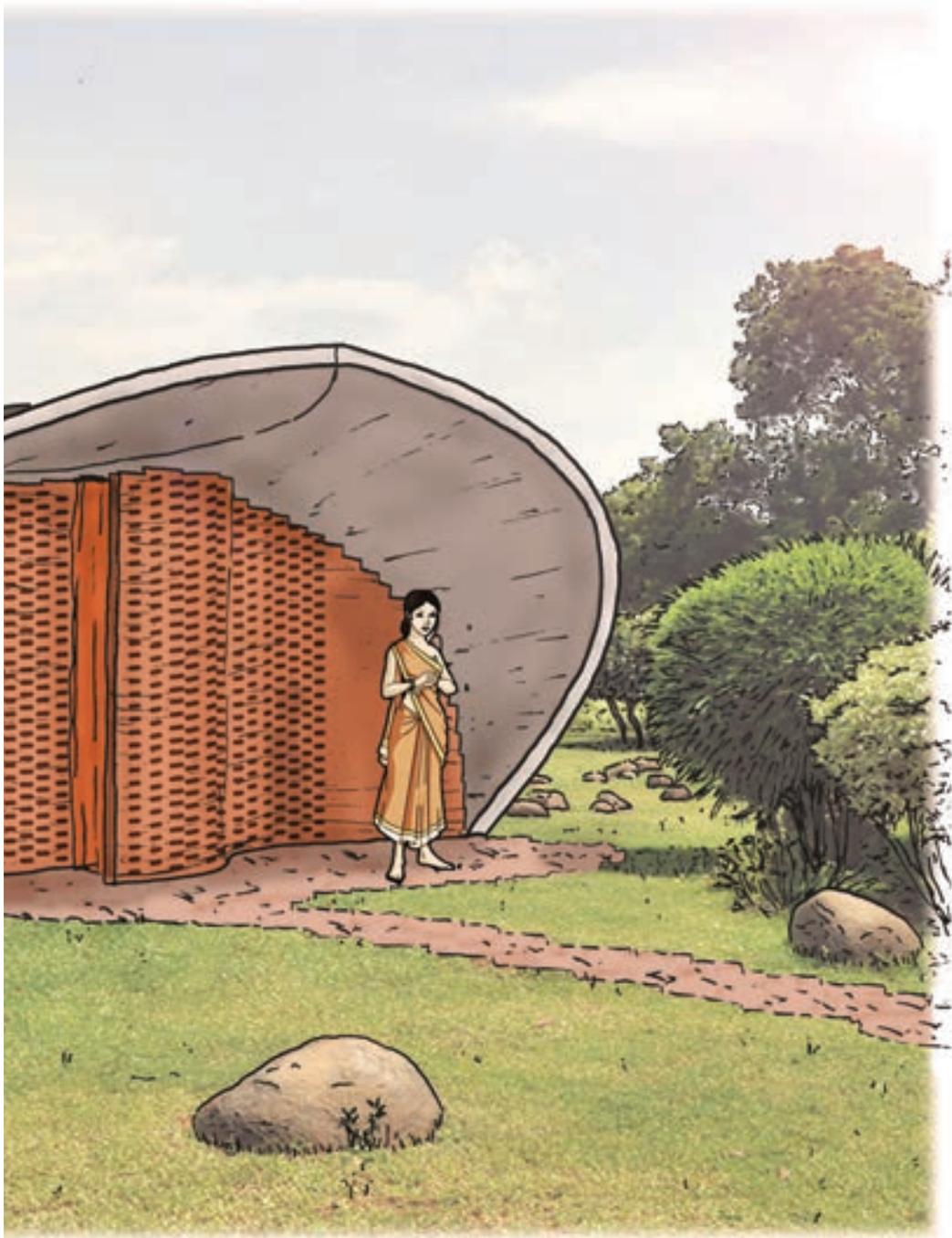
Autonomie ? = Précip. p.sèche + Vol. stock

$= 3 + 7,5$

$= 10,5 \text{ m}^3 > 9,6 \text{ m}^3 =$  Conso. p. sèche

Le volume de stockage en eau est donc suffisant pour assurer l'autonomie en eau du Diogène tout au long de l'année.







source : <http://www.nautal.fr/>

# CAPESTERRE

Guadeloupe



Latitude : 16° N  
Longitude : 61° O  
Altitude : 230 m

**Charlotte Greset**





## **LE SITE**

Géographie / Histoire / Culture / Architecture  
Contexte environnemental  
Données et analyses climatiques  
Implantation

## **LE PROJET**

Stratégies bioclimatiques  
Spatialité et usages

## **ENERGIE & FLUX**

Besoins et production en électricité  
Besoins et production en eau

## **SYNTHÈSE**

Diagramme de Sankey / Détail constructif  
Conclusions

1



2



3



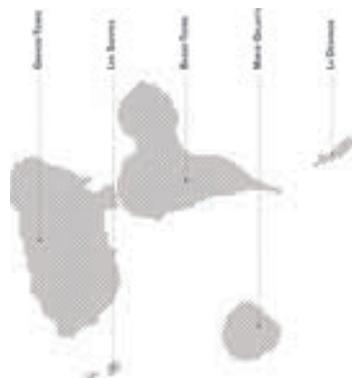
1. Volcan de la Soufrière  
source : <http://qi-gong-guadeloupe.blog4ever.org/>  
2. Danseurs créoles  
source : <http://www.travelmagma.com/>  
3. Paysage de la Basse Terre  
source : <http://www.happycity-blog.com/>

## LE SITE

Géographie / Histoire / Culture / Architecture

# CAPESTERRE

## Un logement pour le garde forestier



**L**a Guadeloupe est une région monodépartementale de France d'outre-mer. D'une superficie de 1434 km<sup>2</sup>, elle est située entre l'Equateur et le tropique du Cancer.

La Guadeloupe fait partie d'un archipel de sept îles dont deux principales : la Basse-Terre d'une superficie de 848 km<sup>2</sup> et la Grande-Terre d'une superficie de 586 km<sup>2</sup>, séparées par un fin canal nommé « la Rivière Salée ».

### Géographie

La Grande-Terre est occupée par des champs de canne à sucre et son littoral se termine par des falaises abruptes et quelques plages de sable. À l'intérieur des terres se concentrent les bourgs et les cultures vivrières dans les vallons.

La Basse-Terre est la partie montagneuse, boisée et volcanique de la Guadeloupe. Le volcan de la Soufrière, qui culmine à 1467 mètres, se manifeste épisodiquement. Cette île est couverte aux trois-quarts par la forêt domaniale, incluant le Parc National dans sa moitié Sud-Ouest.

1



2



3



## Histoire

Les premiers habitants de l'île furent des indiens venus du Venezuela quelques siècles avant notre ère. L'île prend le nom de Guadeloupe lorsque Christophe Colomb y accède le 4 novembre 1493. Des colons volontaires arrivent au XVI<sup>e</sup> siècle et s'organisent pour utiliser des esclaves déportés d'Afrique pendant près de quatre siècles. Le décret d'abolition de l'esclavage sera mis en vigueur en 1848. La Guadeloupe devient département français en 1946.

## Culture

La Guadeloupe est une terre métisse de diverses origines. Sa culture est assez variée. La gastronomie est essentiellement composée de ses produits agricoles. Elle est souvent épicée et assaisonnée par macération de la viande et du poisson pour relever le goût. Enfin, les musiques et danses créoles sont très populaires, avec notamment la salsa et le reggae qui dominent la création musicale.

## Architecture

Les architectures traditionnelles qu'on trouve en Guadeloupe sont la case créole et la maison de maître. Plus récemment, on trouve des habitats en ciment et béton armé.

La case traditionnelle de base mesure 6 mètres de long et 3 mètres de large, et est composée de deux pièces accolées ouvertes sur l'extérieur grâce aux portes-fenêtres. Les matériaux utilisés étaient le bois (planches, bardeaux, gablette) et la tôle.

La maison de maître est l'habitat colonial qui était autrefois juxtaposé à des bâtiments agricoles et des «cases à nègres». Son entrée monumentale se composait d'une allée de palmiers. La galerie était un élément distinctif de cette architecture, qui permettait aussi une forte ventilation naturelle.

Les matériaux utilisés étaient généralement le bois et la pierre pour le soubassement.

## Risques majeurs

L'archipel de la Guadeloupe est soumis à de nombreux risques naturels. Un plan de prévention des risques spécifiques a été mis en place. Toutes les communes sont concernées par un risque dans toutes les catégories suivantes. On veillera cependant à se placer à un endroit où les risques sont plus faibles.



### Activité volcanique

La dernière éruption date de 1976. Cependant, des émanations de gaz continuent à certains endroits et des zones d'aléas volcaniques ont été établies pour prévenir les habitants.



### séismes

Le risque de séismes induit des contraintes structurelles telles que la continuité verticale des éléments porteurs et le recours à des assemblages articulés.



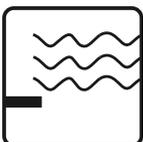
### Cyclones

Les cyclones apparaissent majoritairement aux mois d'août et septembre. Ils sont repérés au moment de leur formation, souvent au large des îles du Cap-Vert, 4000 kilomètres plus à l'Est, et leur progression est surveillée de près par les services météo.



### Tsunamis

La forte activité sismique peut entraîner des risques de tsunamis sur les zones de littoral.



### Inondations et mouvements de terrain

À cause des fortes pluies, l'ensemble des îles est exposé à des coulées boueuses, des tassements et affaissement de sols, des glissements de terrains, des écroulements et chutes de blocs.

## Matériaux locaux

### Mahogany



La principale essence locale utilisé est le Mahogany grandes feuilles. C'est un bois à croissance rapide et très solide. Il est notamment utilisé pour la construction navale du fait de sa solidité, et pour l'ameublement.

Densité : 0.5 à 0.8

### Coton



Le coton a été introduit en Guadeloupe par les colons. Les cultures intensives sont toujours présentes aujourd'hui. Une fois transformé, le textile qui est créé peut être utilisé en tant que protection solaire.

### Pierre ponce



La pierre ponce est une roche volcanique à structure alvéolaire, qui peut être récupérée au pied du volcan de la Soufrière.

Dans le bâtiment, la pierre ponce est utilisée en chapes de réagréage isolantes à sec (hérissou), pour les mortiers allégés, et pour la fabrication de blocs de maçonnerie allégés.

### Tôle métallique



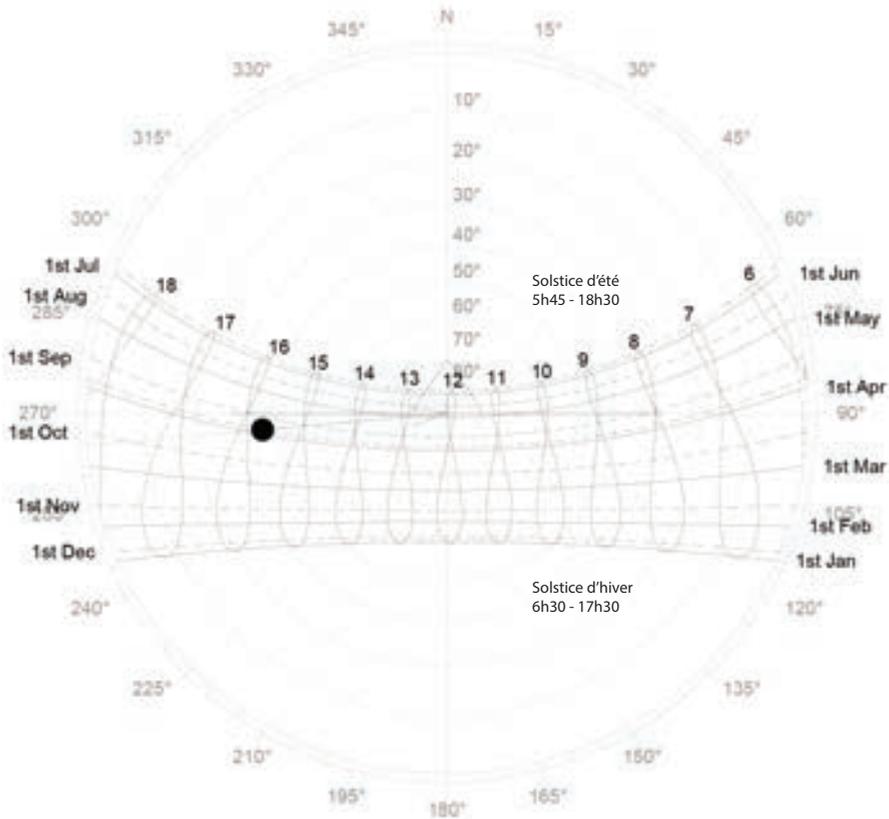
La tôle ondulée se trouve aisément dans le cas d'une récupération. Il est léger, a une mise en oeuvre facile, et une bonne étanchéité. Par contre, il a une conductivité thermique élevée et un fort effet de rayonnement.

## Diagramme solaire

Ce diagramme permet de déduire les angles d'incidences solaires à chaque heure de la journée et pour chaque jour de l'année.

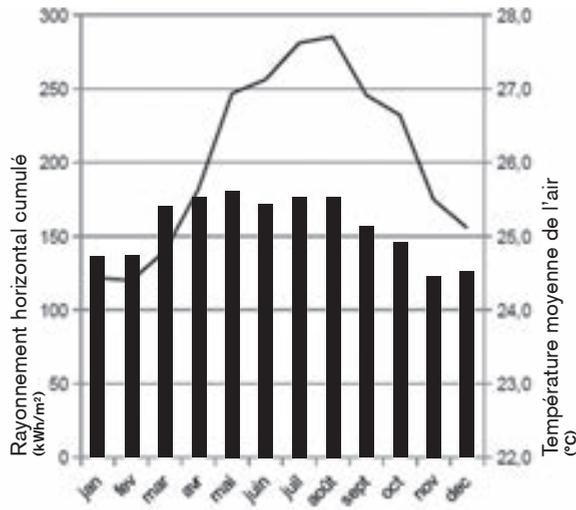
Par exemple, au 21 juin, le soleil se lève à 5h45 et se couche à 18h30. Il rayonne selon un axe allant jusqu'à 90° d'inclinaison.

En ce lieu, l'incidence solaire est particulière car le soleil se retrouve au Nord une partie de l'été tandis qu'il rayonne au Sud le reste de l'année.



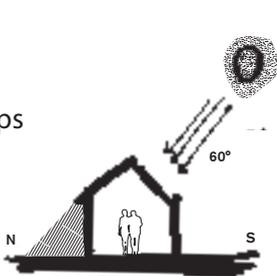
## Soleil

### Rayonnement global mensuel

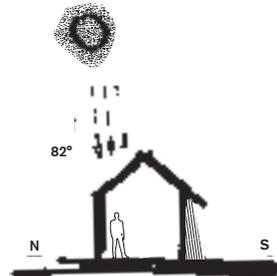


### Angles d'incidence solaire

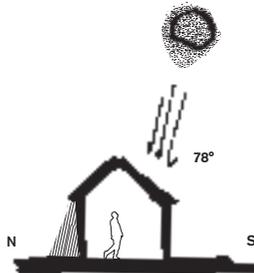
Equinoxe de printemps



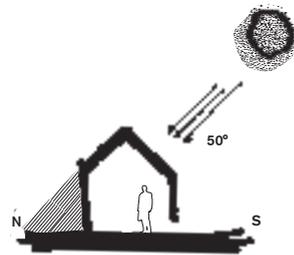
Solstice d'été



Equinoxe d'automne



Solstice d'hiver

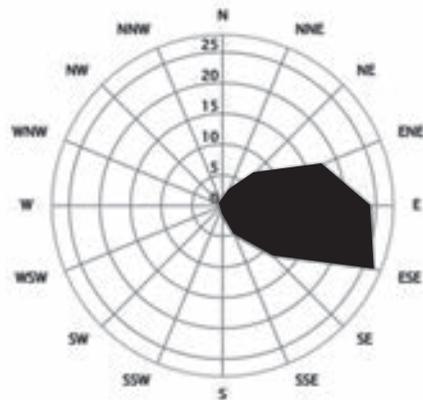


## Vent

Au cours de l'année, les vitesses typiques de vent varient de 0 m/s à 8 m/s, et dépassent rarement 9m/s à Pointe-à-Pitre. La vitesse moyenne du vent est de 3,8m/s à une altitude de 11 mètres. Sur l'échelle de Beaufort, qui va de 0 à 12, il est de rang 2 et s'apparente à une légère brise.

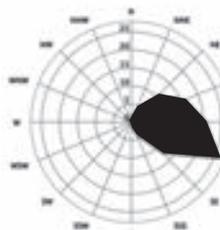
Le vent vient très majoritairement de l'Est et du Sud/Est.

### Répartition et vitesse des vents

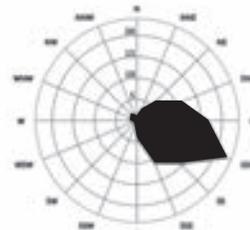


AU COURS DE L'ANNÉE

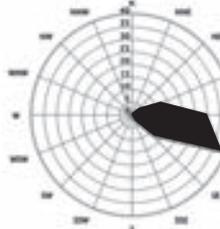
Equinoxe  
d'automne



Equinoxe  
de printemps



Solstice d'été

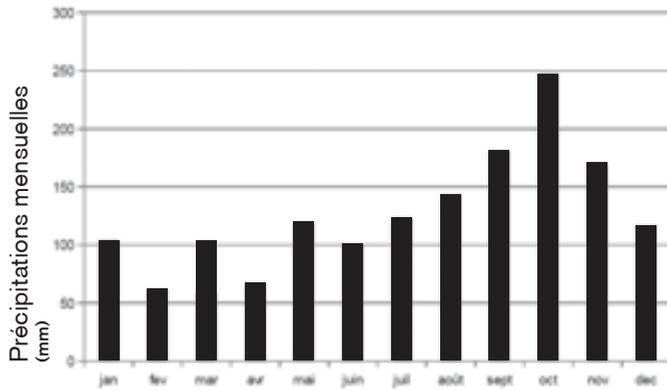


Solstice  
d'hiver

## Pluie

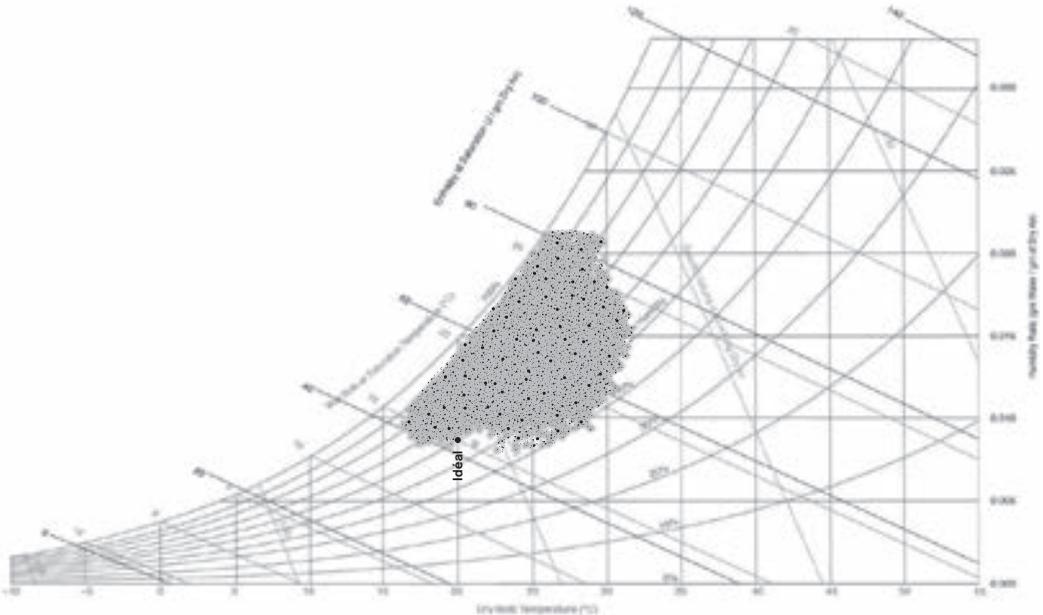
Précipitations cumulées annuelles : 1488 mm/an (environ le double des précipitations parisiennes). Moyenne mensuelle : 124 mm/mois

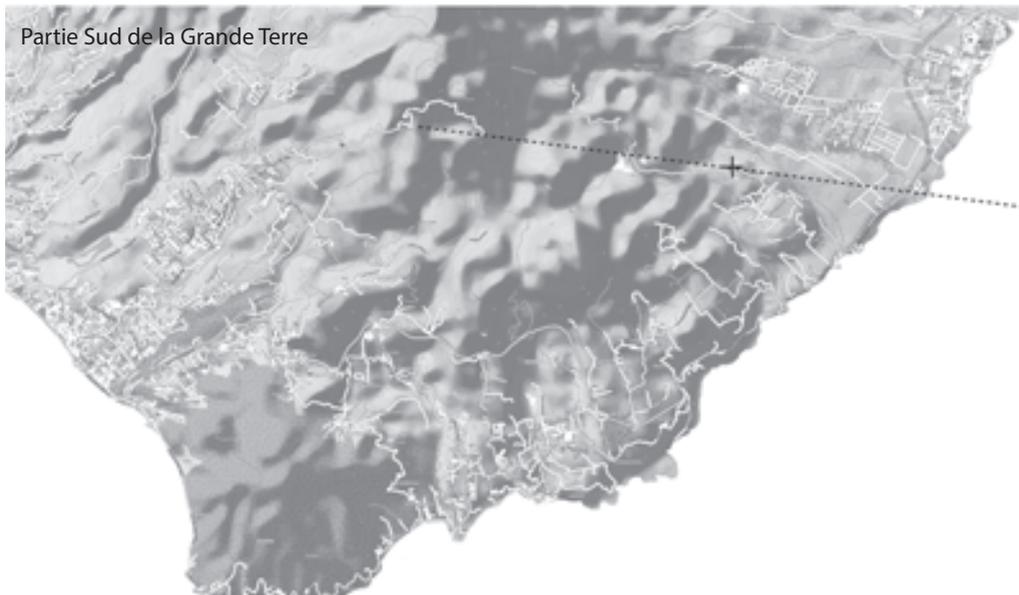
### Précipitations mensuelles



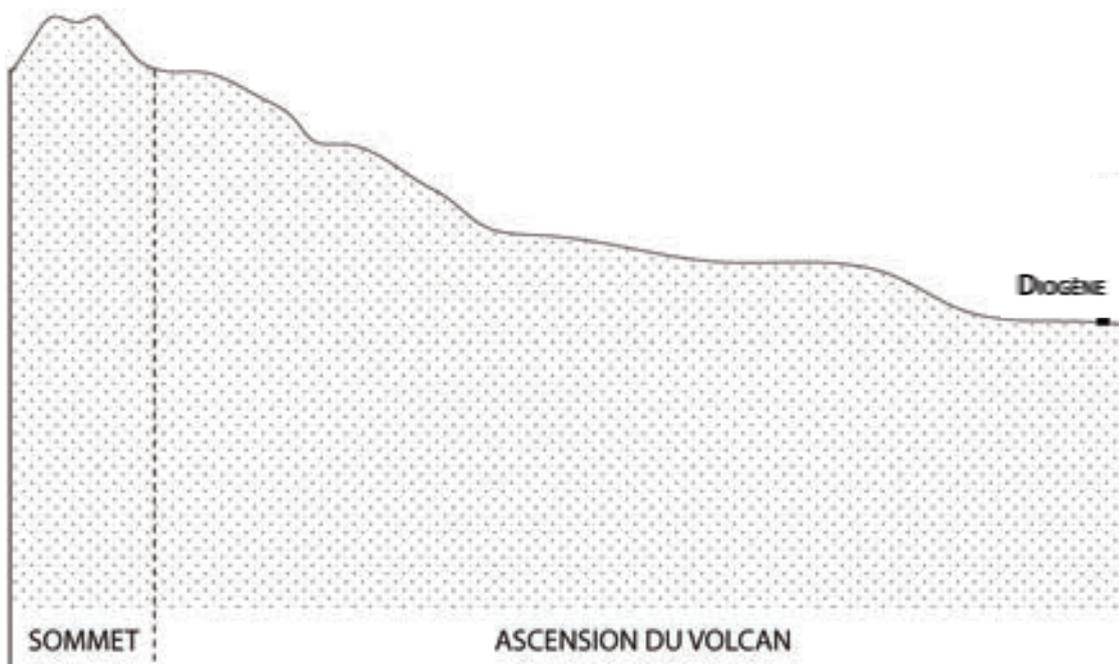
## Confort

### Diagramme psychrométrique





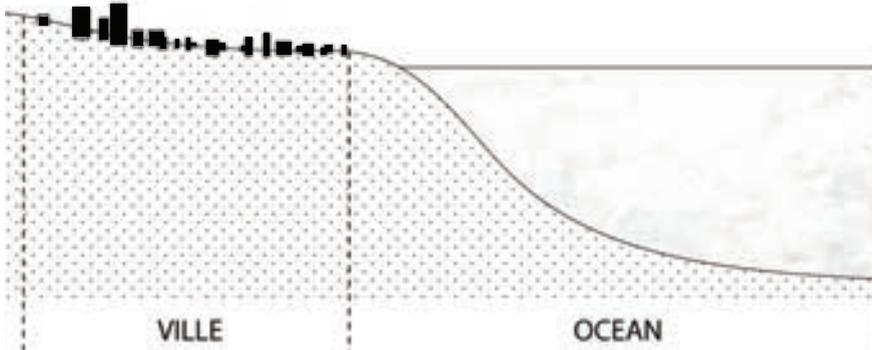
Altitude :  
1467 m





## Implantation en lisière de forêt

L'habitat se situe en périphérie de la ville, en lisière de forêt, le long d'un sentier menant vers le volcan. Le garde forestier adopte donc une position stratégique à l'entrée de cette dernière, ce qui lui permet de filtrer les allées et venues et d'appuyer son rôle de protecteur.



## Références

1. Observatoire de Tadashi Kawamata à Lavau-sur-Loire  
source : <http://leblogdelaville.canalblog.com/>
2. Olson kundig house  
source : <https://msharchitecture.wordpress.com/>
3. Maison créôle  
source : <https://martinlea971.wordpress.com/>



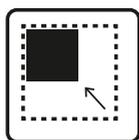
## Principes bioclimatiques

L'analyse précédente permet de mettre en avant les enjeux d'une architecture bioclimatique en Guadeloupe. Compte tenu du climat tropical, l'enjeu architectural principal est de maximiser la ventilation naturelle et d'utiliser des matériaux de faible inertie.



### **Ventilation naturelle**

Renouveler l'air pour réduire la sensation d'humidité et favoriser la ventilation naturelle.



### **«Anti-inertie»**

Utiliser des matériaux à faible inertie, de manière à ne pas accumuler une grande quantité de chaleur.



### **Chauffe eau solaire**

Capter le rayonnement solaire pour l'eau chaude sanitaire.



### **Biomasse**

Utiliser les déchets verts pour l'usage domestique, notamment pour la cuisson des aliments



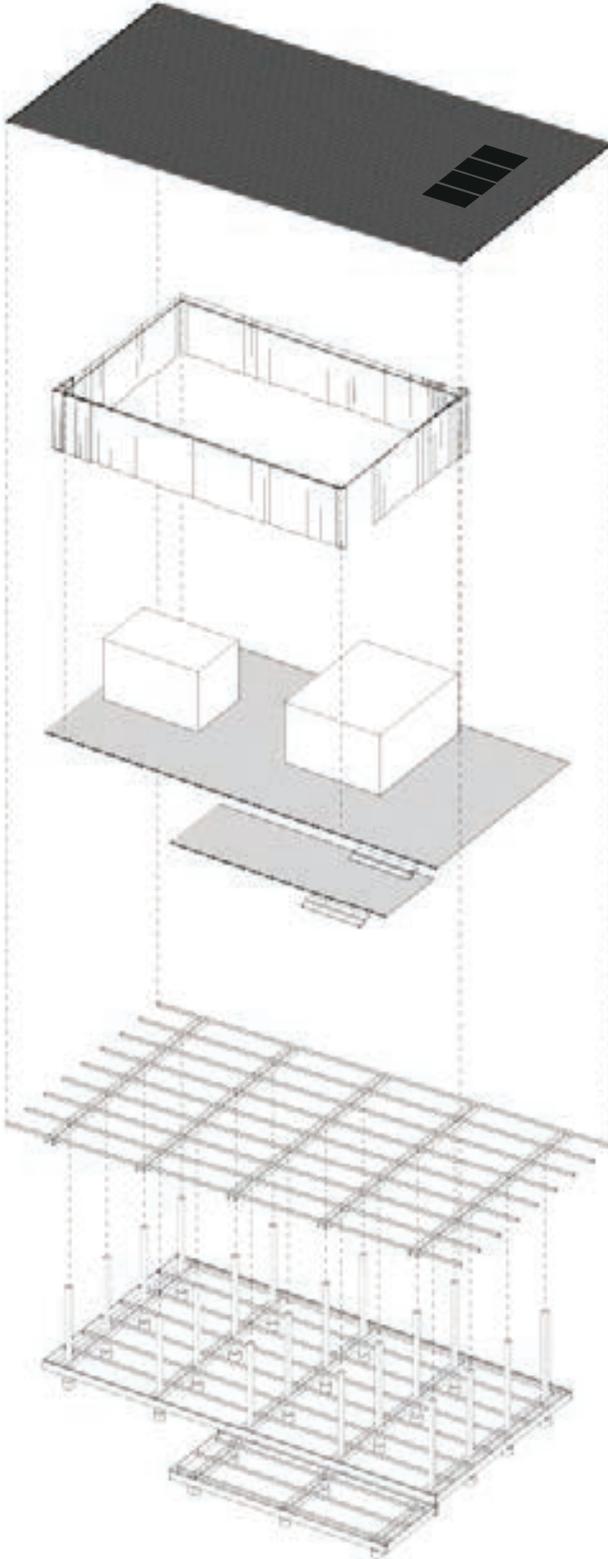
### **Récupération d'eaux pluviales**

Collecter l'eau pour couvrir les besoins.



### **Phyto-épuration**

Traiter naturellement les eaux usées pour les dépolluer avant de les rejeter dans la nature.

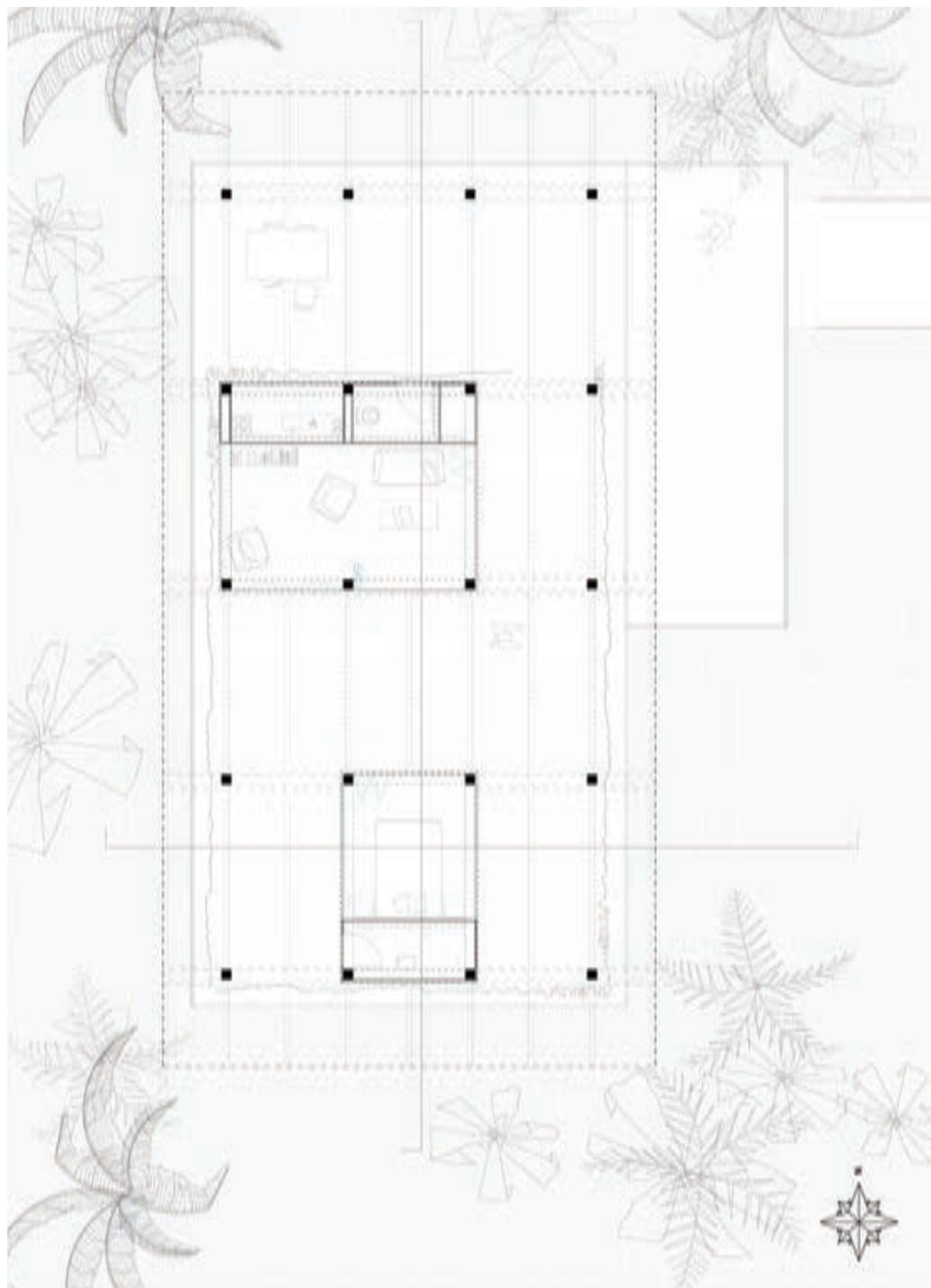


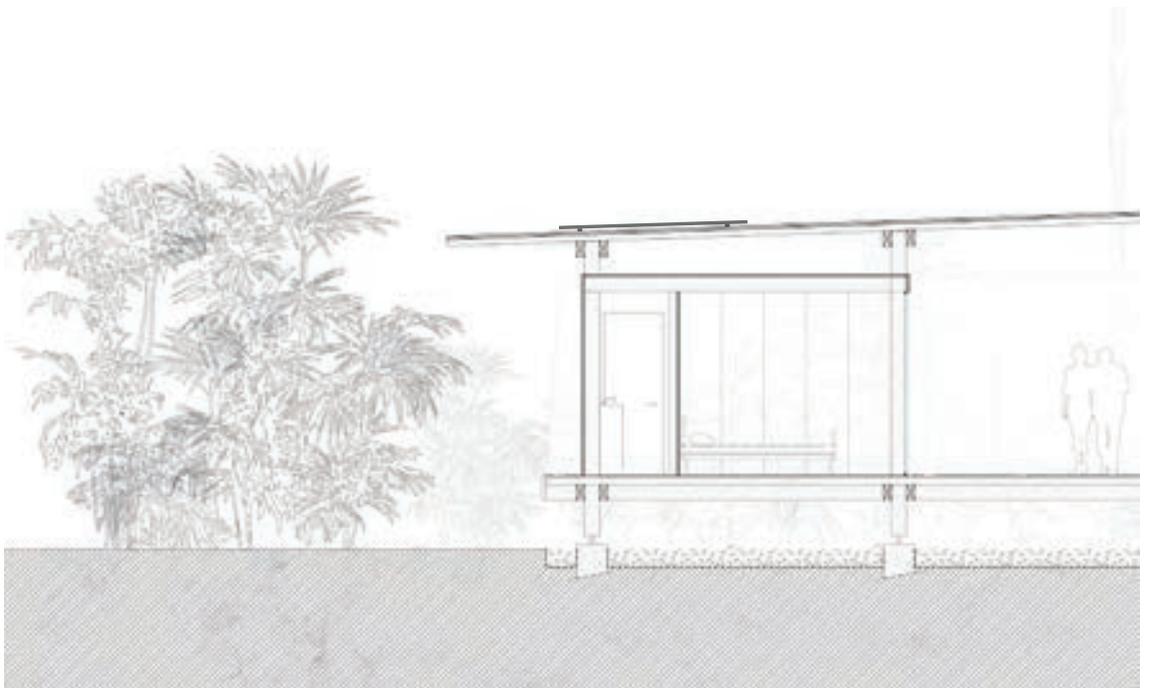
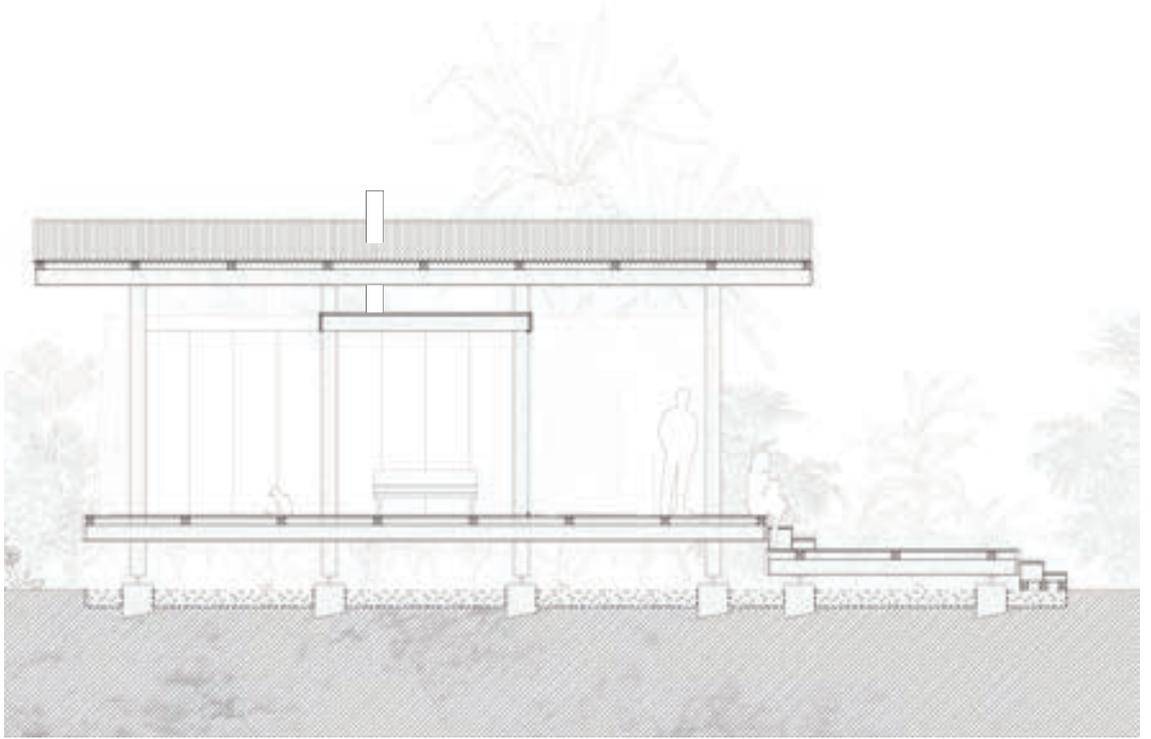
**Protection aux intempéries**  
tôle en métal sur plaque de  
bois  
Panneaux photovoltaïques

**Filtre**  
voile en coton

**Lieu de vie**  
plancher bois  
boîtes en verre et bois

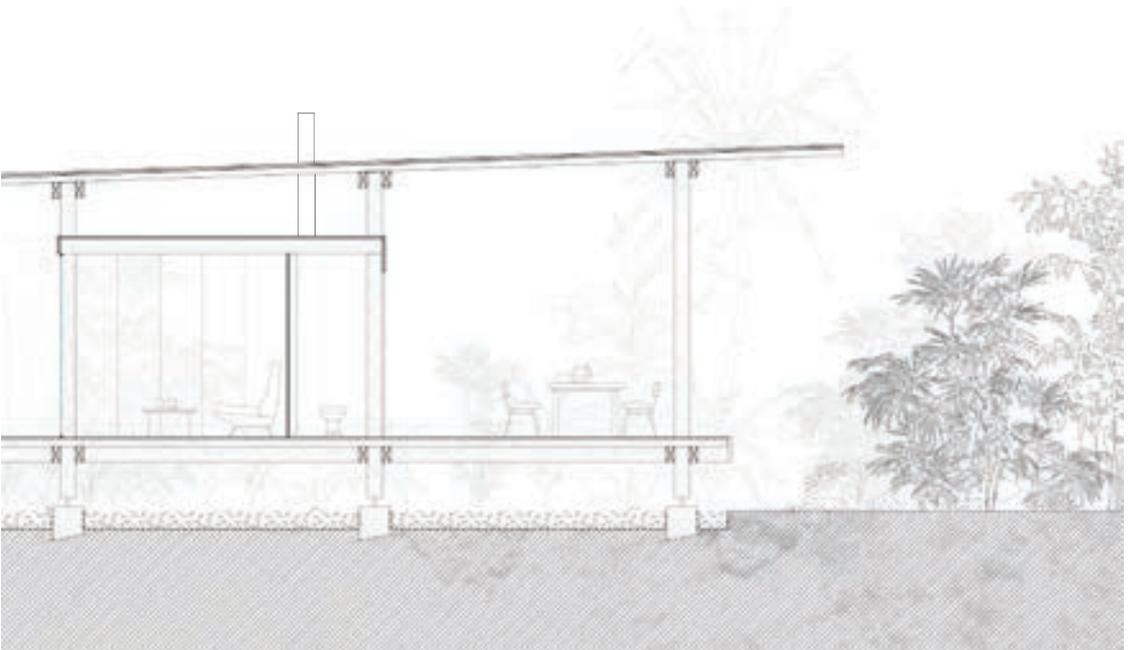
**Structure**  
ossature bois  
fondation





## Coupes

L'espace de vie est abrité par une toiture et surélevé avec des pilotis de manière à se protéger des intempéries et du soleil. La chambre, le salon, et la salle de bain se situent dans des espaces qui peuvent être ouverts ou totalement intérieurs. La cuisine se situe à l'extérieur de manière à aérer constamment l'espace.



## Evaluation des besoins en électricité et ECS pour une personne

	APPAREILS	QUANTITE	POISSANCE UNITAIRE (kW)	TEMPS D'UTILISATION PAR JOUR (h)	ENERGIE DEGAGEE PAR JOUR (kWh/j)
<b>ECLAIRAGE MATÉRIEL DIVERS</b>	Eclairage LED	15	0,006	3	0,27
	Téléphone portable	1	0,002	24	0,048
	PC	1	0,015	3	0,045
	Modem	1	0,009	24	0,216
	Machine à laver	1	2,5	0,2	0,5
<b>FROID</b>	Petit réfrigérateur	1	0,2	2,75	0,55
	Ventilateur	1	0,04	5	0,2
<b>CHAUD</b>	Plaques de cuisson	1	2	0,15	0,3
	Douche (solaire?)	1	2,8	0,2	0,56
	Four à micro ondes	1	1	0,1	0,1
	Four	1	2	0,2	0,4
	TOTAL				3,2 kWh/j 1168 kWh/an

## Production

### Photovoltaïque

L'inclinaison de la toiture est de 2°. On la considère plate. Sachant que le rayonnement solaire moyen annuel sur une surface horizontale est de 1870 kWh/m<sup>2</sup>, et que le rendement d'un panneau solaire est de 10%, il produit donc 190 kWh/m<sup>2</sup> en une année.

Considérons le mois avec l'éclairement le plus faible : en novembre, le rayonnement est de 120 kWh/m<sup>2</sup>. Le photovoltaïque produit donc 12 kWh/m<sup>2</sup>, soit  $12/30 = 0,4$  kWh/m<sup>2</sup> en une journée.

Pour combler les besoins énergétiques à l'année même pendant les mois les plus faibles, il faut donc 8 m<sup>2</sup> de panneaux solaires dont une partie pourra être remplacée par un chauffe-eau solaire pour les besoins en chaud.

## **Eolienne (ne sera finalement pas employée)**

La puissance du vent pour une surface A est

$$P = (1/2) * \rho A v^3$$

Sachant que la densité de l'air est de  $1,3 \text{ kg/m}^3$  et que la vitesse moyenne du vent en Guadeloupe est de  $3,8 \text{ m/s}$

$$P = (1/2) * (1,3 \text{ kg/m}^3) * (3,8 \text{ m/s})^3 = 36 \text{ W/m}^2$$

Puis, sachant que l'éolienne a un rendement de 50% :

$$P = 0,5 * 36 * S \text{ avec } S \text{ la surface de l'éolienne.}$$

Prenons pour hypothèse que la surface de l'éolienne est de  $1 \text{ m}^2$  (surface perpendiculaire à la direction du vent).

$$\text{Donc } P = 0,5 * 36 * 1 = 18 \text{ W pour une surface de } 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Soit } E = 432 \text{ Wh/j pour une éolienne de surface } 1 \text{ m}^2$$

## **Chauffe-eau solaire**

Un chauffe-eau solaire d'un rendement de 40% placé en toiture permettra d'assurer la production d'eau chaude sanitaire à  $50^\circ\text{C}$  sur une surface de captage minimum de  $1 \text{ m}^2$ .

## **Biomasse**

En Guadeloupe, le rayonnement solaire moyen annuel est de  $1868 \text{ kWh/m}^2$  (source d'énergie de la biomasse).

On estime que le rendement de la biomasse équivaut à 0,1%.

Ceci nous donne  $P = 1,868 \text{ kWh}$  pour une surface de  $1 \text{ m}^2$ .

Prenons l'hypothèse que l'on veut couvrir la totalité des besoins en énergie grâce à la biomasse.

Estimons la surface de biomasse à exploiter chaque année :

$$S = (1168 \text{ kWh}) / (1,868 \text{ kWh/m}^2) = 625 \text{ m}^2$$

**Ainsi, il sera possible d'installer des panneaux photovoltaïques sur la surface de toiture qui a une dimension suffisante. La biomasse ayant un faible rendement, elle sera utilisée dans la cuisson des aliments. Enfin, le vent ne sera finalement pas exploité, car l'impact esthétique sur le projet est jugé trop important.**

## Evaluation des besoins en eau pour une personne

### QUANTITÉ CONSOMMÉE POUR UNE PERSONNE (EN LITRES)

Boisson	1,7
Cuisine	9
Douche	30
Ménage, lessive	15
Vaisselle	12
<b>TOTAL</b>	<b>67,7</b>

*Ces besoins sont estimés d'après le site [economiedenergie.fr](http://economiedenergie.fr) et le centre d'information sur l'eau [cieau.com](http://cieau.com).*

Le besoin en eau est donc de 67,7 L par jour, soit environ 2031 L ou 2 m<sup>3</sup> par mois.

La moyenne mensuelle des précipitations est de 124 mm/mois.

Les précipitations sont plus faibles lors de la saison sèche, avec 60 mm/mois pour le mois de mars.

## Production

Estimons la surface de toiture minimale pour combler les besoins en eau journaliers à tout moment, en particulier aussi lors de la saison sèche.

Soit  $x$  la surface de toiture en  $m^2$ .

Au mois de mars, la quantité de précipitations est de 60 mm, soit 0,06 m.

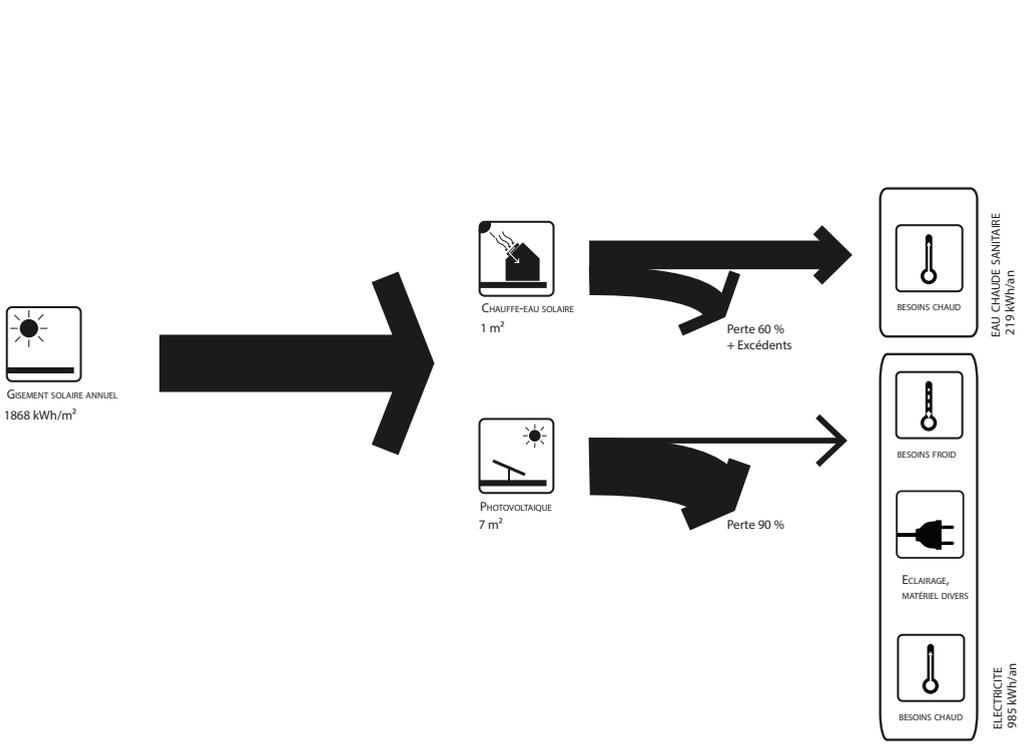
$$x = 2 / 0,06 = 33 \text{ m}^2$$

Il faut donc que la surface de toiture soit au minimum de 33  $m^2$ , ce qui est largement faisable.

En revanche, pour les mois les plus pluvieux, on atteint une moyenne de 245 mm/mois en octobre.

Si la toiture fait au minimum 33  $m^2$ , il est possible d'atteindre 8  $m^3$ , soit 8000 L ; ou encore 265 L d'eau par jour.

# Diagramme de Sankey



## Détail constructif à l'échelle 1:1



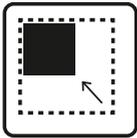
## Maquette



## Récapitulatif

**Ventilation naturelle**

L'orientation du diogène permet de récupérer les vents dominants de l'Est. L'espace intérieur peut s'ouvrir complètement pour une ventilation optimale.

**Anti inertie**

Le bois utilisé pour la structure est un matériau de faible inertie, et permet de ne pas emmagasiner la chaleur au cours de la journée.

**Production d'énergie et d'eau chaude sanitaire**

La surface de toiture est suffisante pour y placer des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques qui subviennent aux besoins d'électricité et d'eau chaude sanitaire

**Biomasse**

Les déchets verts sont utilisés pour la cuisson des aliments. L'espace de cuisine est situé à l'extérieur, sous la toiture, afin de ne pas réchauffer l'espace.

**Récupération d'eaux pluviales**

Les eaux de pluies peuvent alimenter la totalité des besoins en eau au sein du logement.

**Phyto épuration**

Un dispositif de bassins est mis en place en contrebas de la partie inférieure de la toiture.



source : photo prise par Camille Grandy

# CAYENNE

Guyane



Latitude : 04° 55' N  
Longitude : 52° 19' 0  
Altitude : 1,5 m

**Tatiana Rodrigues**





## **LE SITE**

Géographie / Histoire / Culture  
Architecture traditionnelle  
Données et analyses climatiques  
Risques majeurs du site

## **LE PROJET**

Implantation  
Références et processus de conception  
Stratégie bioclimatique et forme  
Usages  
Structure et matériaux

## **L'ÉNERGIE**

Besoins  
Productions  
Comparatifs

## **SYNTHÈSE**

Diagramme de Sankey



1



2



3

1. Photo aérienne de Cayenne  
source : <https://commons.wikimedia.org>

2. Plage à Rémire-Montjoly  
source : Archive personnelle

3. Les alentours du marché de Cayenne  
source : [www.ville-cayenne.fr](http://www.ville-cayenne.fr)

## LE SITE

Géographie / Histoire / Culture

## CAYENNE



Ce projet se situe à Cayenne, commune française chef-lieu de la Guyane. La Guyane est un département et région d'outre-mer de la France ayant une situation très particulière : elle est l'unique région d'outre-mer située dans un continent, en Amérique du Sud. Cayenne se situe au nord de la Guyane, sur le littoral Atlantique, au bord de l'estuaire commun à la rivière de Cayenne et à la rivière de Montsinéry. Ces deux fleuves se rejoignent avant de se jeter dans la mer. Cayenne est une région majoritairement plane avec la présence de quelques monts comme le mont Bourda ou le Montabo.

### Dates clefs

Entre le III<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècle, le littoral de la Guyane était peuplé par différents peuples amérindiens.

Le 5 août 1498, Christophe Colomb longe pour la première fois les côtes de la Guyane. Cayenne devient enfin française en 1676, après une célèbre bataille. Les jésuites s'installent en Guyane en créant des plantations de cacao, de café, de coton et de manioc.

Aujourd'hui, Cayenne est la plus grande ville de Guyane, avec une population de 55 198 habitants. Dans cette ville, coexistent plusieurs groupes socio-culturels comme des Créoles, des métropolitains, des Bushinengués, des Brésiliens, des Chinois, des Antillais.

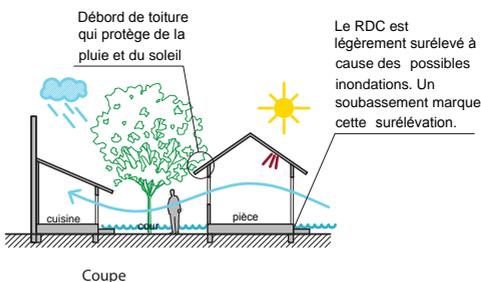
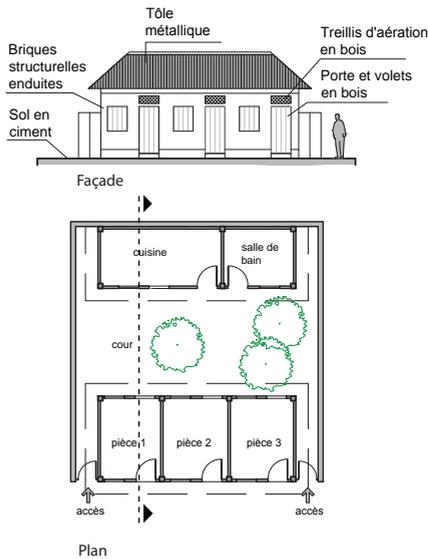


Maison Créole typique  
source : <http://www.panoramio.com>

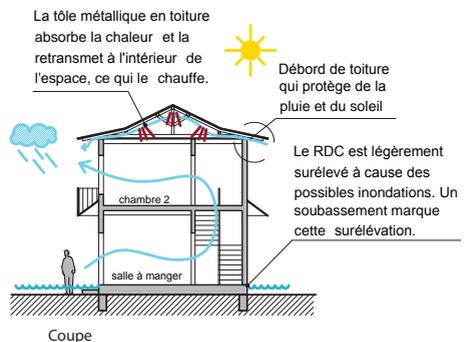
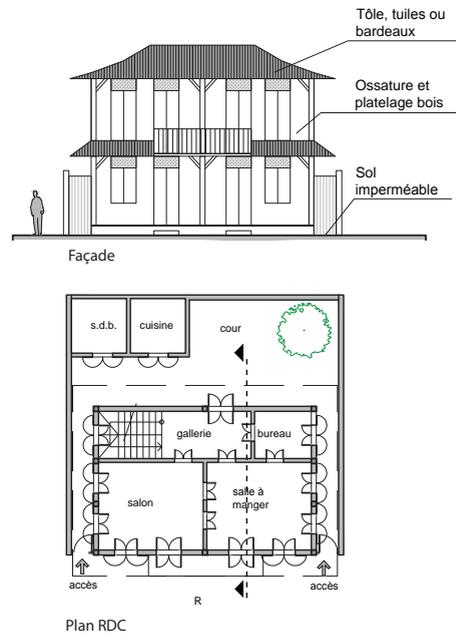
# LA MAISON TRADITIONNELLE CRÉOLE

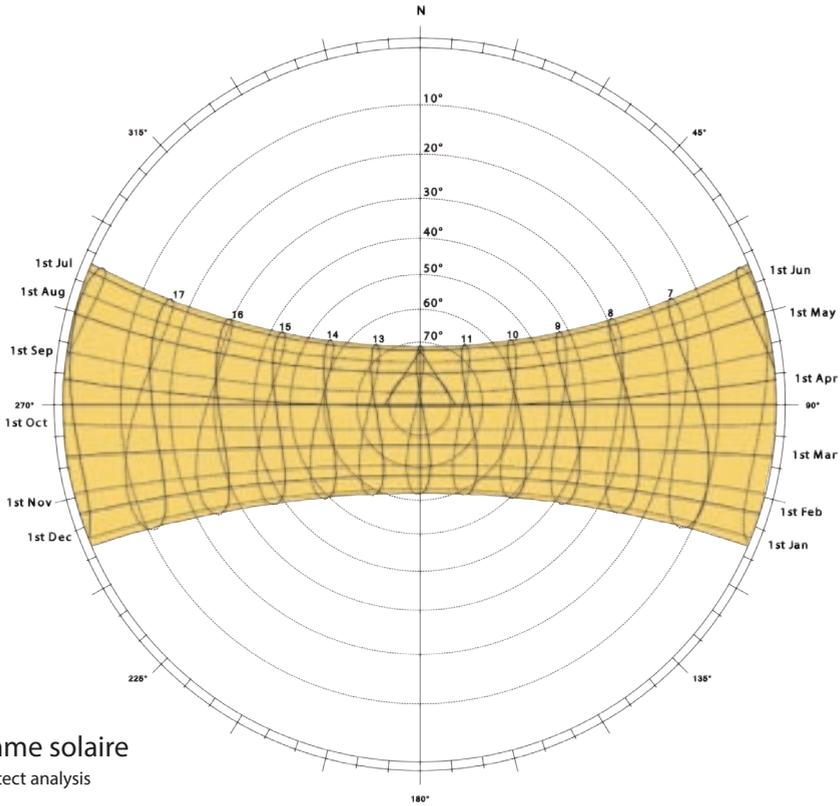
La maison traditionnelle créole est celle que l'on trouve majoritairement dans le centre-ville de Cayenne. Dans les schémas ci-dessous, on peut voir une analyse des matériaux ainsi que les concepts bioclimatiques employés dans ces logements. On observe aussi un fait très important dans la disposition des pièces : la cuisine et la salle de bain sont séparées du reste de la maison, ce qui permet une circulation de l'air dans la cour et empêche aussi la cuisine et la salle de bain de chauffer les autres pièces de la maison.

Analyse d'une maison créole d'une seul étage



Analyse d'une maison créole de deux étages





### Diagramme solaire

Source : Ecotect analysis

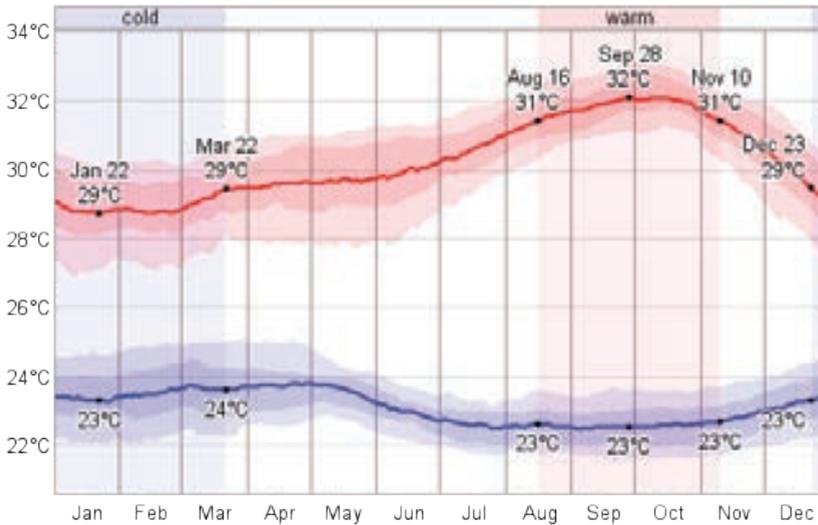
Le soleil est globalement haut tout au long de l'année.



### Rayonnement global mensuel.

Source : Météonorm. Données 2005.

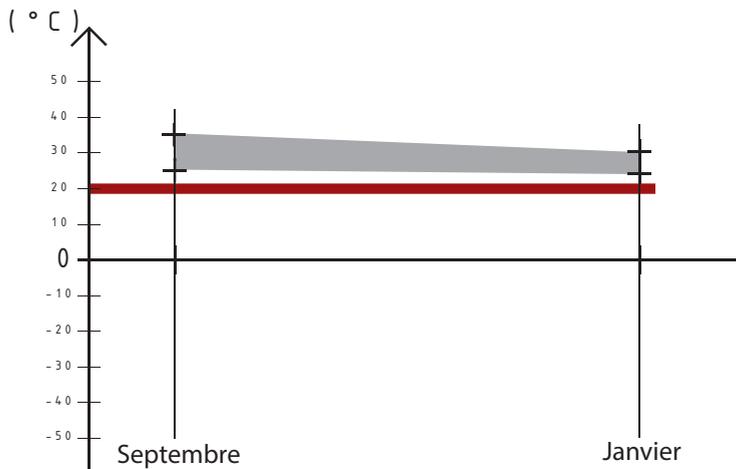
L'intensité du rayonnement global au long de l'année est plus élevée dans les mois de la saison sèche.



Températures journalières - minimales et maximales

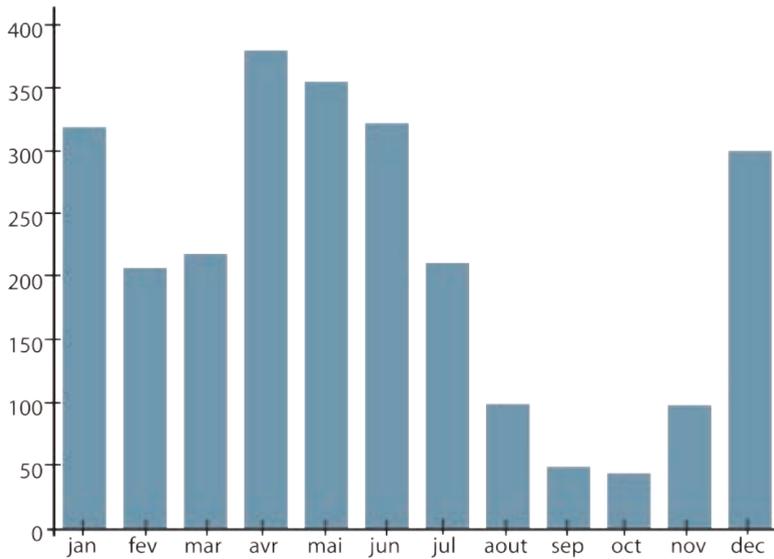
Sources : Weatherspark

Faible différence en terme de températures au long de l'année. Celles-ci varient entre 23°C et 32°C.



— Température de confort

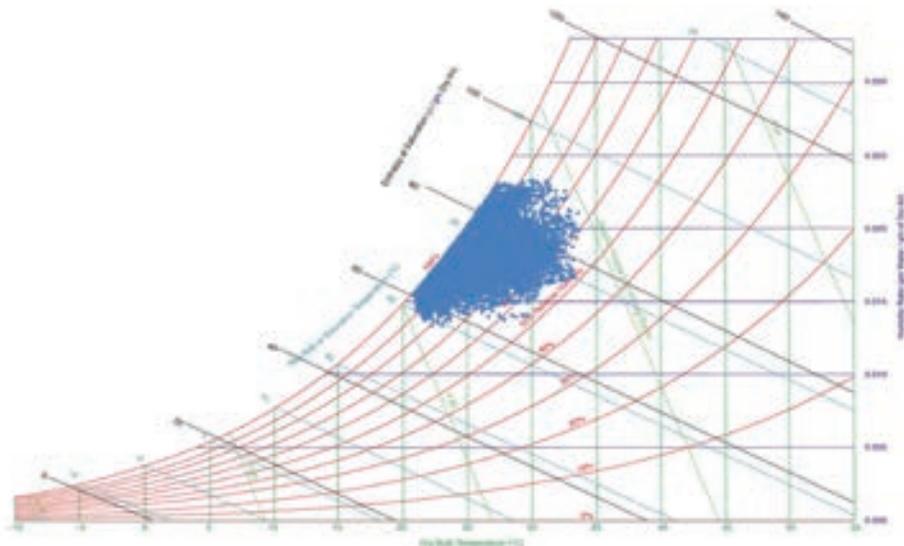
Températures : mois le plus chaud et mois le plus froid avec leurs températures minimales et maximales, et température de confort à 20°C. On peut conclure que pendant toute l'année, la température est plus élevée que la température de confort.



### Précipitations mensuelles en mm

Sources : Météonorm. Données 2005.

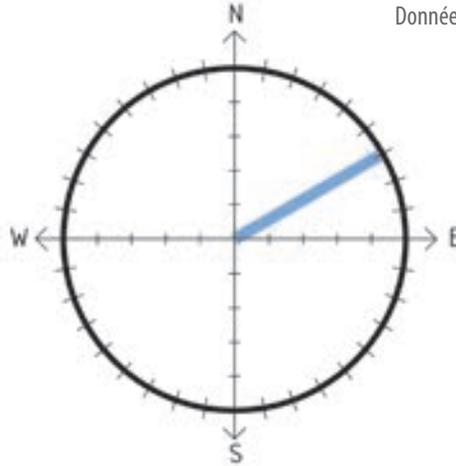
Le total annuel des précipitations est de 2600 mm, ce qui représente environ plus que le triple des précipitations moyennes parisiennes. Les orages sont fréquents dans la région.



### Psychrometric chart

Sources : Météonorm. Données 2005.

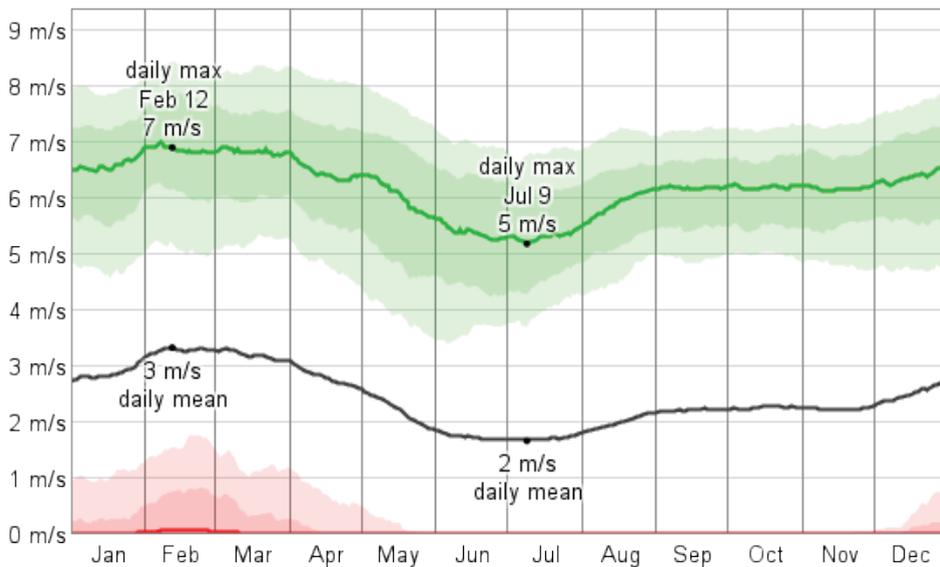
Les taux d'humidité moyens oscillent, la plupart du temps, entre 55% et 100%, ce qui est très supérieur à une situation confortable considérée entre 30% et 60%.



Rose des vents : synthèse annuelle - directions principales.

Source : Windfinder

La direction des vents est peu variable. Ils se concentrent entre les directions est et nord-est pendant presque toute l'année.



Vitesses minimales et maximales des vents

Sources : Weatherspark

La vitesse des vents est peu variable aussi. Elle varie entre une brise légère et une brise modérée.

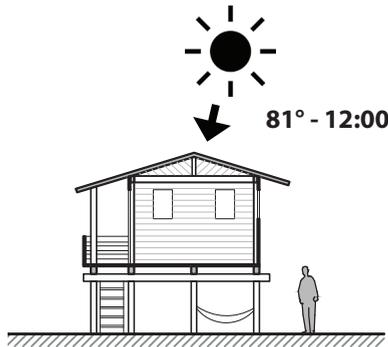
## Un résumé du climat de Cayenne

Le climat de Cayenne est équatorial humide. À proximité de la ligne de l'équateur, Cayenne a une température plus ou moins constante pendant toute l'année avec une moyenne de 26°C. Les jours ont une durée de plus ou moins 12 heures pendant toute l'année. Il existe deux saisons très définies en Guyane : la saison sèche (mi-août/mi-novembre) et la saison des pluies (mi-novembre/mi-août).

### Saison sèche

Hauteur du soleil au 1er septembre

---



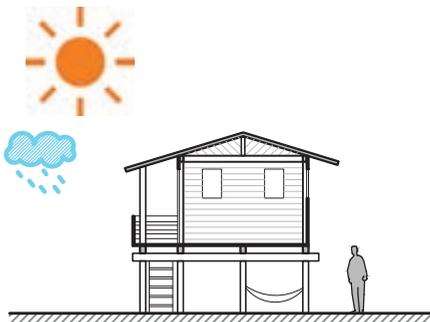
Valeurs moyennes pour le mois de septembre

---

**H.R.:** 84%  
**V.V.:** 3,60 m/s  
**T. moyenne:** 29°C

↑  
↓  
06:20

↓  
↑  
18:29



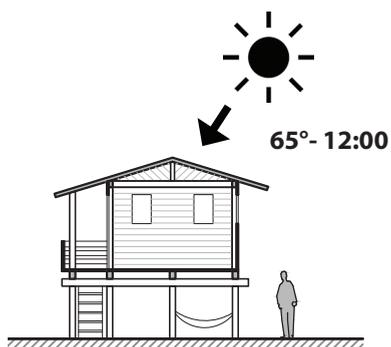
**Rayonnement:**  
185kWh/m2/mois

**Précipitations:**  
49mm/mois

## Saison des pluies

Hauteur du soleil au 1er février

---



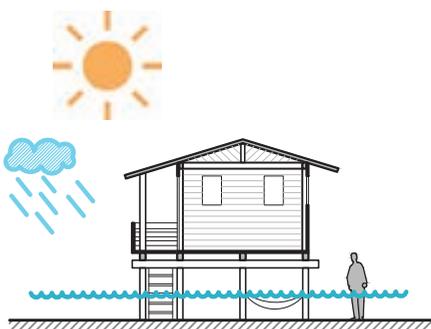
Valeurs moyennes pour le mois de février

---

**H.R.:** 90%  
**V.V.:** 4,11 m/s  
**T. moyenne:** 27°C

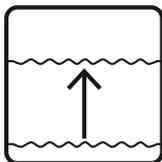
↑  
↓  
06:46

↓  
↑  
18:42



Inondation à Saint Laurent du Maroni en Janvier 2015  
source : [www.97320.com/](http://www.97320.com/)





### \* INONDATIONS

En général, la Guyane souffre d'inondations en raison de fortes précipitations, qui ont lieu surtout pendant la saison des pluies.



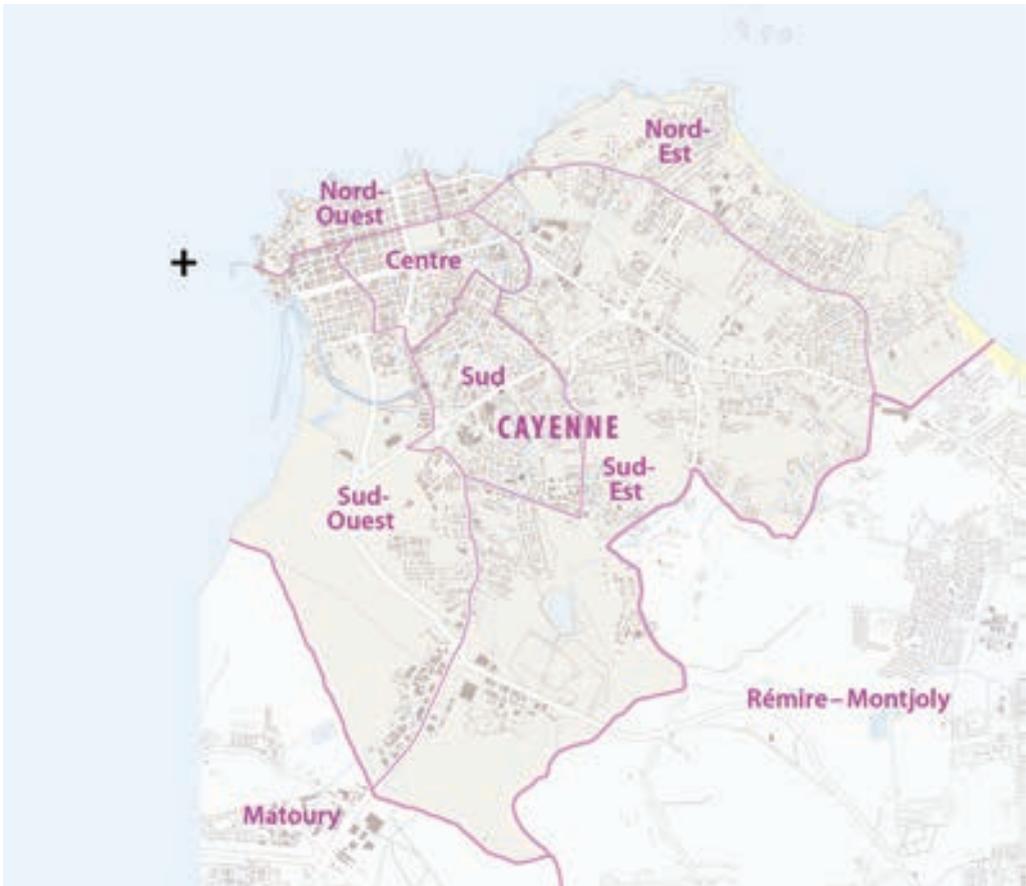


Activité pêcheur dans le vieux port  
source : <maguyane.over-blog.com>



Coucher de soleil sur le vieux port  
source : <maguyane.over-blog.com>

Le vieux port est le lieu choisi pour implanter ce diogène. Aujourd'hui, ce quartier est une zone d'activités maritimes, en particulier pour la pêche. De ce fait, cette petite architecture d'environ 20m<sup>2</sup> est un refuge pour un pêcheur guyanais. Pour protéger ce refuge des inondations de plus en plus constantes, on développe une structure flottante sur la rivière de Cayenne.



Carte de la ville de Cayenne avec localisation du projet  
source : <commons.wikimedia.org>

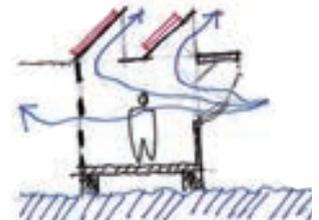
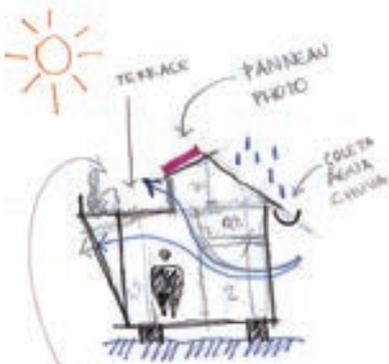
## Références architecturales

Les défis d'une architecture flottante

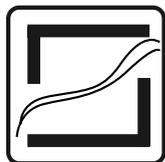


Projet d'école flottante à Lagos, Nigeria. Architectes: Nlé architecture. Année: 2012  
source : <[www.nleworks.com](http://www.nleworks.com)>

# À LA RECHERCHE D'UNE ARCHITECTURE ADAPTÉE AU CLIMAT ÉQUATORIAL

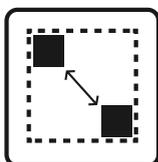
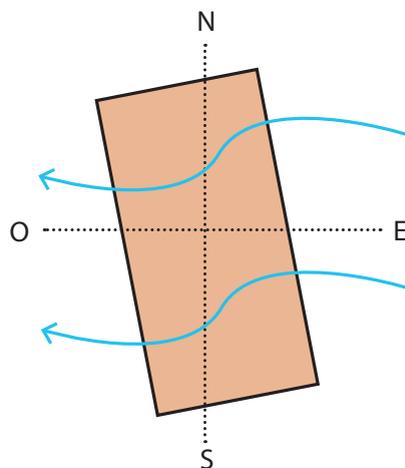


PROFITER LA HAUTEUR !  
TRAVAILLER DE PROX  
COUVERTURE  
NECESSAIRE



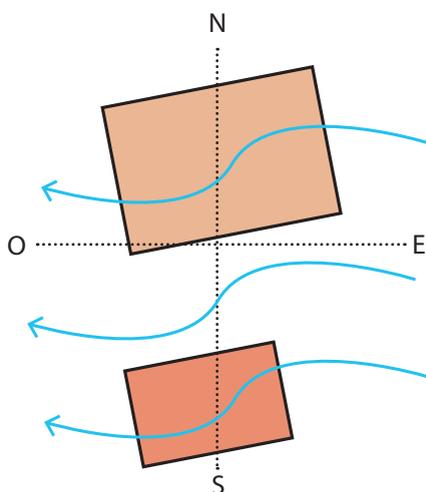
## 1. Ventilation Naturelle

D'abord on choisit l'orientation de la construction afin d'obtenir une ventilation naturelle maximale. En analysant les vents dominants pendant l'année, on conclut que la direction nord/est est prédominante. Il est donc pertinent de faire un bloc tourné légèrement vers le nord/est.



## 2. Usages séparés en deux blocs

Après avoir choisi l'orientation, on s'intéresse à la forme de cette architecture. On décide donc de séparer le bloc en deux blocs différents liés par une circulation extérieure. Ainsi comme dans la maison traditionnelle créole, la salle de bain et la cuisine vont être séparées du reste de la maison afin que la chambre et le séjour soient plus frais et ventilés.





### 3. Récupération des eaux pluviales

Volume très élevé de précipitations, surtout pendant la saison des pluies. Pour assurer l'alimentation pendant la saison sèche, il est nécessaire de prévoir des lieux de stockage.



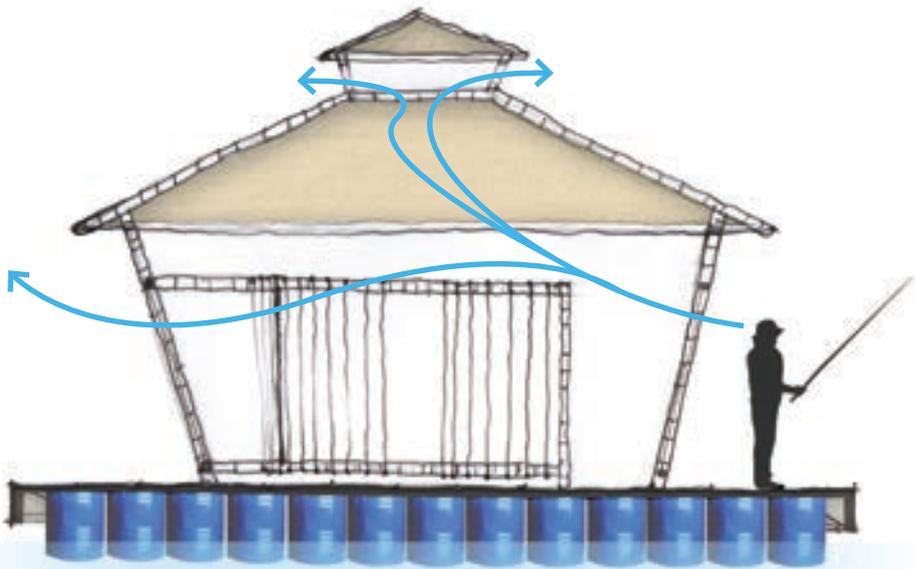
### 4. Photovoltaïque

Le fort ensoleillement ( $1780 \text{ kWh/m}^2$ ), relativement constant au long de l'année, permet de capter le rayonnement solaire en toiture avec inclinaison des panneaux de l'ordre de  $4^\circ$ , latitude locale.



### 5. Réemploi des matériaux

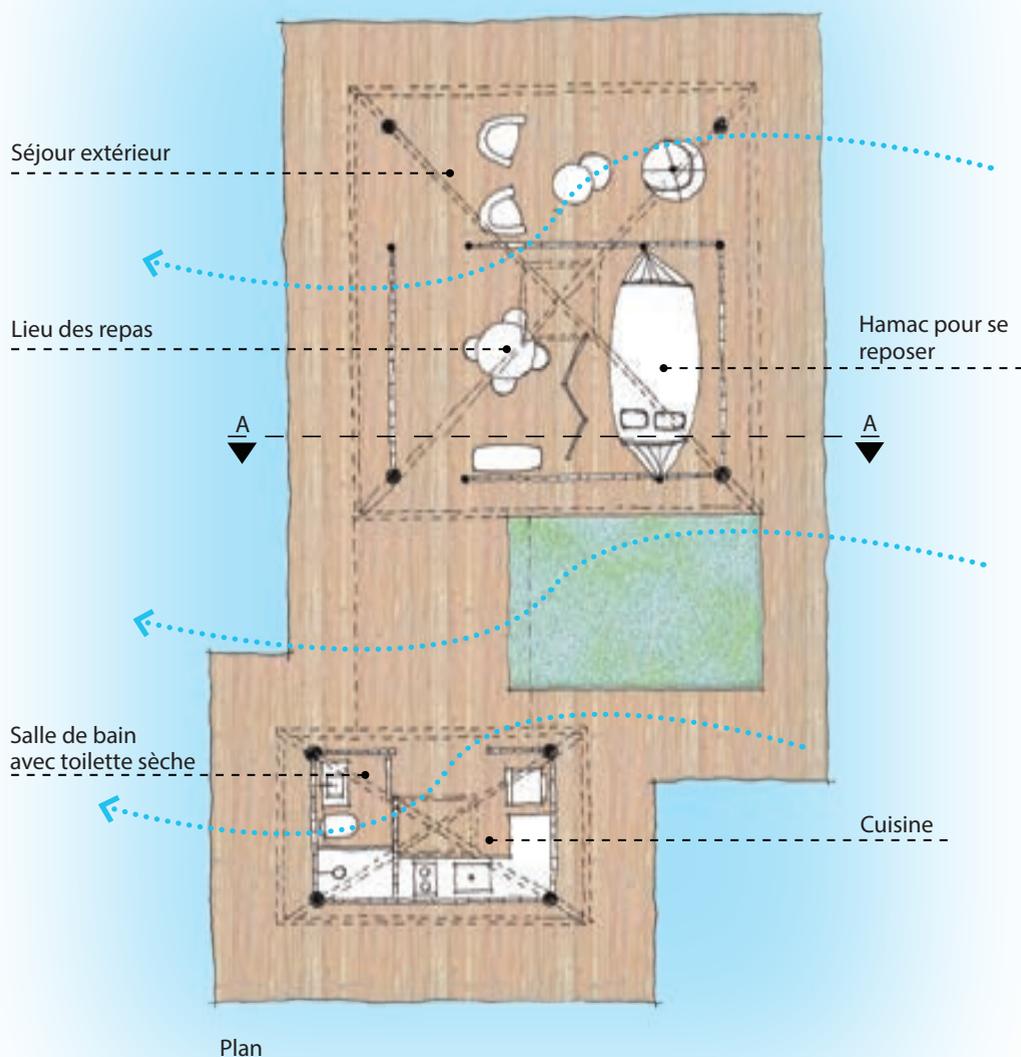
Le système flottant de ce diogène réutilise des bidons métalliques d'essence qui ont été utilisés précédemment pour alimenter les pirogues (petits bateaux typiques de Guyane).



Coupe A

# LE PROJET

Usages



0 1m



### \* **BAMBOU**

- Provenance : Guyane
- Matériau creux. Section cylindrique pouvant atteindre 22cm de diamètre et 40 m de hauteur.
- Densité : 600 kg/m<sup>3</sup>



### \* **BOIS**

Comme la forêt tropicale recouvre 96% du territoire de la Guyane, le bois est un matériau local qui pourrait être utilisé dans la construction. Les essences les plus disponibles localement sont : le wapa, l'angélique, le gayac de Cayenne.



### \* **LES FIBRES DE «CARAUÁ» ET SISAL**

Ce sont des fibres extraites des plantes typiques de l'Amazonie. Elles ont plusieurs utilisations dans la construction.

Dans l'architecture, elles peuvent être utilisées pour bloquer le rayonnement direct sans bloquer la ventilation.



### \* **MEMBRANE IMPERMÉABLE DE FIBLES NATURELLES**

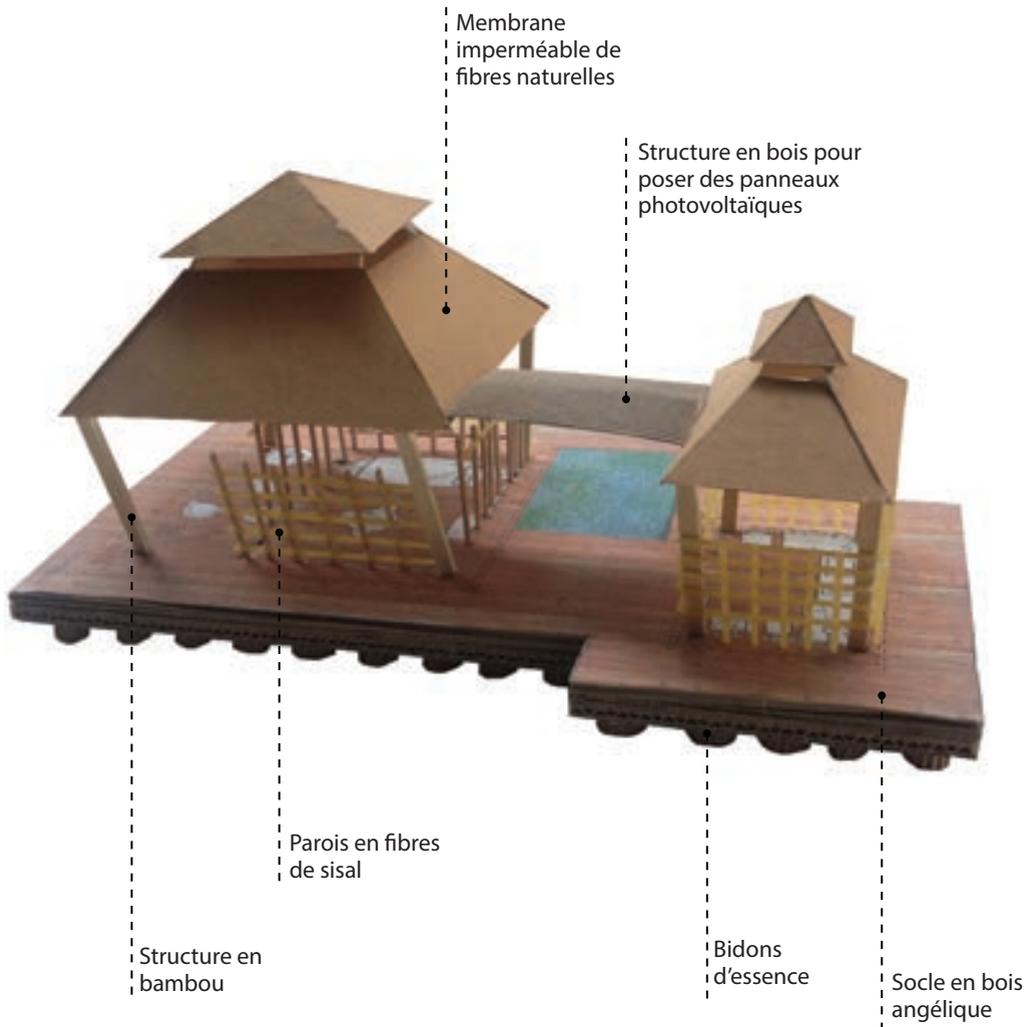
Fait avec des fibres locales, c'est un matériau léger et très facile d'assembler au bambou. Comme la membrane utilisée est de couleur claire, elle a une absorption faible du rayonnement solaire. De plus, c'est un matériau qui peut être réutilisé et recyclé.

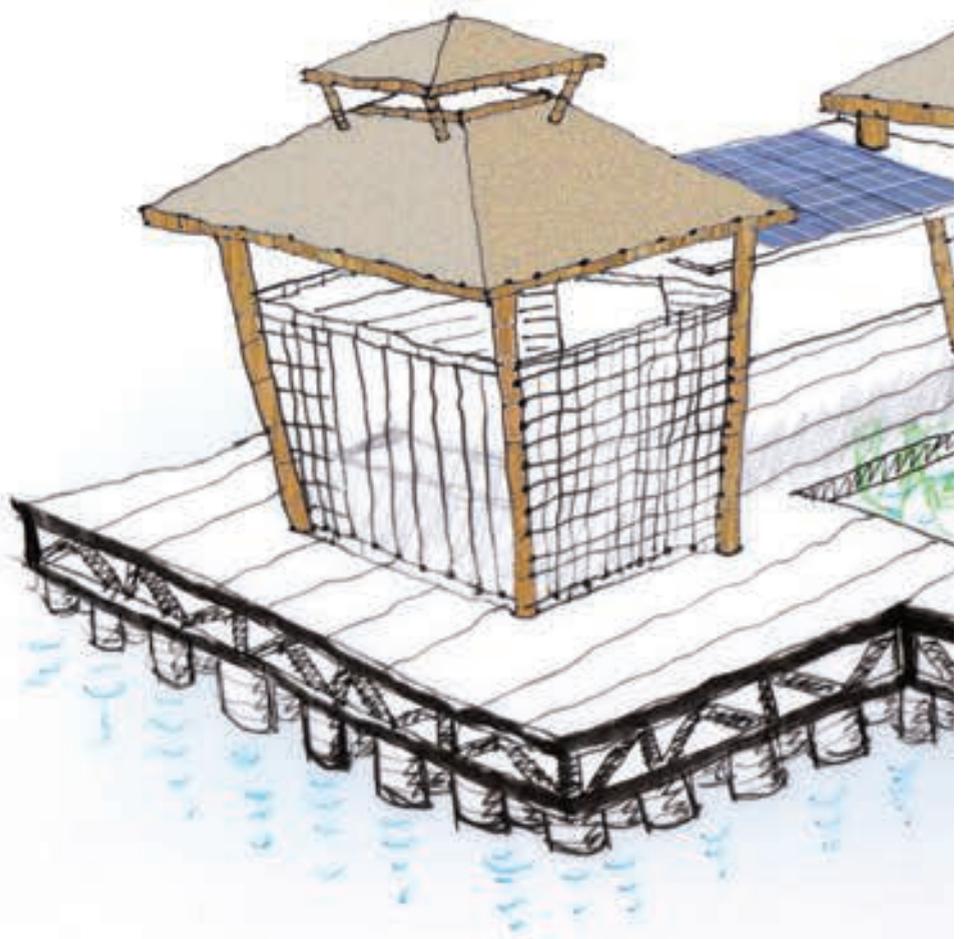


### \* **BIDONS D'ESSENCE**

Ce type de bidon métallique est largement utilisé en Guyane pour alimenter les bateaux appelés «pirogues». On propose une réutilisation de ce matériau comme structure pour faire flotter la maison.

## MATÉRIAUX UTILISÉS

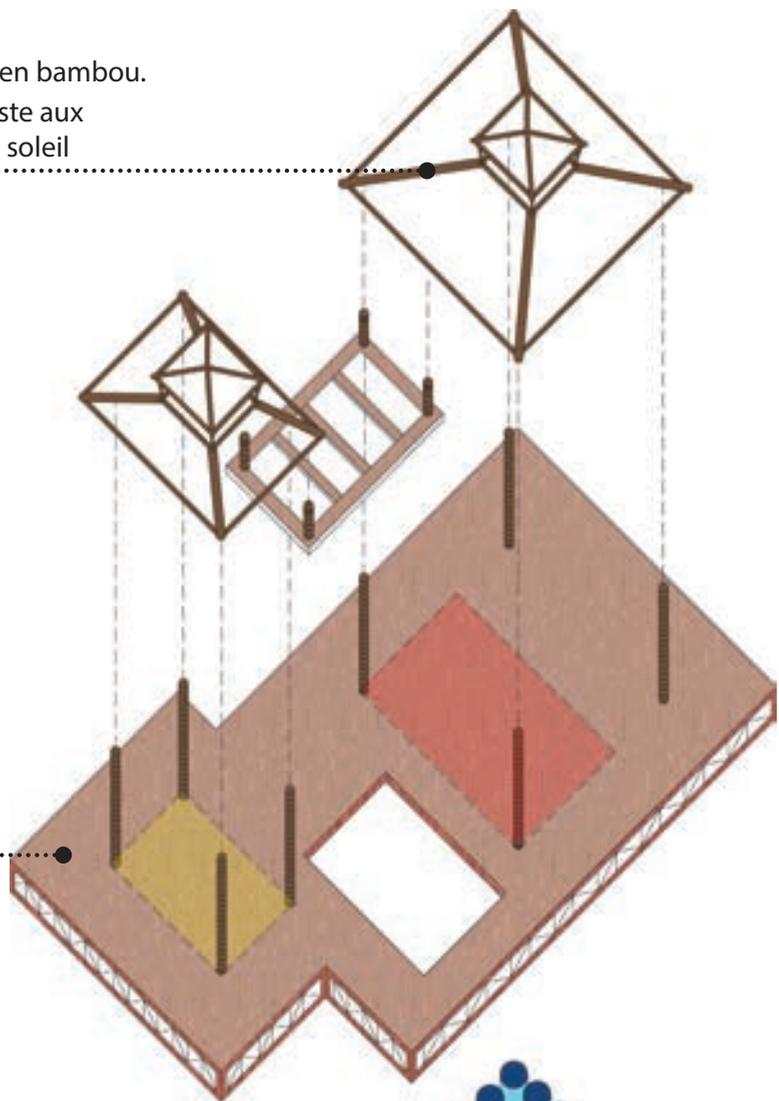




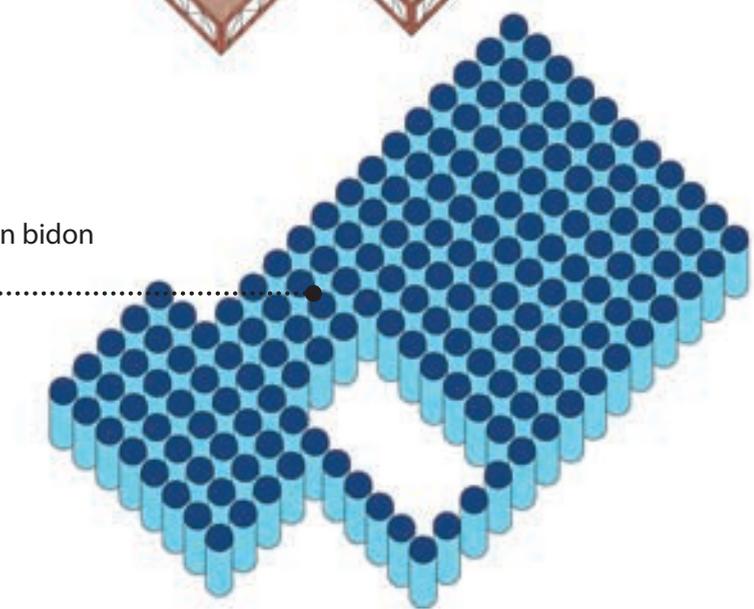
## UNE STRUCTURE FLOTTANTE SUR UN SOCLE



Légèreté : structure en bambou.  
La forme du toit résiste aux pluies et protège du soleil



Socle structure bois avec un treillis



Structure flottante en bidon d'essence

## COMMENT LA MAISON FLOTTE-ELLE ?

Ce système est conçu avec environ 270 bidons d'essence sous un socle en structure bois. Voici la démonstration des calculs :



### Bidons d'essence utilisés

	Volume (L)	Diam. (m)	Poids (kg)
1 bidon d'essence	200	0.6	13

Surface du socle en bois :  $100 \text{ m}^2$  → ~ 270 bidons



### Poids estimé de la maison et des bidons

	Volume ( $\text{m}^3$ )	Densité ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Poids (kg)
<b>Charges permanentes</b>			
Structure en bambou :	~3	600	1800
Socle en bois :	~8	1000	8000
Envelopes:	~0,7	900	630
Bidons d'essence : (Qté : 270)			3500
<b>Charges d'exploitation</b>			
Personnes + Marge de sécurité			~16000
<b>TOTAL</b>			<b>~30000</b>

**CONCLUSION :** Si le rapport entre le poids total de la maison + bidons et le volume total des bidons est plus petit que la densité de l'eau ( $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ), la maison flotte :

\*  $p/V = 30000/54 = 560 \text{ kg}/\text{m}^3$

\*  $560 \text{ kg}/\text{m}^3 < 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$  → Oui, la maison flotte!



Assemblage des bambous avec des fibres naturelles  
source : <[eastindies.wordpress.com](http://eastindies.wordpress.com)>



## Besoins



### Electricité

---

Électroménagers	Quantité	Puissance (W)	Utilisation (h)	Jour (kWh/j)	An (kWh/an)
Ordinateur	1	60	3	0,18	65,7
Réfrigérateur	1	200	4	0,82	302
Fer à repasser	1	1000	0,2	0,2	73
Lave linge	1	2500	0,25	0,6	219
Plaque électrique	1	400	1,5	0,6	219
Mixer	1	150	0,16	0,02	7,3
Modem	1	5	24	0,12	43,8

### Ventilation

Ventilateur	1	100	8	0,8	292
-------------	---	-----	---	-----	-----

### Éclairage

Led 5w (360 lumen)	12	60	4	0,24	87,5
--------------------	----	----	---	------	------

---

### Total

1309,3



### Eau

---

#### Consommation L /j /2 personnes

Douche	60
Boisson	4
Hygiène	6
Lave linge	25
Vaisselle/cuisine	40
Total	135

---

TOTAL ANNÉE 50 000 L

# L'ENERGIE

Besoins/Production/Comparatifs



# Production

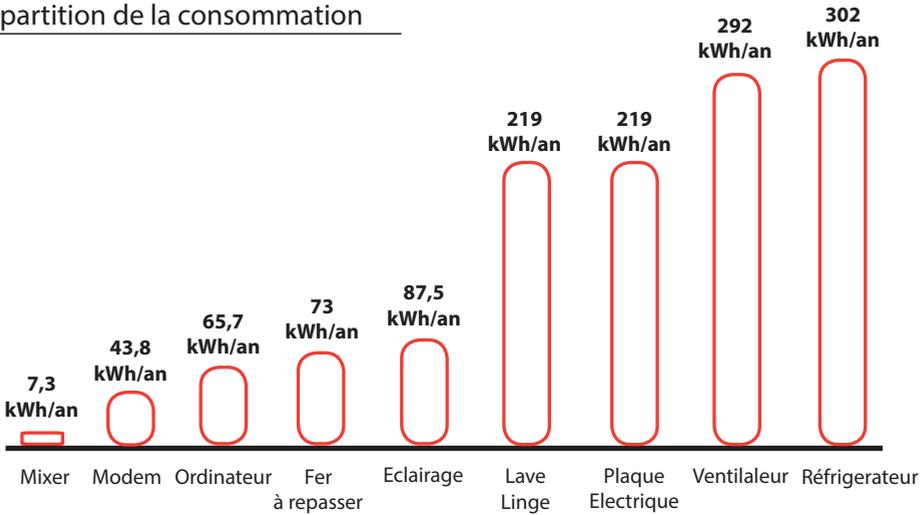


## Electricité

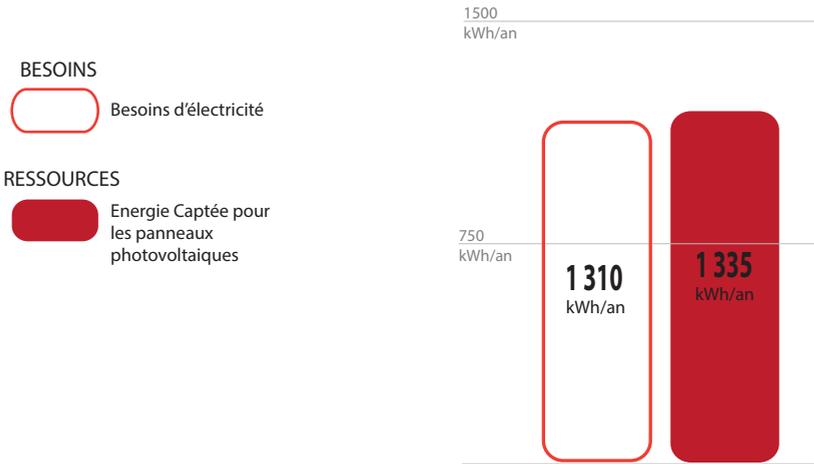
Les 7,5 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques installés sur le toit de la circulation extérieure, permettent de produire environ 1 335 kWh/an :

- \* Rayonnement moyen annuel : 1 781 kWh/m<sup>2</sup>/an
- \* Total converti en électricité : 178 kWh/m<sup>2</sup>/an (rendement de 10%)
- \* Total de production avec une surface de PV de 7,5 m<sup>2</sup>: 1 335 kWh/an
- \* Total de besoin d'électricité : 1 310 kWh/an

### Répartition de la consommation



### Bilan total annuel Electricité





## Eau

Le niveau de précipitations annuelles est très élevé en Guyane.

Il est possible de récupérer plus qu'on consomme pendant la saison des pluies.

Par contre, pendant la saison sèche il y a un manque d'eau. La solution est donc, de stocker le surplus d'eau de la saison des pluies pour l'utiliser pendant la saison sèche.

\* Précipitations moyennes annuelles : 2 600 mm (L/m<sup>2</sup>)

\* Surface de la toiture : 40 m<sup>2</sup>

\* Total possible de récupérer des précipitations : 90 000 L (avec 10% de pertes)

### Bilan mensuel saison sèche/saison des pluies

#### BESOINS

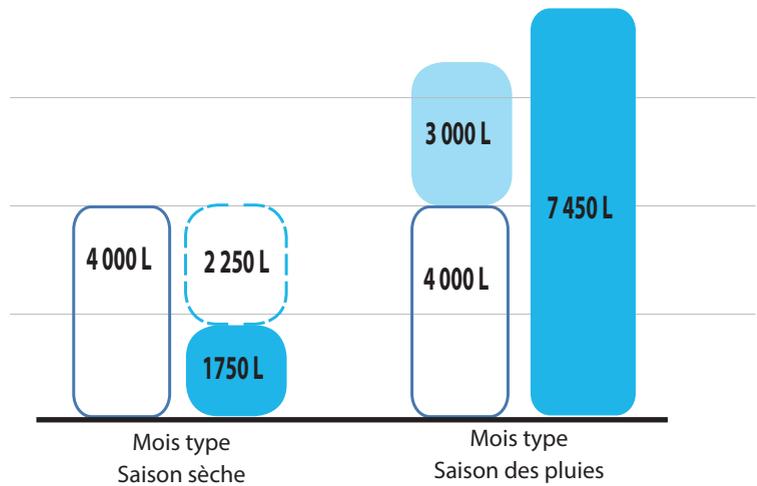
 Besoins en eau par mois

#### RESSOURCES

 Eau récupérée des précipitations

 Quantité d'eau qui manque pour atteindre les besoins

 Surplus d'eau récupéré en saison des pluies qui pourrait être stocké



### Bilan total annuel Eau

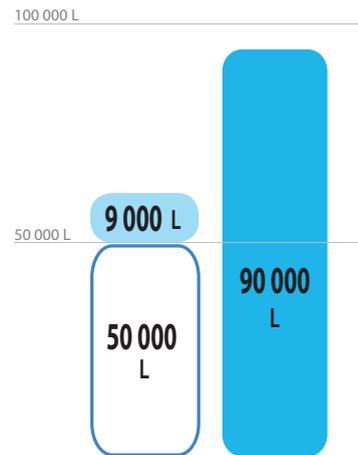
#### BESOINS

 Besoins en eau

#### RESSOURCES

 Eau récupérée des précipitations

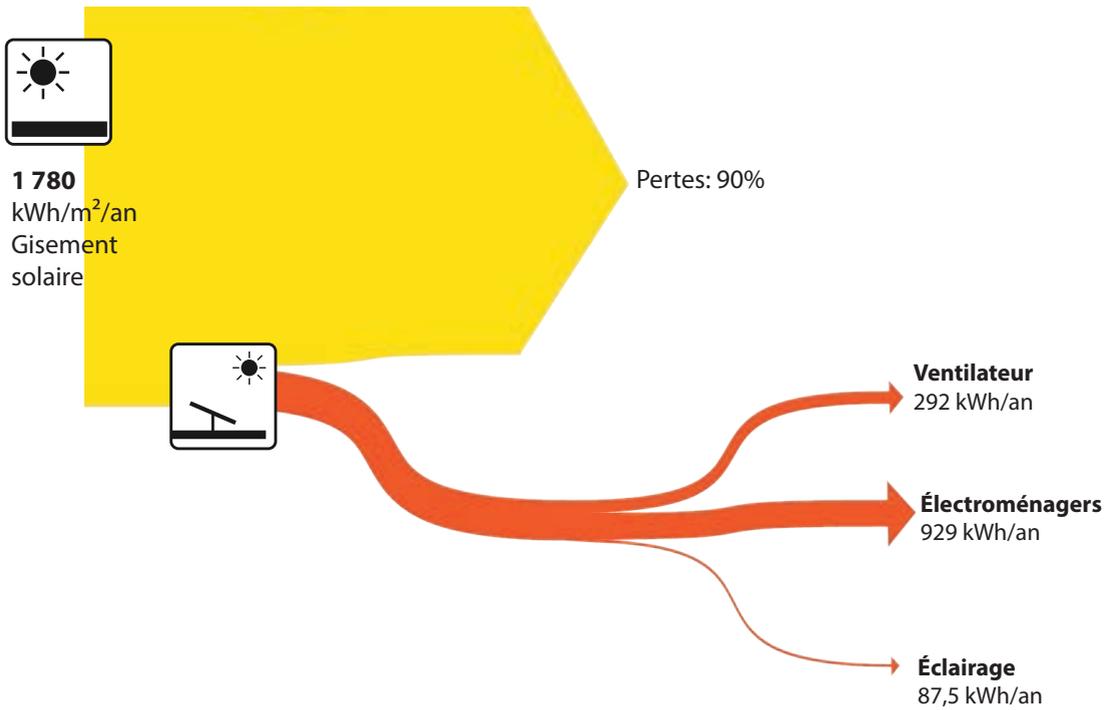
 Surplus d'eau stockée dans l'année



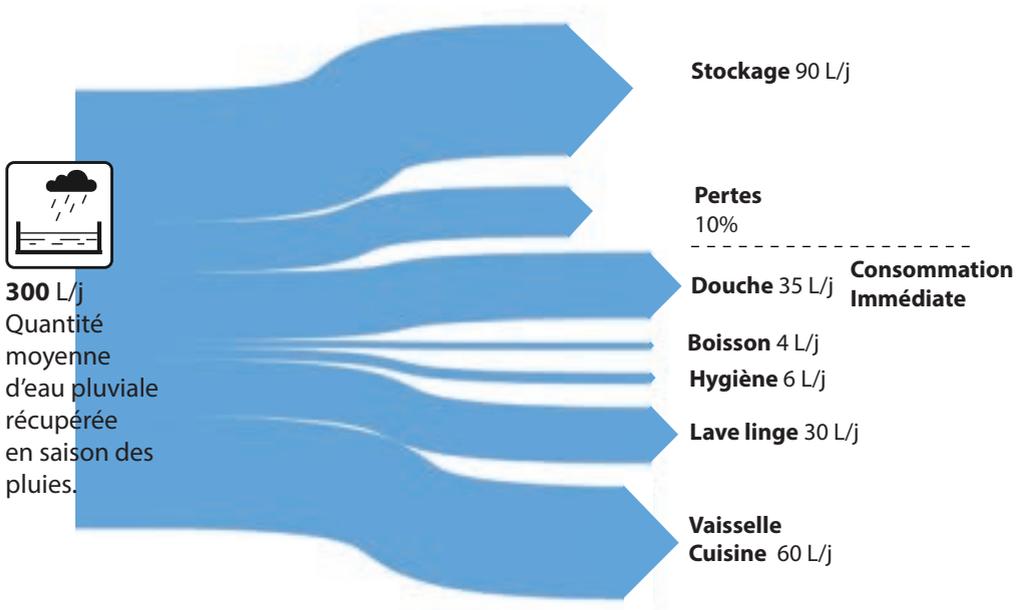
# Diagramme de Sankey

## Electricité

---

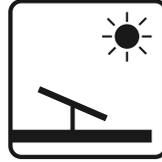


## Récupération des eaux de pluies

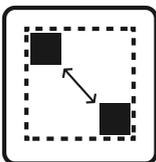
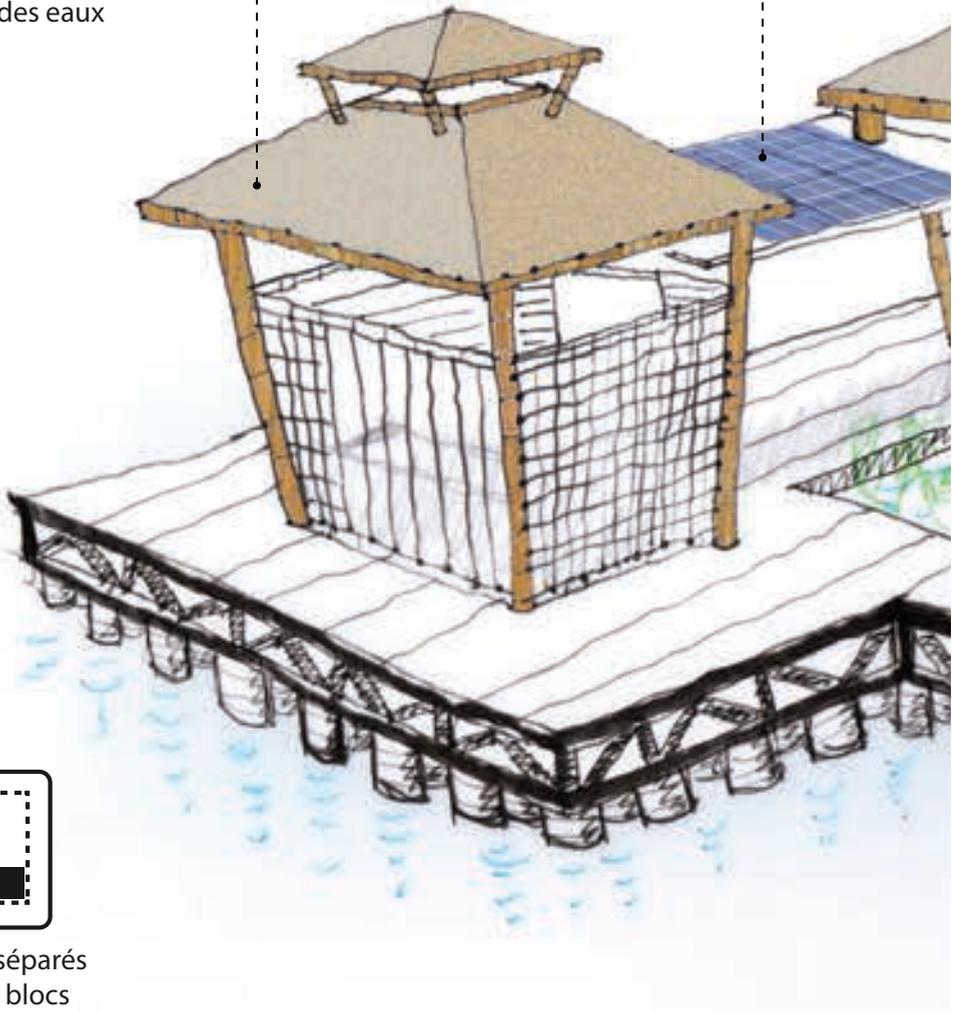




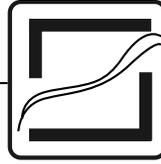
Collecte des eaux  
pluviales



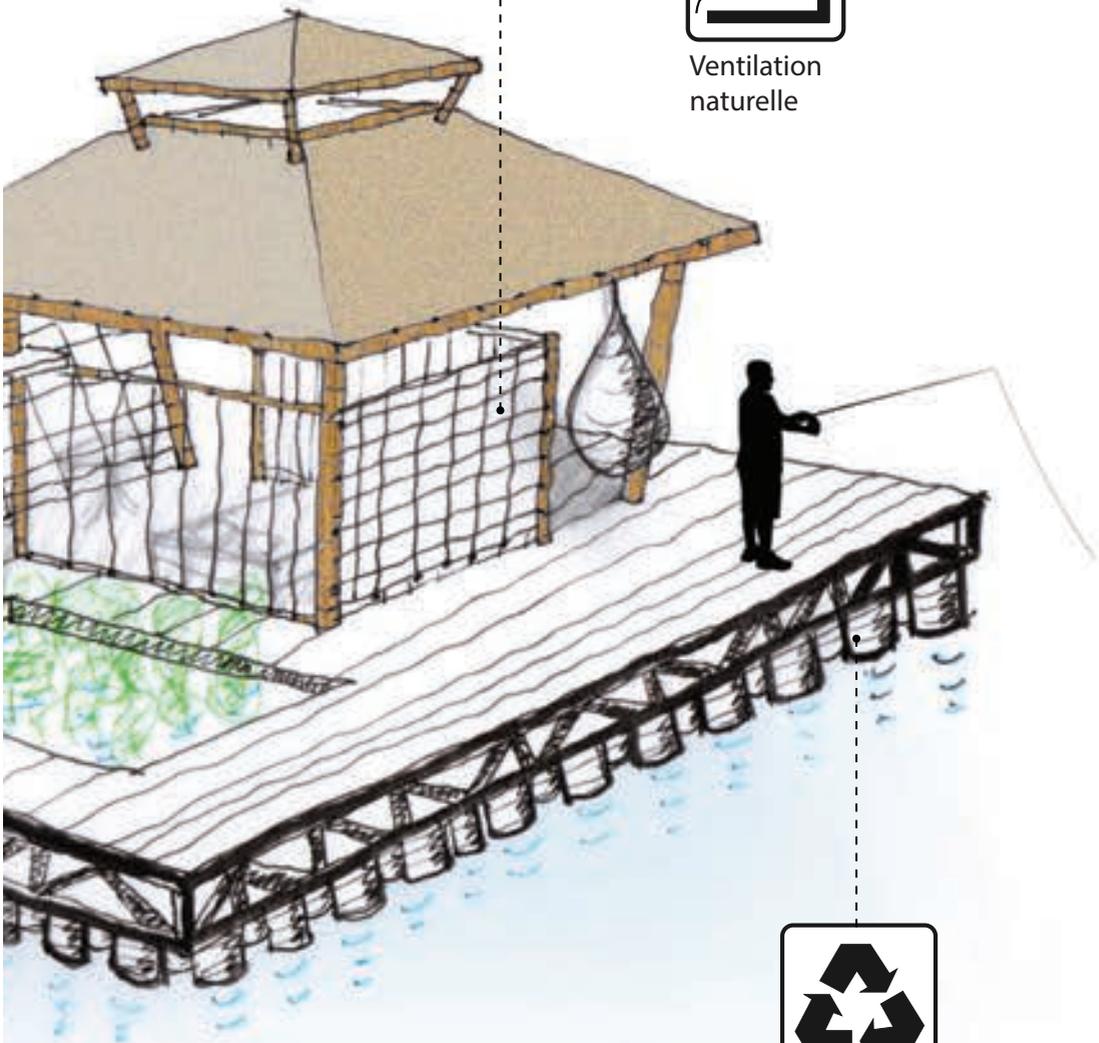
Panneaux  
Photovoltaïques



Usages séparés  
en deux blocs



Ventilation naturelle



Réemploi des matériaux



Luang-Prabang, vue panoramique depuis le ciel  
Source : [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org)

# LUANG-PRABANG

Laos



Latitude : 20° 15' S  
Longitude : 102° 4' 0  
Altitude : Entre 1500 m

**Pauline Grolleron**





## **LE SITE**

Histoire / Culture

Données et analyses climatiques

## **LE PROJET**

Implantation

Stratégie bioclimatique

Intentions

Structure et matériaux

Spatialité et usages

## **L'ÉNERGIE & L'EAU**

Besoins

Productions

## **SYNTHÈSE**



1



2



3

1. Centre ville de Luang-Prabang :

[www.thegoldenscope.com](http://www.thegoldenscope.com)

2. Rizières de Luang-Prabang :

[www.facteursdumekong.fr](http://www.facteursdumekong.fr)

3. Forêt tropicale

[www.terdav.com](http://www.terdav.com)

A. [www.luangprabang-laos.com](http://www.luangprabang-laos.com)

B. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Luang\\_Prabang](https://fr.wikipedia.org/wiki/Luang_Prabang)



## LE SITE

Histoire / Culture

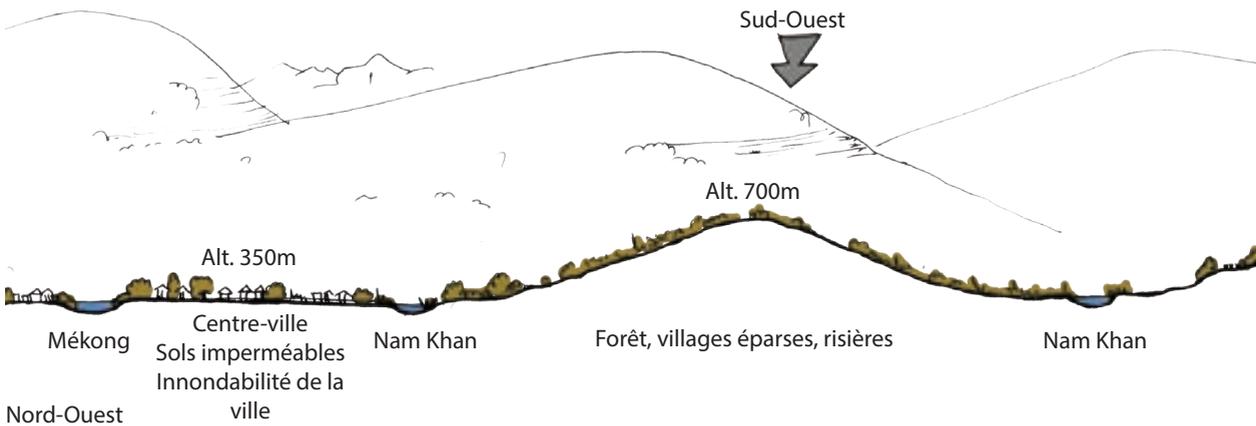
# LUANG-PRABANG

Luang-Prabang est une ville au nord du Laos, située entre la vallée du Mékong et celle du Nam-Khan. C'est la capitale de la province. Elle fut aussi pour le Laos la capitale du Lan Xang (Royaume du million d'éléphants), du XIVe au XXe siècle<sup>A</sup>.

La ville a été classée au patrimoine mondial de l'Unesco dans les années 1990<sup>B</sup>, notamment pour ses nombreux temples mais aussi pour ses sites naturels remarquables. Cela fait de la ville laosienne un site très prisé par les touristes.

La ville est installée en fond de vallée, sur des sols très inondables. Elle est entourée de montagnes, ce qui lui offre un climat légèrement plus frais que dans les régions voisines. De plus, sa difficulté d'accès a permis une grande préservation des architectures, paysages et modes de vie traditionnels.

Les montagnes du Luang-Prabang sont remarquables pour leurs nombreux petits villages traditionnels, pour leurs rizières et pour leurs forêts tropicales monumentales. De nombreux chemins de randonnée existent, menant notamment aux chutes de Kouangxi.



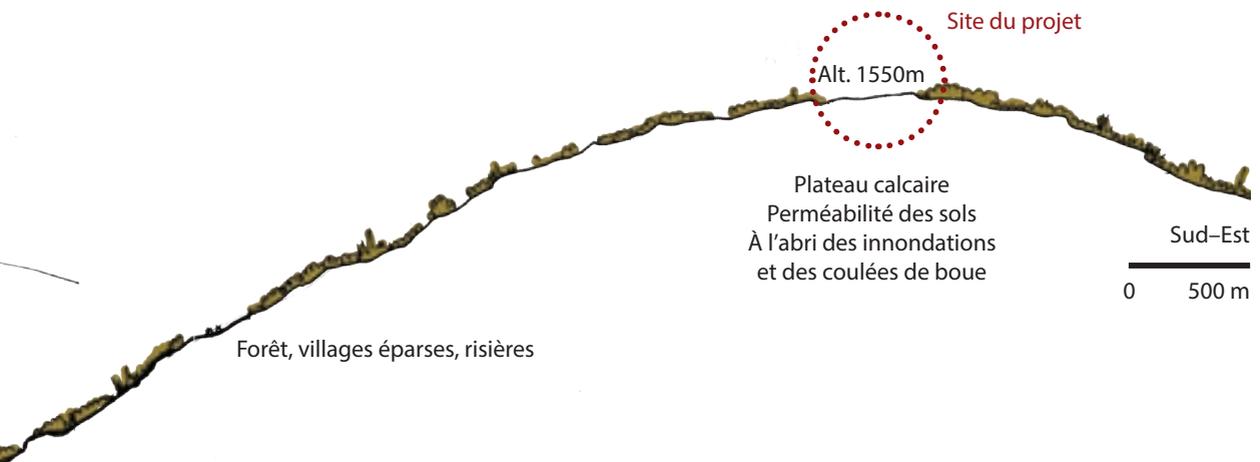
## LE SITE

Histoire / Culture

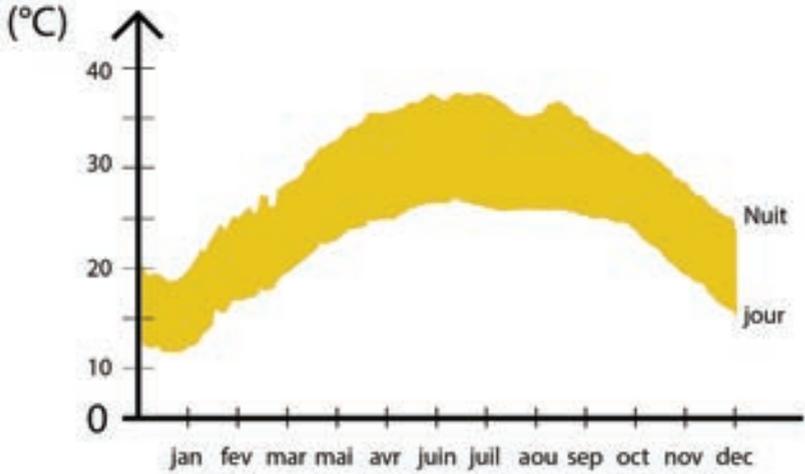


Le centre ville de Luang-Prabang sert de port fluvial de marchandises, mais est aussi le lieu de loisirs et de regroupements pour les touristes. Le centre-ville en fond de vallée est aussi sujet aux aléas climatiques, avec d'importants risques d'inondation durant les moussons.

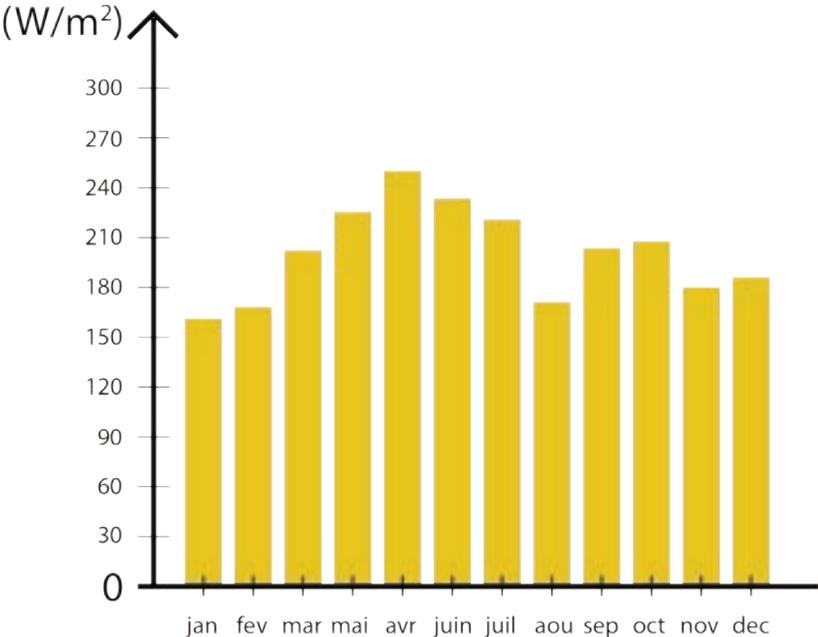
De nombreux villages traditionnels alentours sont implantés sur des plateaux calcaires, épargnés des risques de coulées de boue et d'inondation. Les maisons sont souvent faites de matériaux locaux (bois, feuilles de palmier, bambous). Les maisons ont de faibles ouvertures pour se protéger de la chaleur, et ces dernières sont disposées de sorte à maximiser la ventilation naturelle.



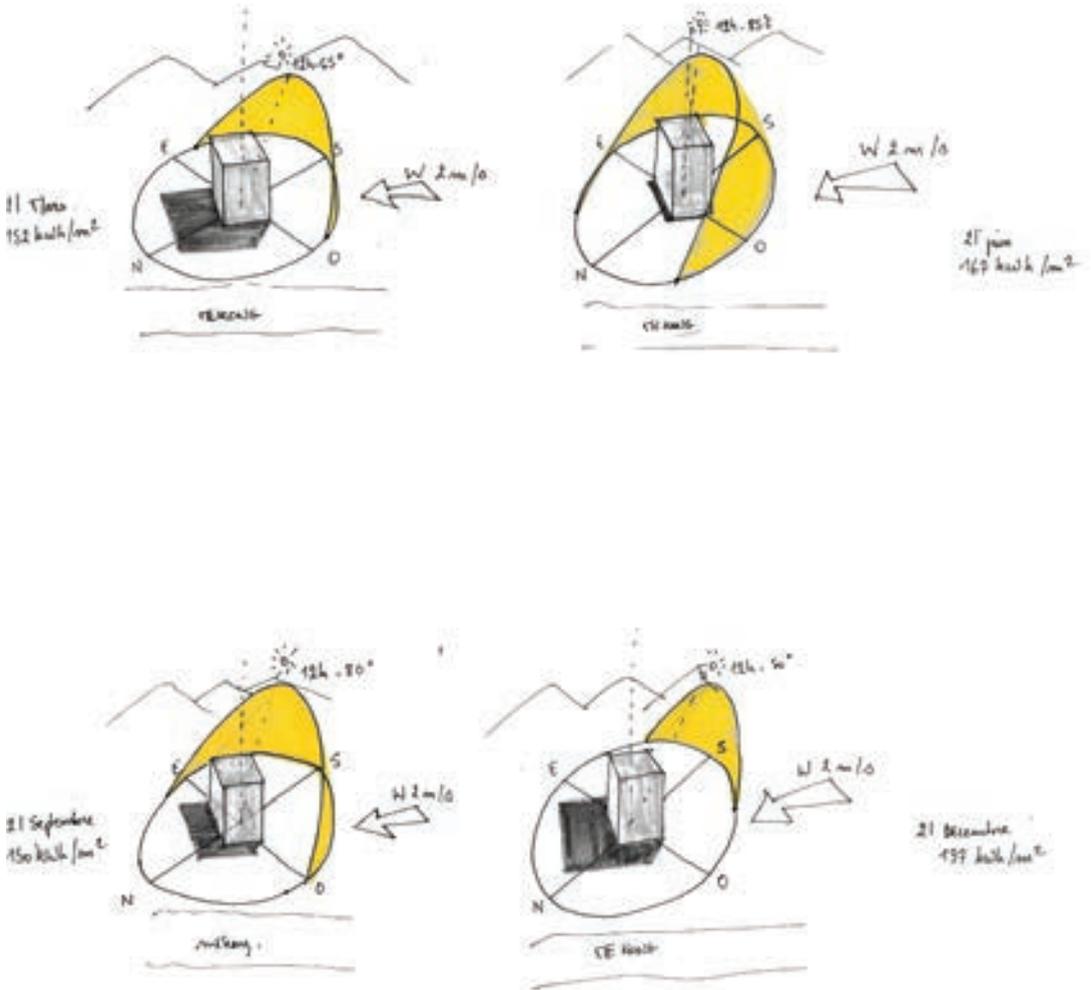
# BESOIN DE RAFFRAICHIR LA MAJORITÉ DE L'ANNÉE



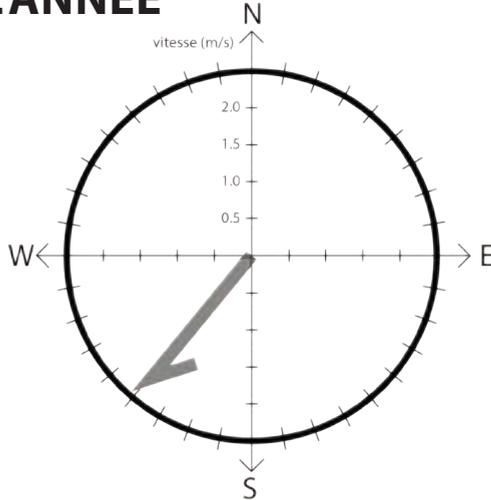
# UN FORT POTENTIEL SOLAIRE



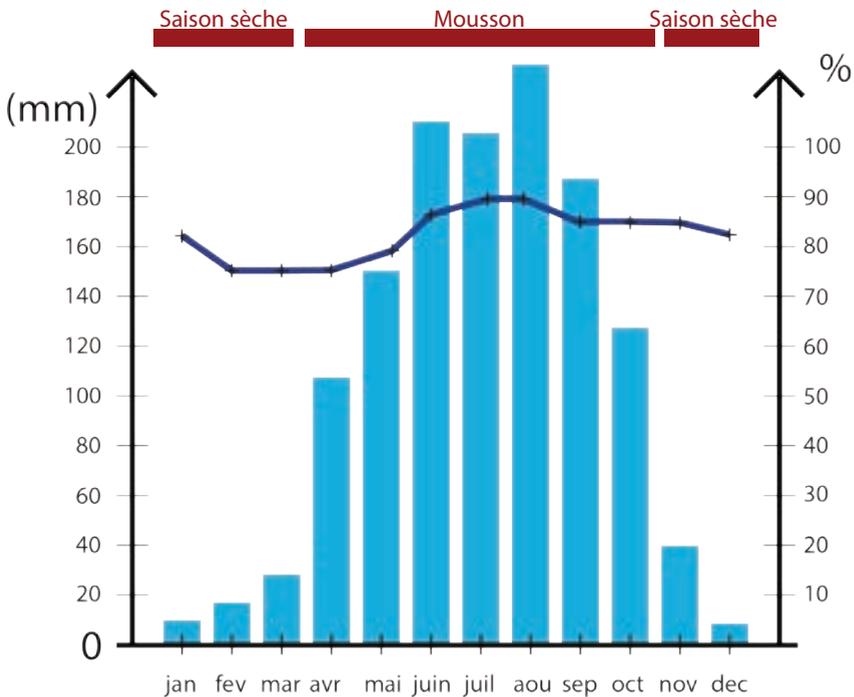
# UN CLIMAT TROPICAL, UN RAYONNEMENT SOLAIRE IMPORTANT TOUTE L'ANNÉE



# DES VENTS DOMINANTS SUD-OUEST À 2 M/S TOUTE L'ANNÉE



# UN TOTAL DE 1500 MM DE PLUIE PAR AN



# LA MOUSSON PENDANT LA MOITIÉ DE L'ANNÉE

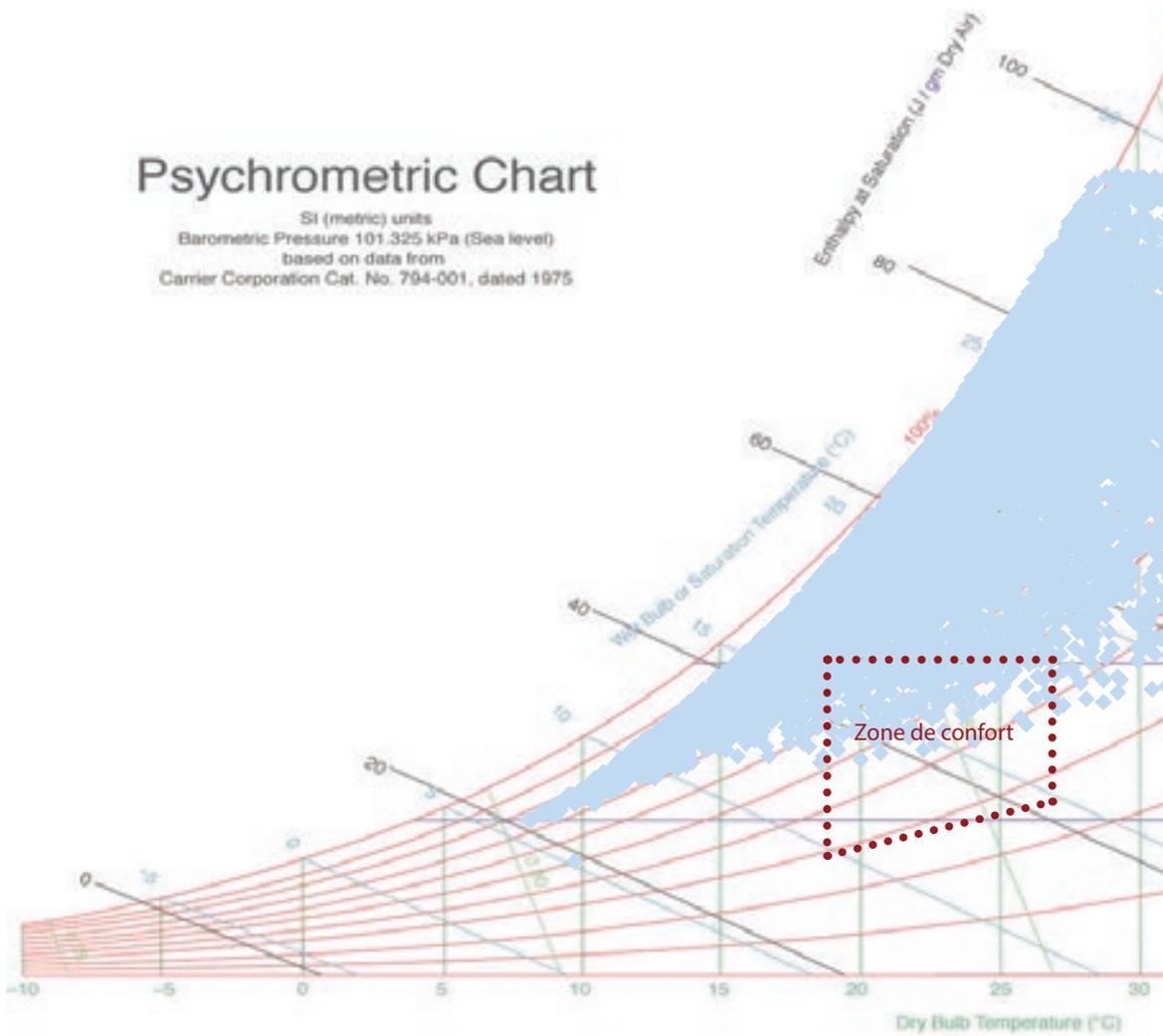
1. Saison des pluies dans le centre de Luang-Prabang :



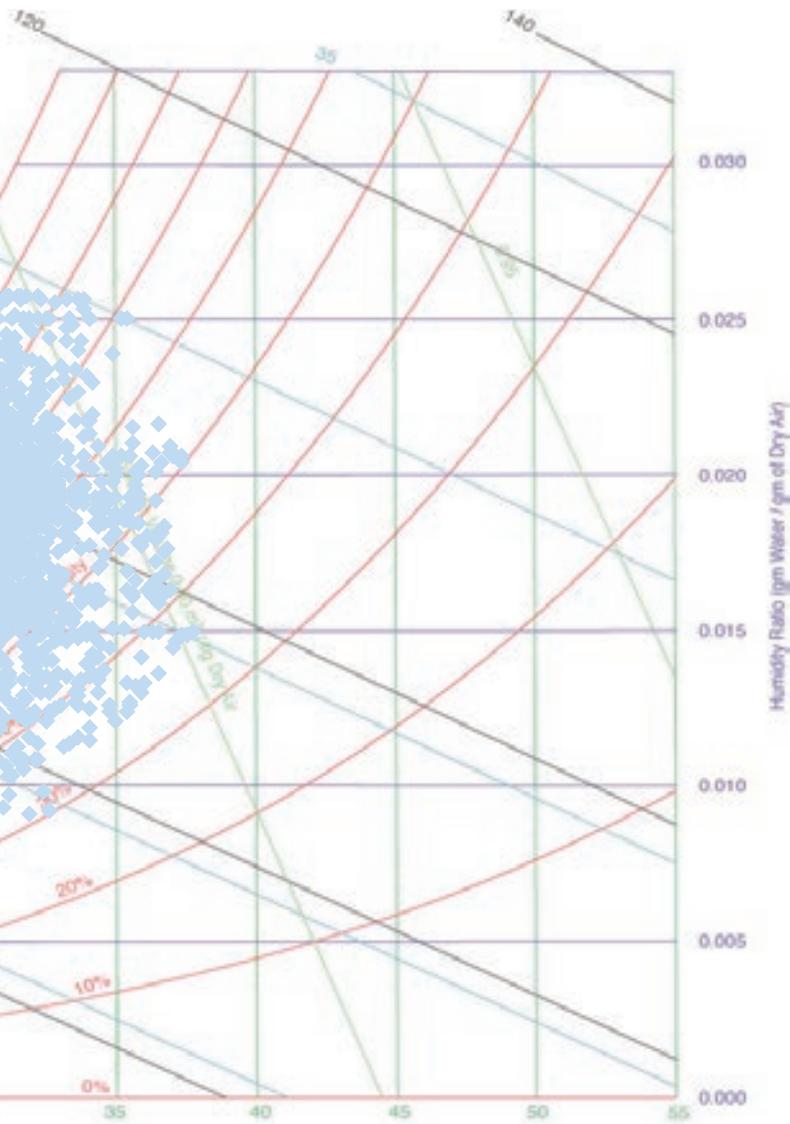
1

# Psychrometric Chart

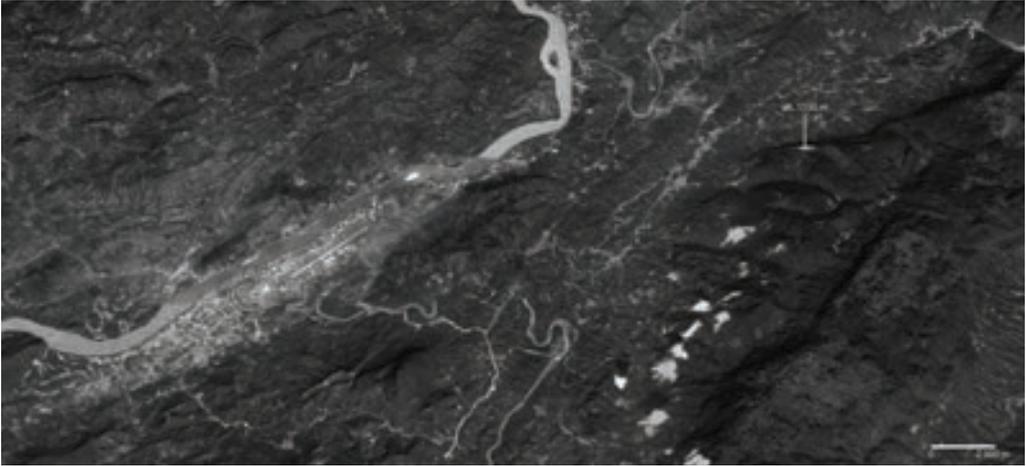
SI (metric) units  
Barometric Pressure 101.325 kPa (Sea level)  
based on data from  
Carrier Corporation Cat. No. 794-001, dated 1975.



# LA NÉCESSITÉ DE VENTILER LA MAJORITÉ DE L'ANNÉE

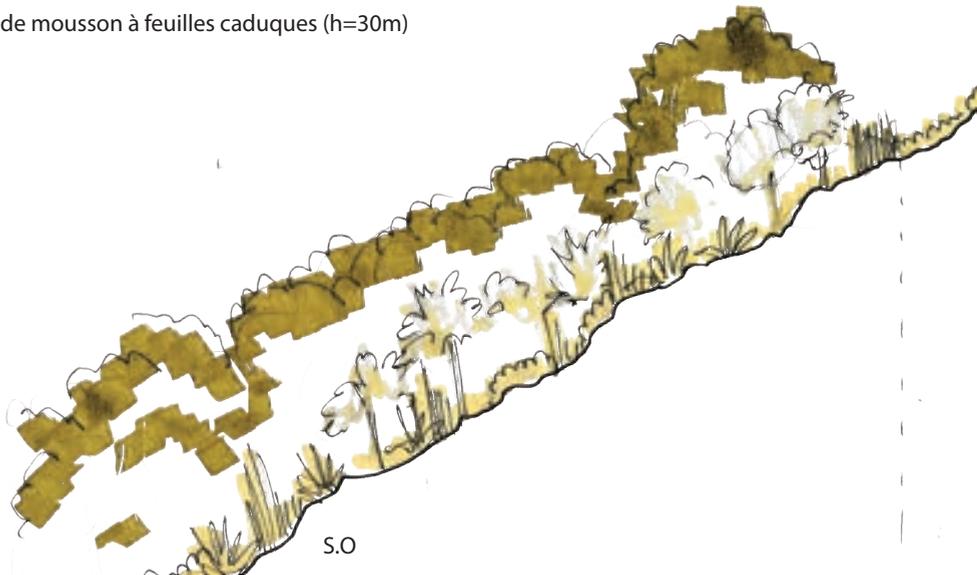


1



Les différents étages de la forêt tropicale de Luang-Prabang

- Étage 1 : Fougères, mousses, bambous
- Étage 2 : Teck, bois de rose, bois durs, arbres fruitiers (cocotier, bananiers, manguiers, muriers, palmiers)
- Étage 3 : Forêt de mousson à feuilles caduques (h=30m)



## UN REFUGE POUR RANDONNEUR, IMPLANTATION SUR UN PLATEAU CALCAIRE

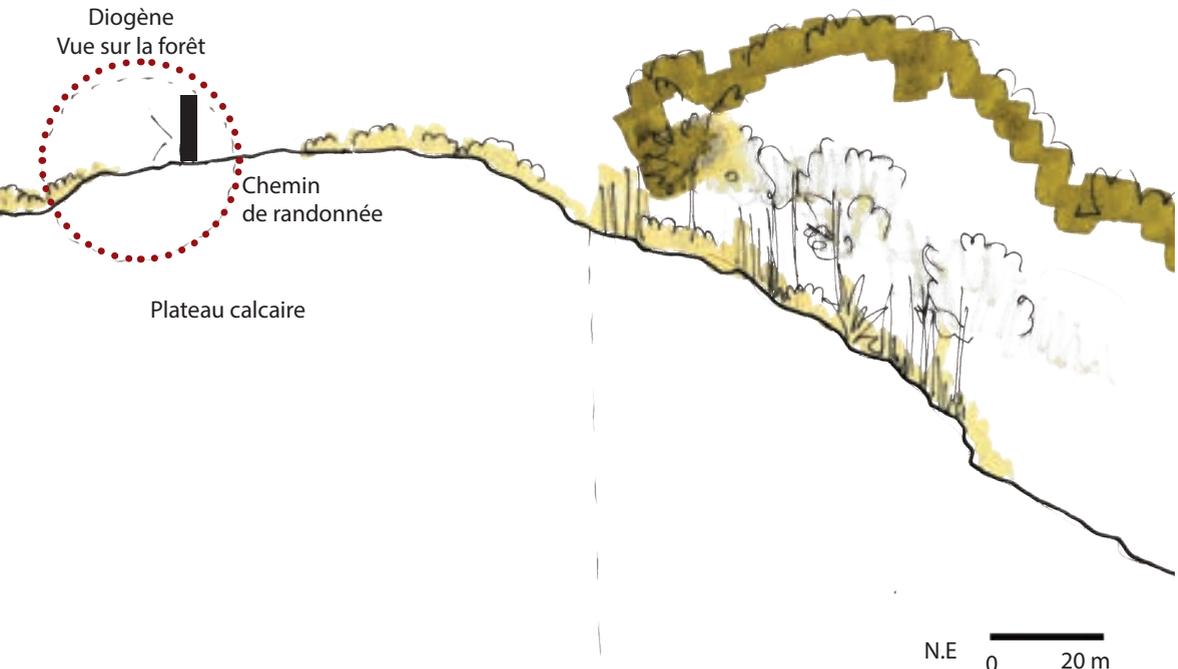


2

Le projet s'implante au sommet d'un mont proche de la ville. Il se trouve hors d'eau et de coulées de boues, sur un plateau calcaire. Il profite de la fraîcheur des arbres tropicaux et des vues sur la forêt. Il s'insère le long d'un chemin de randonnée, qui passe par de nombreux villages traditionnels et qui croise des chemins menant aux chutes de Kouangxi.

1. Google maps

2. Chutes de Kouangxi : [www.lovetrotters.net](http://www.lovetrotters.net)



# UTILISATION DE MATÉRIAUX LOCAUX

## BAMBOU

- Peut être utilisé en structure et en parement
- Jusqu'à h=40m



## MÛRIERS

- Production de vers à Soie
- Ateliers de textiles à Luang Prabang

## TECK / BOIS DURS

- Bois noble, nécessité de beaucoup de traitements avant MEO



## COTON

- Ateliers de textiles à Luang Prabang

## FEUILLES DE PALMIER

- Couverture par recouvrement
- Biodégradable
- Contrainte de pente minimum



## CHANVRE

- Ateliers de textiles à Luang Prabang

## FIBRES DE COCO



## HELVEA

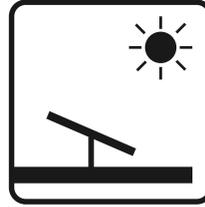
- Transformations multiples : coutchouc naturel, imperméabilisation de textiles
- Biodégradable

## VALORISER LES CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES ET PAYSAGÈRES



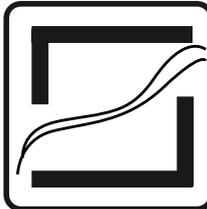
### PAYSAGE

- S'implanter dans les hauteurs de Luang Prabang pour profiter de la vue.
- Un refuge dans les montagnes pour les randonneurs des rizières.



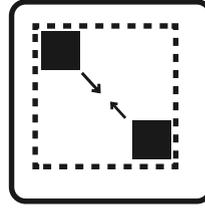
### PHOTOVOLTAÏQUE

- Le fort ensoleillement (entre 4 et 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/jour) relativement constant tout au long de l'année permet de capter l'énergie solaire en toiture avec une inclinaison des panneaux de l'ordre de 20°, latitude locale.



### VENTILATION NATURELLE

- Implantation Nord-Est / Sud-Ouest, face aux vents dominants.
- Organisation des espaces en fonction des lieux de vie qui ont besoin d'être ventilés toute l'année (pièces jours) et de ceux qui ont parfois besoin d'apports de chaleur (pièces de nuit, pendant trois mois la nuit).



### ANTI-COMPACITÉ

- Organiser les pièces de vie autour du cheminement de l'air afin de maximiser le profit des mouvements de l'air.



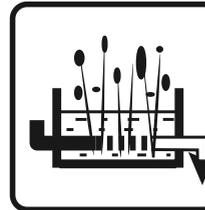
### BIOMASSE

- Utilisation des rémanents de la forêt tropicale pour : cuisiner, chauffer l'eau de pluie, et fabriquer de l'électricité à l'aide d'un moteur stirling.



### RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES

- Fortes précipitations pendant la mousson : 6 mois de l'année.
- Stockage des eaux pluviales dans un bassin pour les 6 autres mois.
- Rafraîchissement de l'air grâce au bassin sous le diogène.



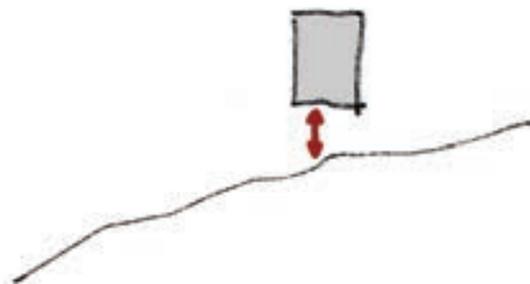
### PHYTO-ÉPURATION

- Traitement des eaux usées par les plantes avant de les rejeter dans la forêt.

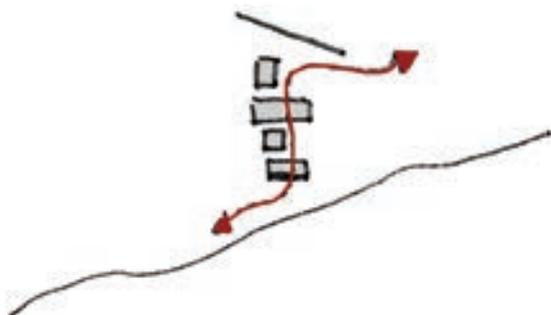


Référence : <http://www.weheartit.com>

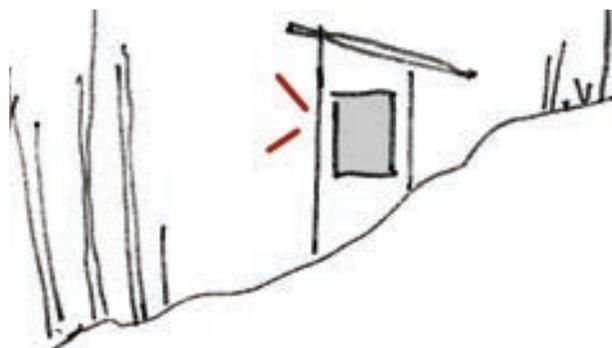
## PERCHÉ DANS DES BOÎTES VENTILÉES



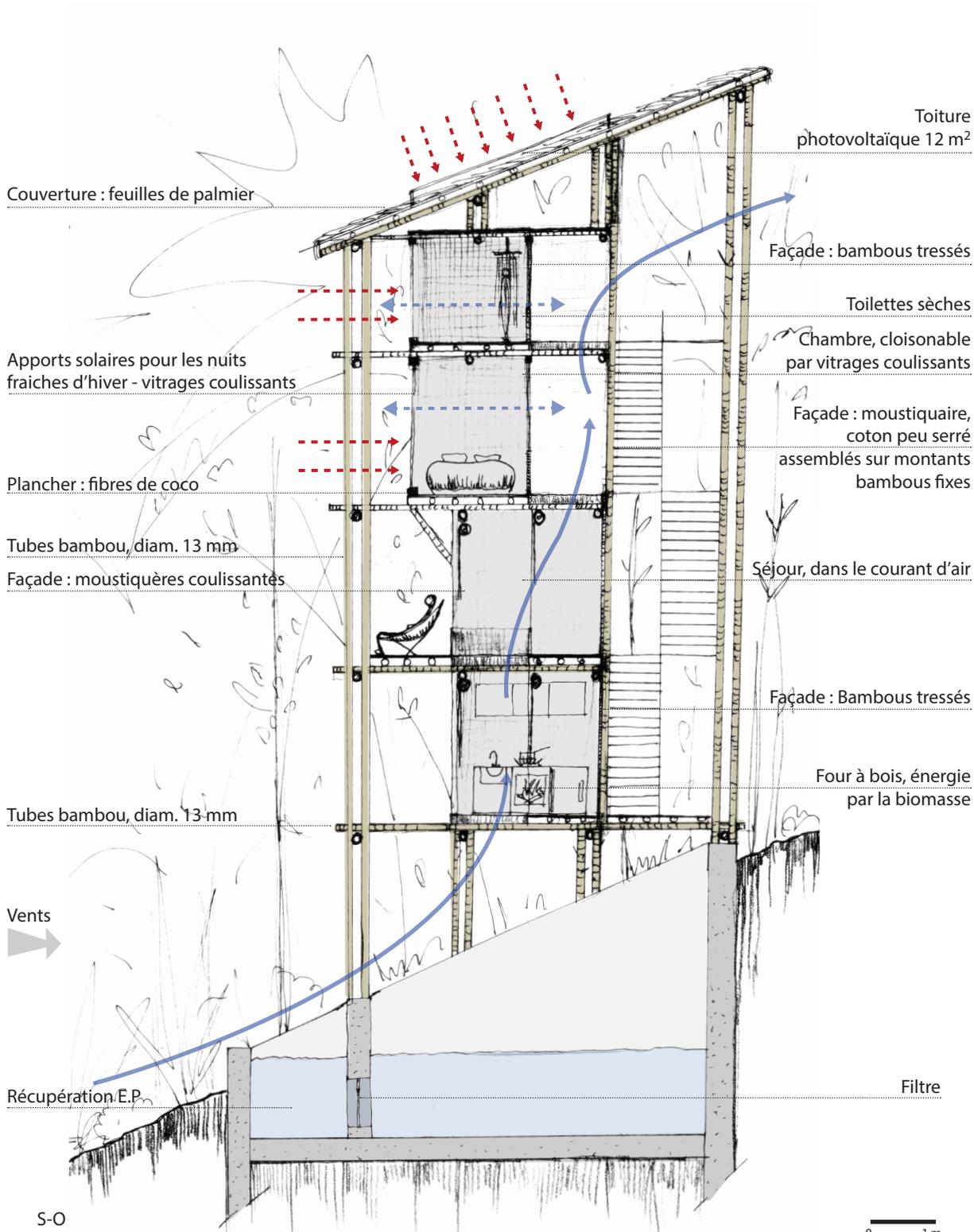
Implantation hors d'eau sur un sol perméable.



Organisation spatiale autour du flux d'air. Besoin de rafraîchir et de ventiler toute l'année. Besoin de capter apports solaires et de garder apports internes la nuit, une partie de l'année. Organisation programmatique en fonction de ces paramètres.

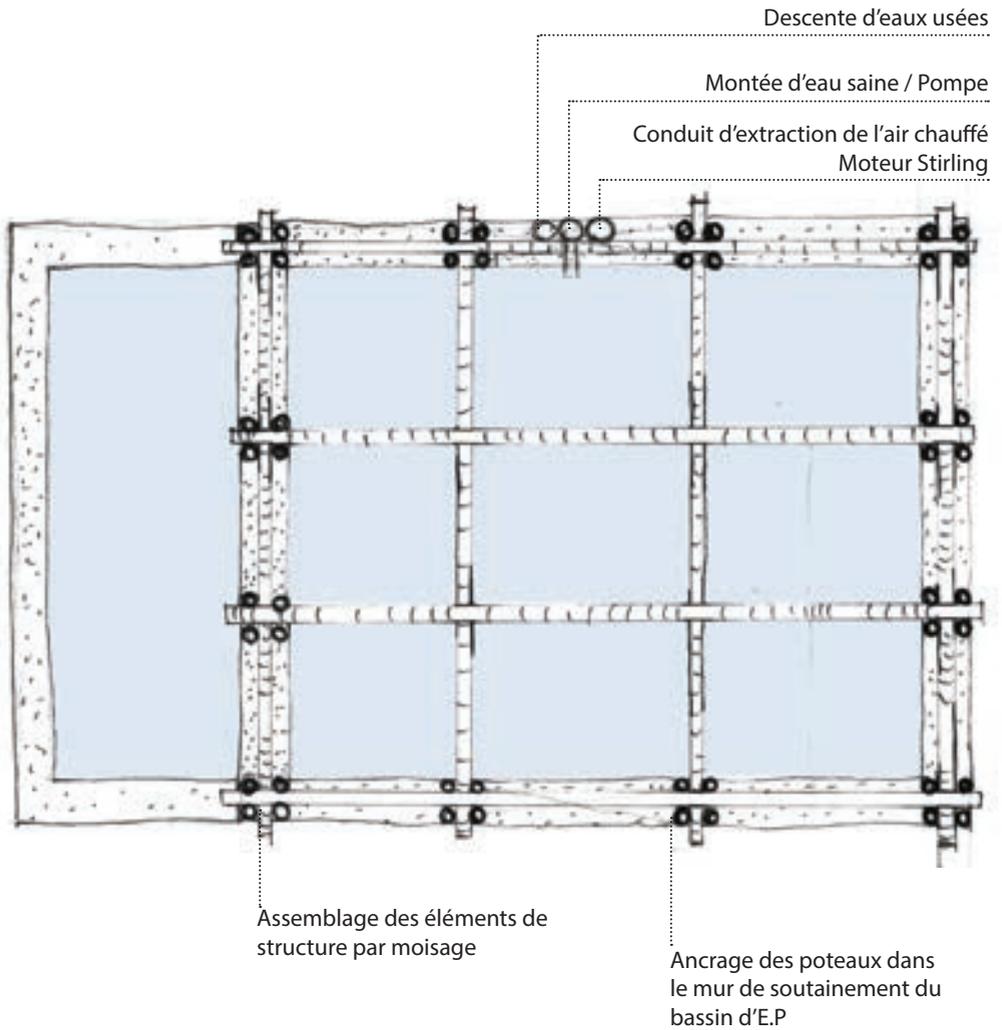


Vivre dans les arbres.



## RÉPARTITION DES BOÎTES EN FONCTION DES BESOINS THERMIQUES

### Principe structurel





R+3, Salle d'eau

RDC, Cuisine, entrée

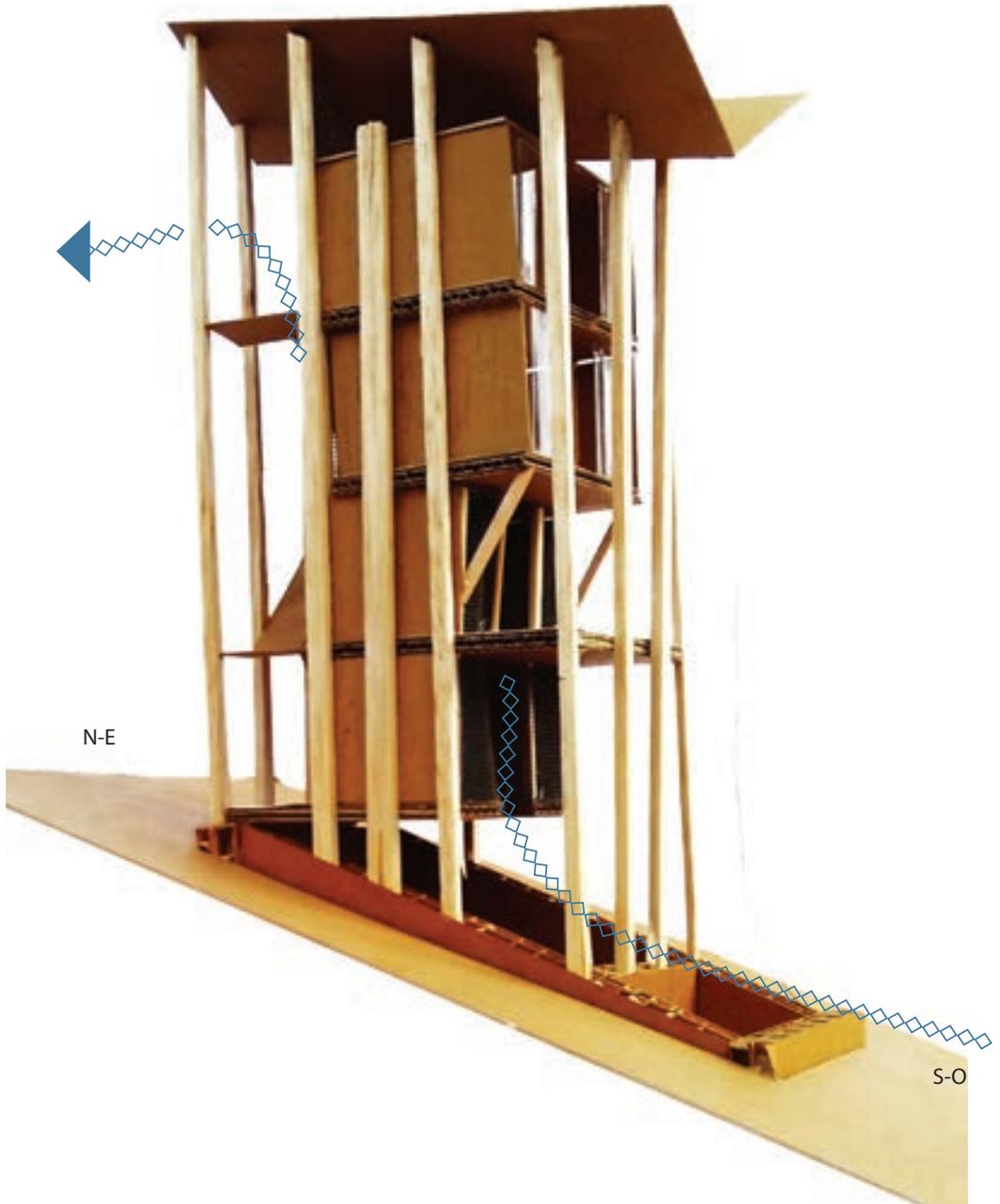
Ancrage au sol

S-O

S-E

Détail dessiné Echelle 1:1

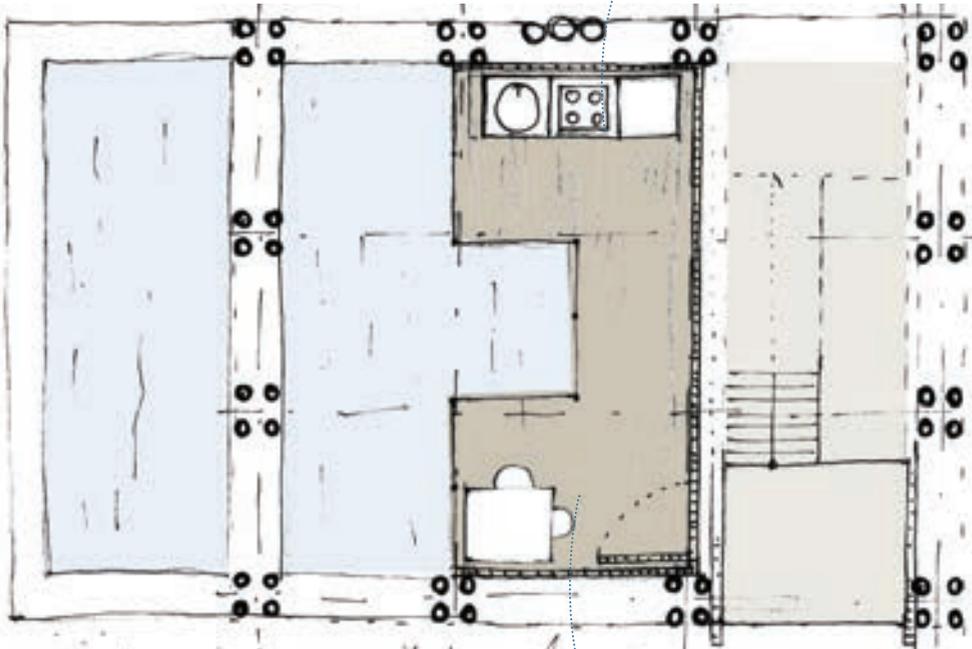
## ORIENTATION DU PROJET FACE AUX VENTS DOMINANTS ET À LA VUE



RDC

Cuisiner au bord de l'eau

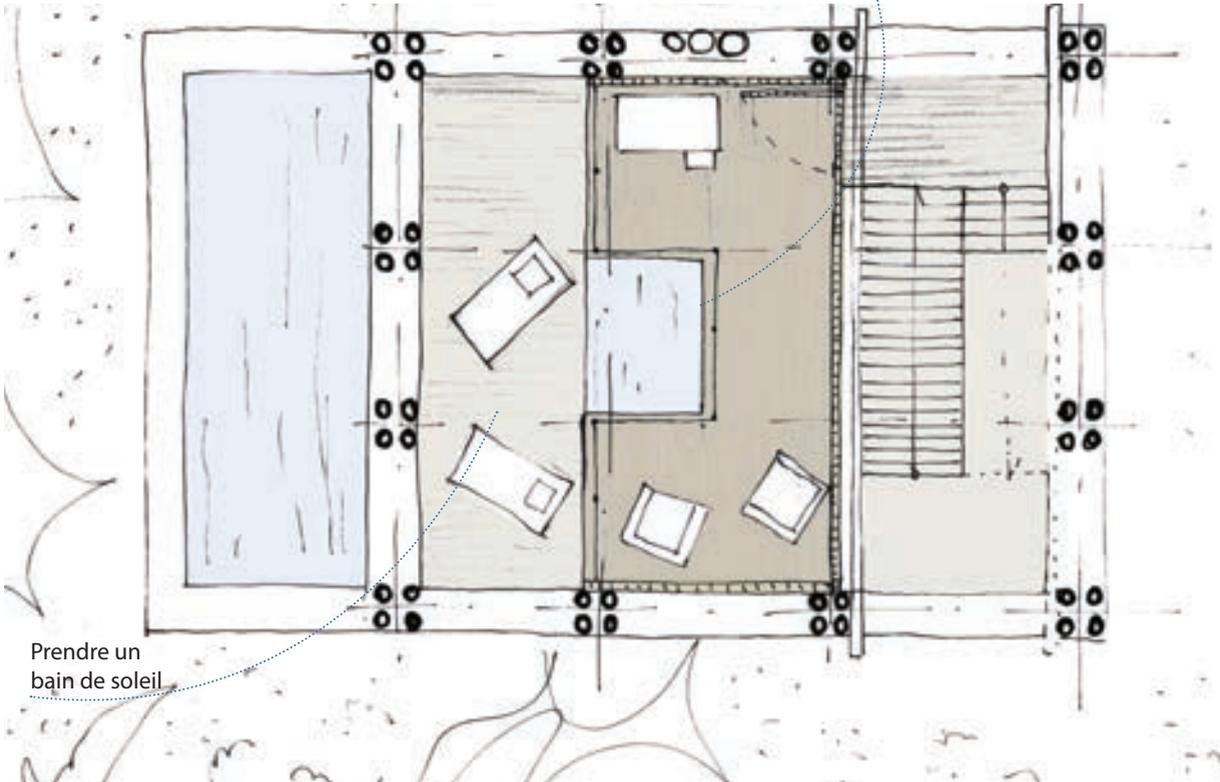
Se restaurer au frais



## RDC & R+1, LES PIÈCES FRAICHES, DANS LE COURANT D'AIR

R+1

Profiter de la vue  
et des courants d'air



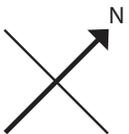
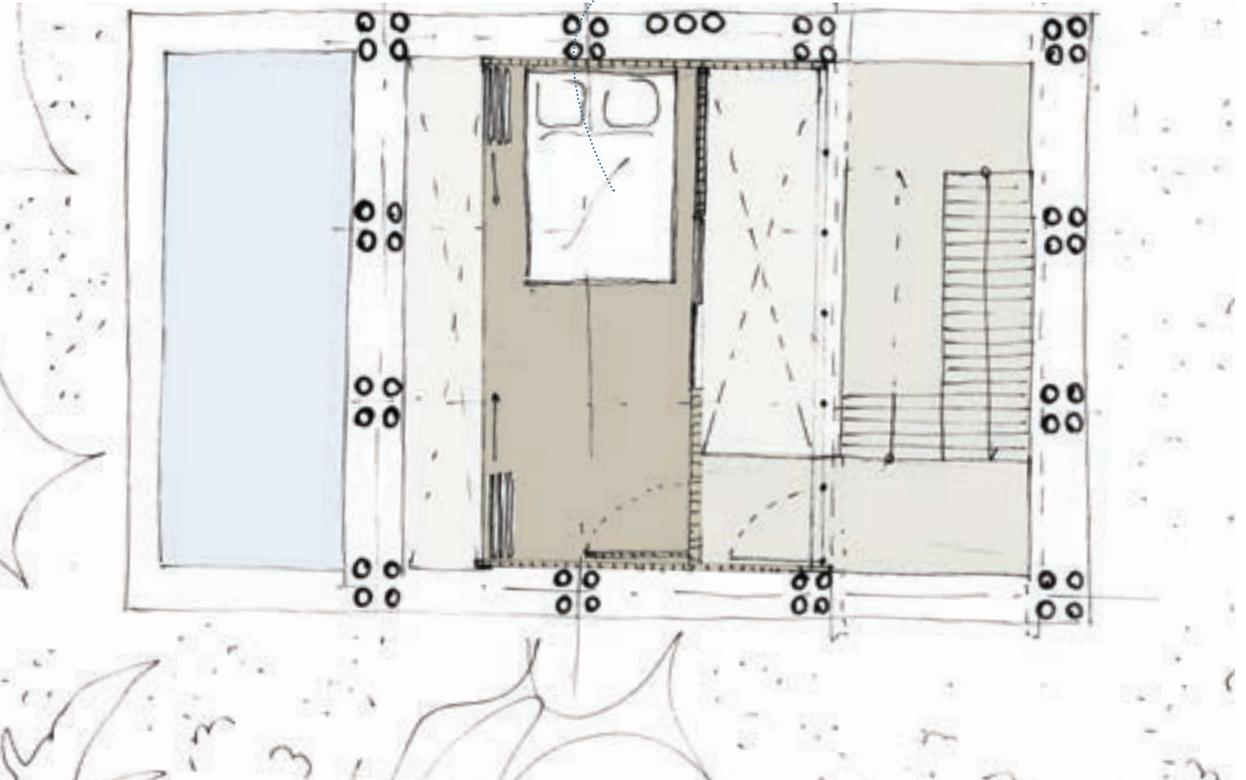
Prendre un  
bain de soleil



0 1 m

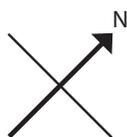
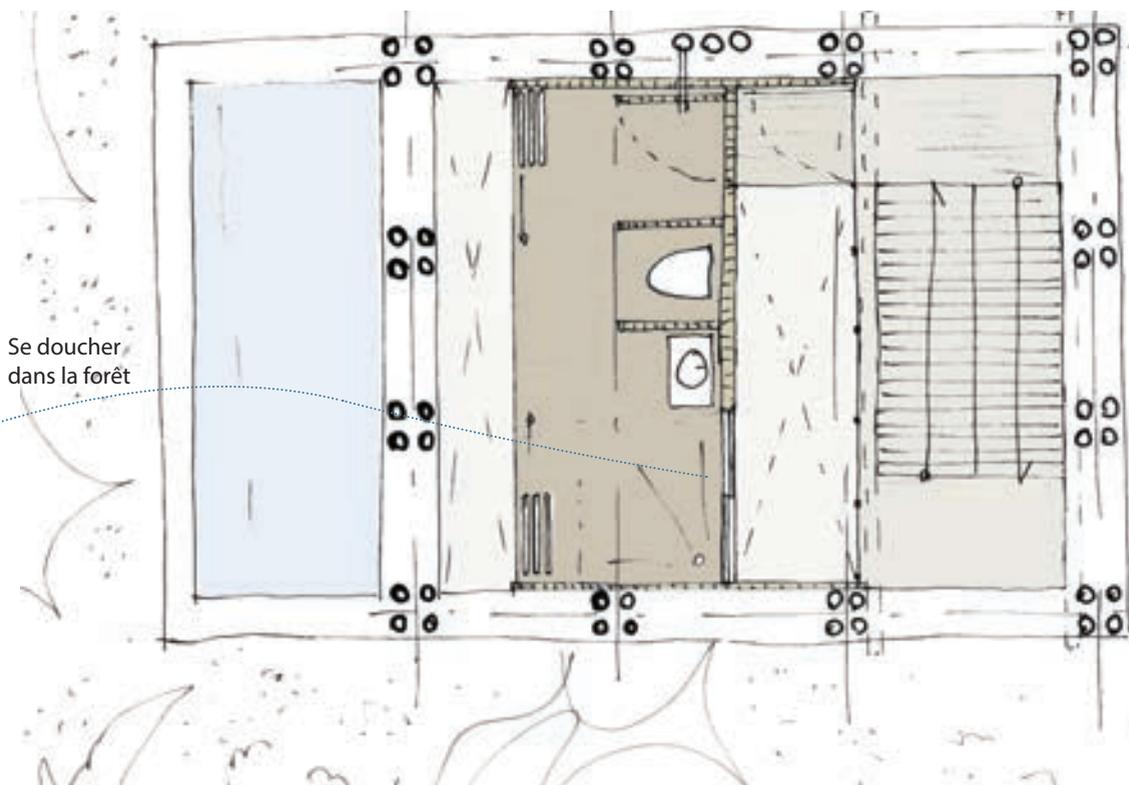
R+2

Dormir au chaud, ou au frais dans les arbres



## R+2 & R+3, CHAUD OU FRAIS, À L'USAGER DE CHOISIR

R+3



# PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE, SUR UNE JOURNÉE TYPE, MOYENNE DANS L'ANNÉE



P.V  
15.9 W/m<sup>2</sup>  
4 m<sup>2</sup>



1526 Wh/jr



Biomasse  
500 g de rémanents  
par jour pour répondre  
aux besoins de chauffage de  
l'eau et de cuisine avec des  
rémanents qui produisent :  
2700Wh/jr/kg



1300 Wh/jr

Moteur stirling  
Rendement 10 %



70 Wh

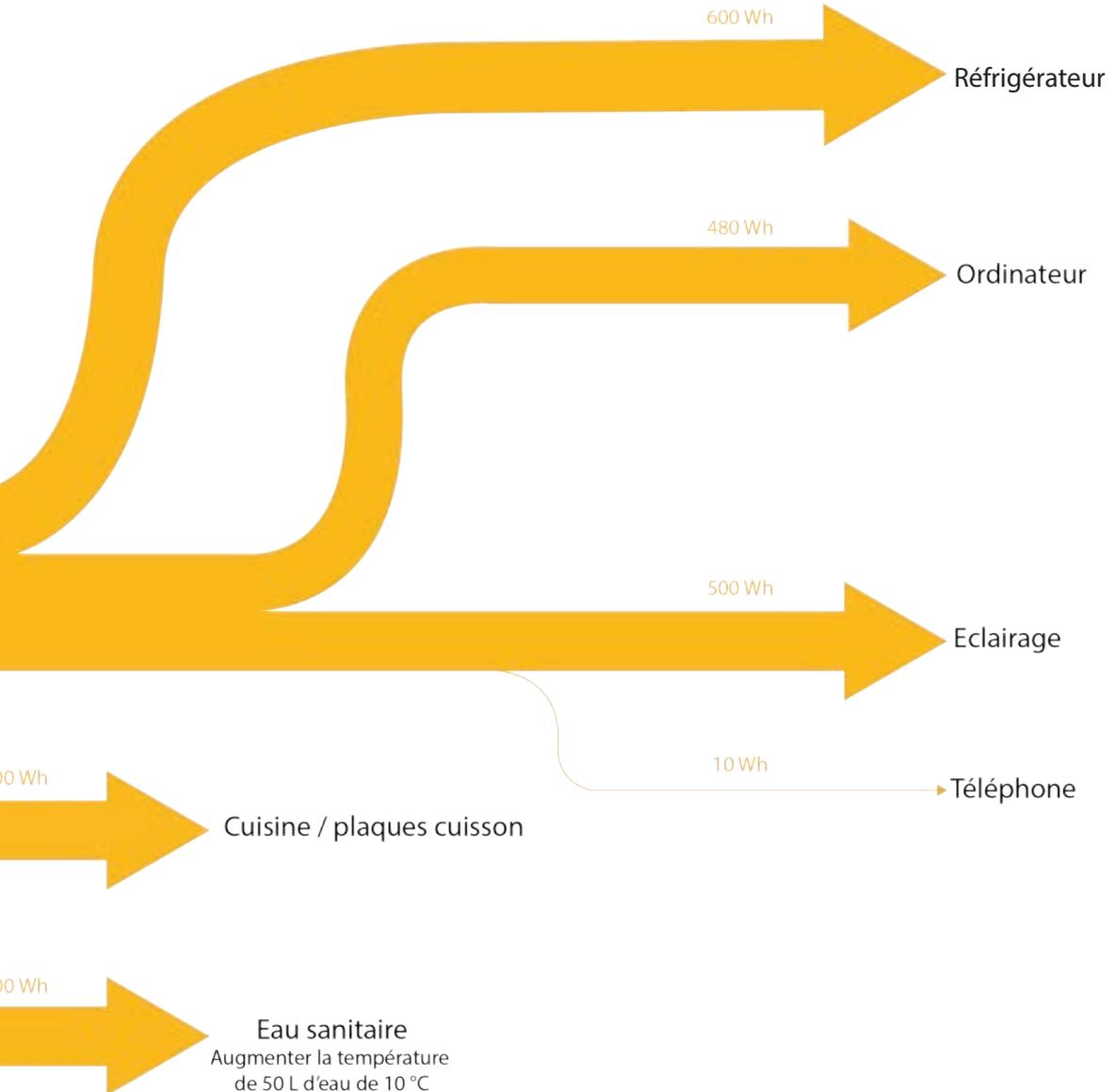
Pertes

30 Wh

50

50

## CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES



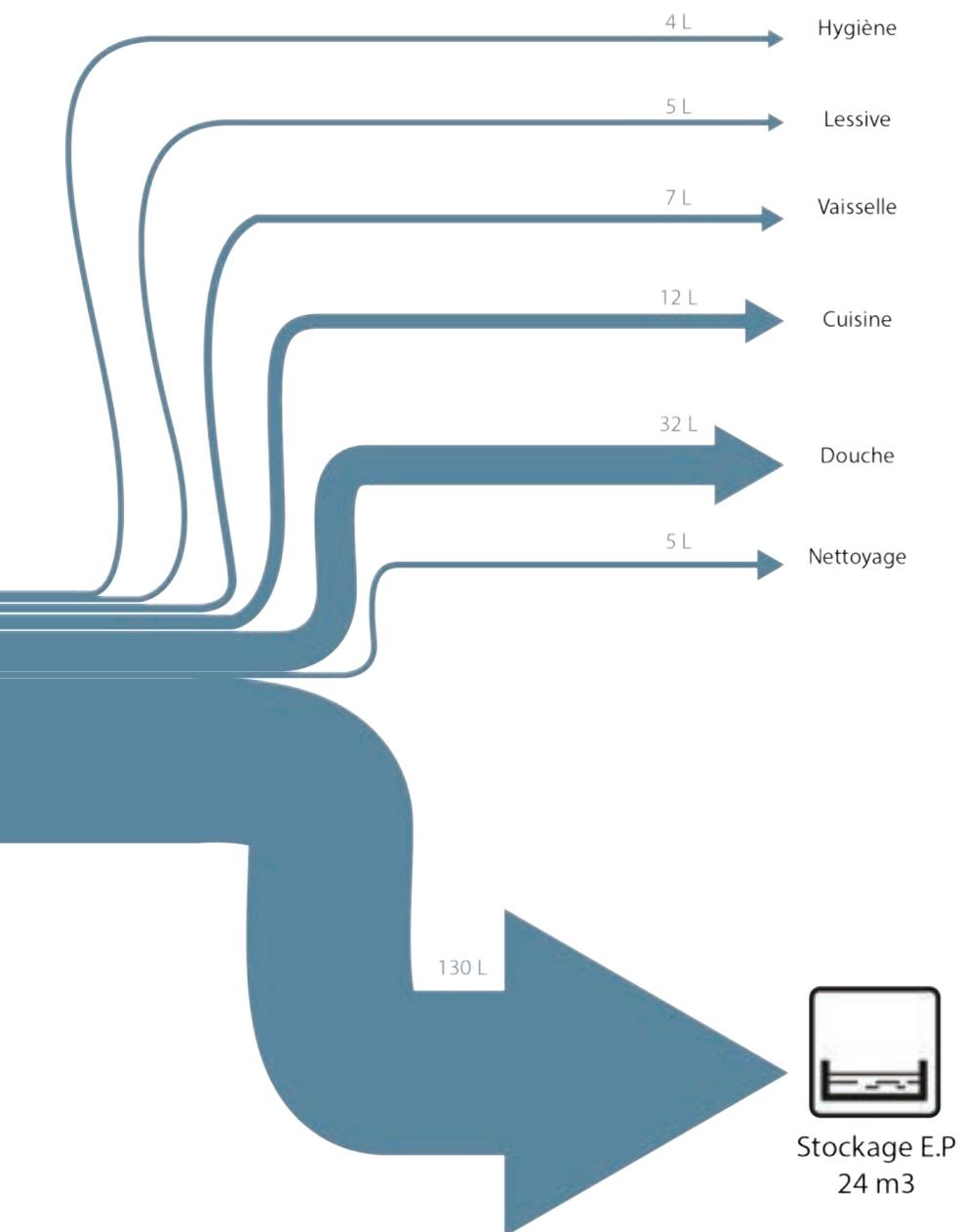
# RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES, SUR UNE JOURNÉE TYPE, MOYENNE EN PÉRIODE DE MOUSSON



Collecte E.P  
6.5 mm / jour

195 L

## CONSOMMATIONS D'EAU



# RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES, SUR UNE JOURNÉE TYPE, MOYENNE EN SAISON SÈCHE



Collecte E.P  
0.7 mm / jour

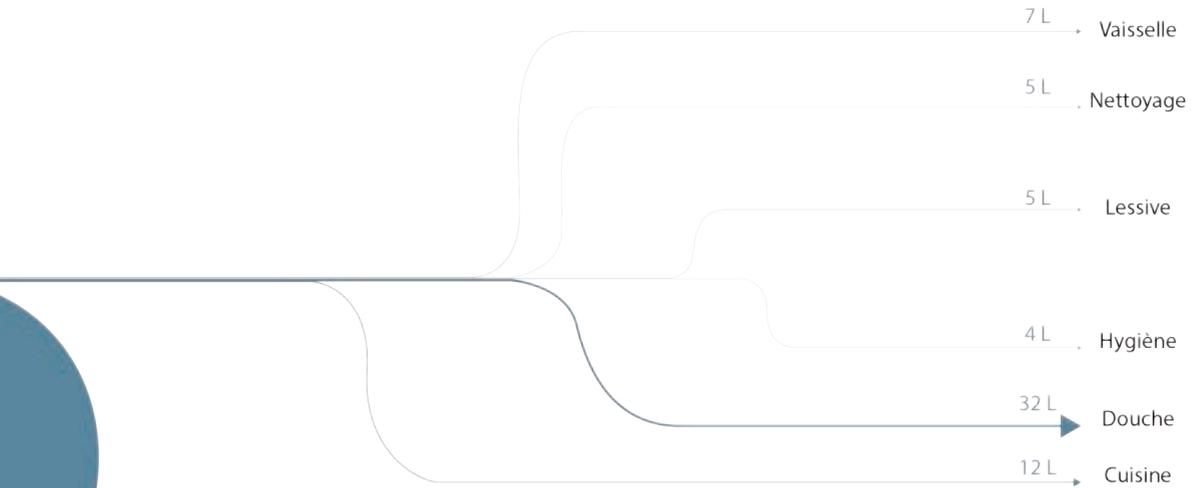
0.2 L



E.P stockées  
pendant la mousson  
24 m<sup>3</sup>

5 000 L

## CONSOMMATIONS D'EAU



4940 L



Stockage E.P  
24 m<sup>3</sup>



# SYNTHÈSE

Un refuge autosuffisant pour randonneur











## **Diogène**

### **Projets par :**

Manon Besançon  
Morgane Besse  
Paul Chevalier  
Charlotte Greset  
Pauline Grolleron  
Lysiane Kaiser  
Manuel Leon  
Jean-Charles Luciani  
Fanny Martin  
Tatiana Rodrigues  
Amaury Vaillant

Ces projets ont été menés de octobre 2015  
à novembre 2015 dans le cadre du DPEA Architecture  
Post-Carbone, encadré par Jean-François Blassel et  
Raphaël Ménard.

La mise en page du présent cahier a été accompagnée  
par Julien Martin.

**Diplôme propre aux écoles d'architecture  
Architecture Post-Carbone, délivré par le ministère  
de la Culture et de la Communication, dirigé à  
l'École nationale supérieure d'architecture de  
la ville & des territoires à Marne-la-Vallée par  
Jean-François Blassel, Raphaël Ménard et Mathieu  
Cabannes, architectes ingénieurs**

Coordination administrative  
Nathalie Guerrois  
tél. +33 (0)1 60 95 84 66  
nathalie.guerrois@marnelavallee.archi.fr

École nationale supérieure d'architecture  
de la ville & des territoires à Marne-la-Vallée  
12 avenue Blaise Pascal, Champs-sur-Marne  
77447 Marne-la-Vallée Cedex 2  
www.marnelavallee.archi.fr