

DIOGÈNE 3.0

Tome 1

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 Noirmoutiers - 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

Unis-États

Fanny Martin

PONDICHÉRY

Inde

Amaury Vaillant

CAPESTERRE

Guadeloupe

Charlotte Greset

CAYENNE

Guyane

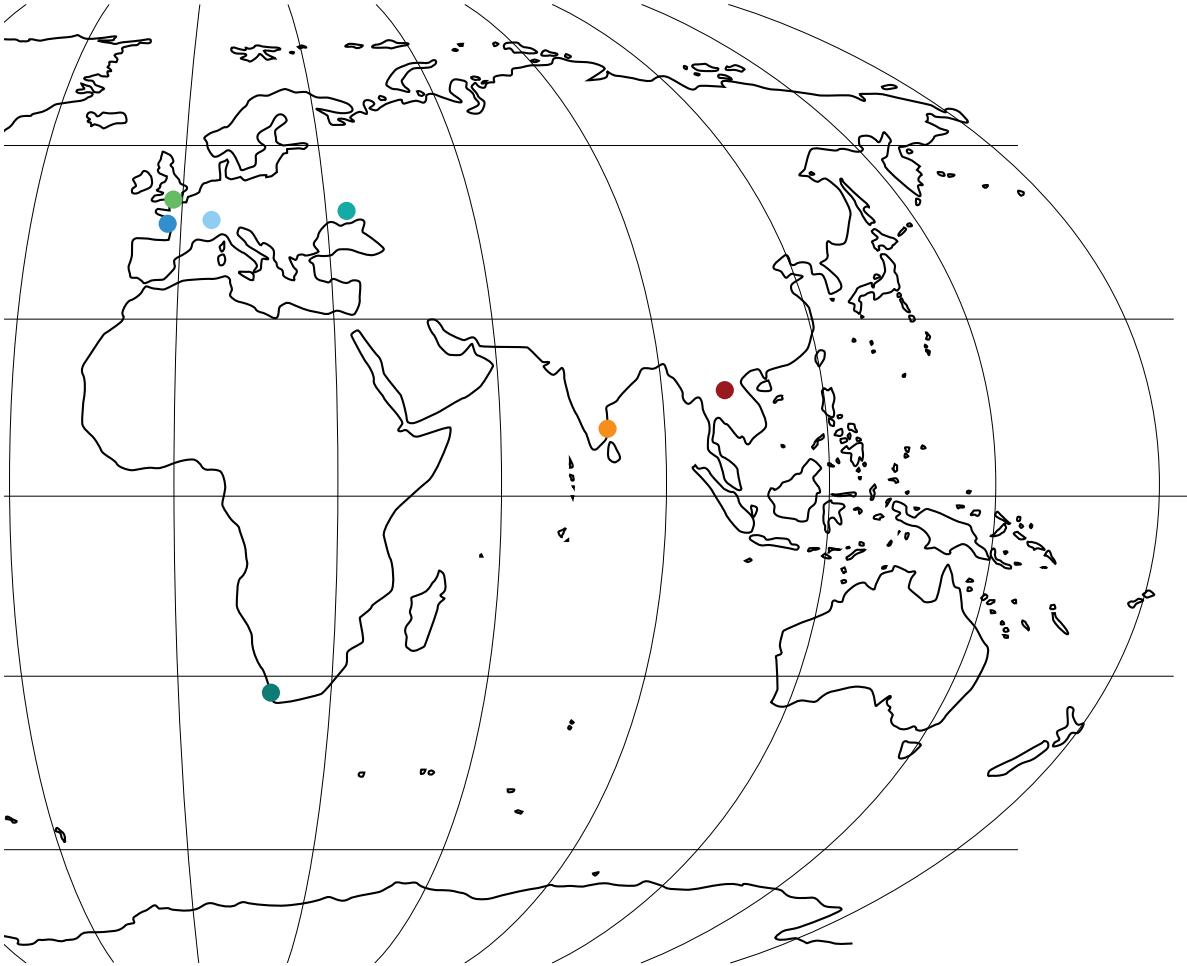
Tatiana Rodrigues

LUANG PRABANG

Laos

Pauline Grolleron







source : <http://lutzeichholz.de/lutz-eichholz-and-stephanie-dietze-conquer-3406m-high-mettelhorn-on-their-unicyles/>

METTELHORN

Suisse



Latitude : 46° 05' N

Longitude : 7° 75' 0

Altitude : 3 160 m

Manon Besançon



LE SITE

Géographie
Histoire
Culture du bivouac
Données climatiques

LE PROJET

Implantation territoriale
Intention en toiture
Usages flexibles
Intentions spatiales
Aménagement intérieur

L'ENVELOPPE

Evolution de la forme
Processus de fabrication
Détails de l'épaisseur
Insertion dans le paysage

L'ÉNERGIE

Diagramme de Sankey
Explications des calculs



1



2



3

1. Vue sur la vallée de Zermatt avec le Cervin en fond et le Platthorn en premier plan.
2. Vue sur le Mettelhorn avec un petit lac glacé.
3. Vue sur la vallée du petit village.

Source : blog de randonneur :
<http://www.visinand.ch/rando/pieds/Sommets/Valais/Mettelhorn/2015_aout/Mettelhorn.htm>

LE SITE

Géographie

LA HAUTE MONTAGNE



Le Mettelhorn et son voisin, le Platthorn sont des sommets de la chaîne des Alpes, de respectivement 3 410 m et 3345 m d'altitude. Ces deux monts sont situés dans la vallée du luxueux petit village de Zermatt, commune du canton du Valais, dans le district de Viège.

Ce village a conservé un aspect typiquement valaisan grâce à la préservation des constructions emblématiques telles que les raccards, mais aussi grâce à l'usage exclusif de voitures électriques comme à Saas Fee, où l'interdiction de circuler en automobile permet de limiter la pollution.

Ce village valaisan est internationalement reconnue grâce à son magnifique emblème - le Matterhorn de 4 478 m d'altitude - qui se dresse majestueusement au fond de la vallée de la Visp.

Le versant sud-est, le plus exposé au soleil, communément appelé l'adret de la vallée est investi par d'innombrables chemins de randonnée praticables en toutes saisons et par les nombreuses remontées mécaniques de la station de ski.

Le versant nord-ouest est quant à lieu soumis à des risques d'avalanche. Historiquement peu construit, il est aujourd'hui investi par les nouvelles constructions d'hôtel de luxe.



LES EXCURSIONS

Cette majestueuse vallée est entourée de 38 monts de plus de 4 000 m d'altitude avec en son centre, le Matterhorn. Elle offre de nombreuses excursions de haute montagne.

Le Matterhorn est une grande pyramide symbolique dans la vallée. En effet, elle est ancrée dans la culture populaire et publicitaire de la région. Cette pyramide de roches est composée de quatre faces et quatre arêtes identifiables selon les quatre points cardinaux.

Dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les premières ascensions, réels exploits dans l'alpinisme, se soldaient trop souvent par la mort de nombreux alpinistes et cordées.

Au III^{ème} avant JC, la vallée de Zermatt a été le point de passage de l'armée d'Hannibal Barca et de ses nombreux éléphants tentant de traverser les Alpes pour relier l'Espagne à l'Italie.

Au sein de la vallée de la Visp, le versant sud-est du village de Zermatt est le support de nombreux aménagements alors que le versant nord-ouest est principalement recouvert par de la végétation dense et il ne propose qu'un unique chemin de randonnée. Cependant, cet unique tracé permet d'accéder à un immense cirque glaciaire entouré de moraines et de monts.



1



2



3

1. Refuge Hannibal

Source : <<http://www.hotels-insolites.com/bivouac-hannibal.hotel>>

2. Refuge Cesare Fiorio

Source : <<http://www.refuges-montagne.info/fr/refuge-fiorio.php>>

3. Refuge Monte Rosa

Source : <http://www.sikkens.ch/fr/produits/nos_references/refuge_du_mont_rose>

LE SITE

Culture du bivouac

LES REFUGES

Les refuges sont des petites habitations qui ponctuent les versants des montagnes et permettent aux randonneurs de s'abriter dans la tourmente d'une tempête ou d'effectuer une étape durant leur ascension.

Autrefois, les refuges de montagne étaient des châlets en bois, souvent surélevés sur un socle de pierre pour se protéger des chutes de neige et des rongeurs. Ils étaient situés dans le bas de la vallée ou du versant, afin d'acheminer facilement les matériaux de construction et les nombreux vivres durant la période hivernale.

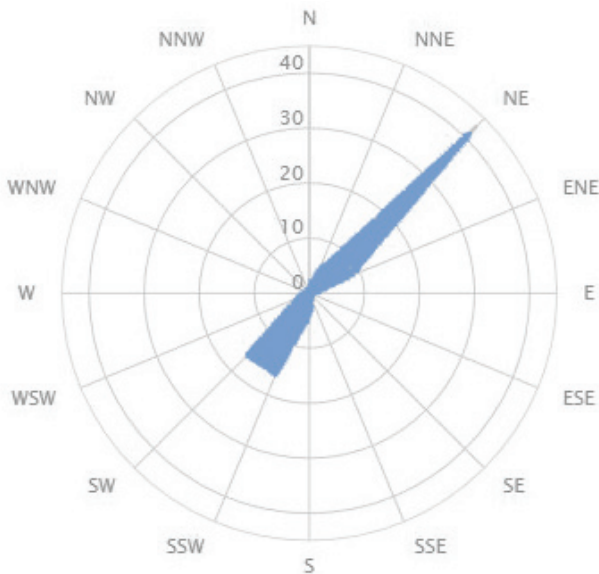
Aujourd'hui, les nouveaux refuges sont souvent des capsules d'acier, abritant une structure et un mobilier en bois. Ce sont devenus des bijoux de technologie qui scintillent dans la neige.

De plus, ils se logent dans le fond de la moraine, dans des sites difficilement accessibles - après plusieurs jours de randonnée expérimentée. Les matériaux de construction et les vivres sont héliportés depuis le bas de la vallée. Ces capsules d'acier peuvent même avoir été entièrement construites et préfabriquées dans la vallée, avant d'être fixées sur le site.

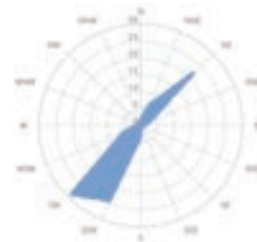


moyenne de 4 à 8 m/s
 maximum de 12 m/s
 minimum de 2 m/s

Deux orientations du vent en fonction des saisons.



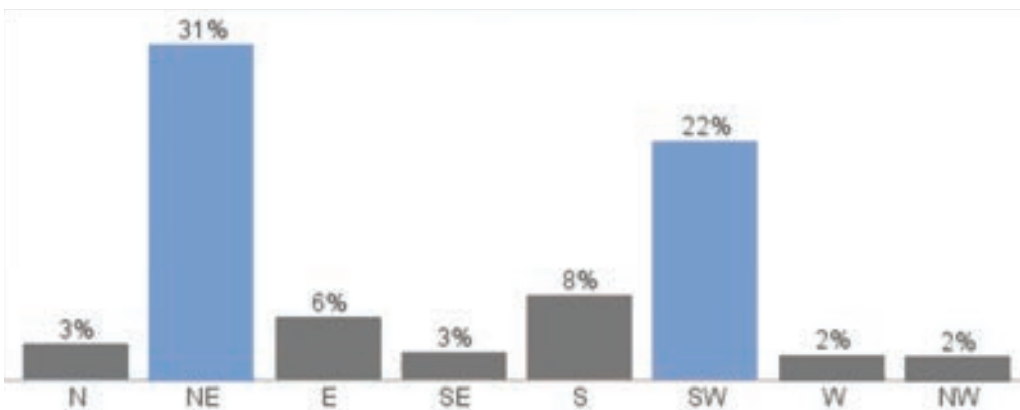
Orientation du vent (en %) sur l'année



En décembre (en %)



En janvier (en %)

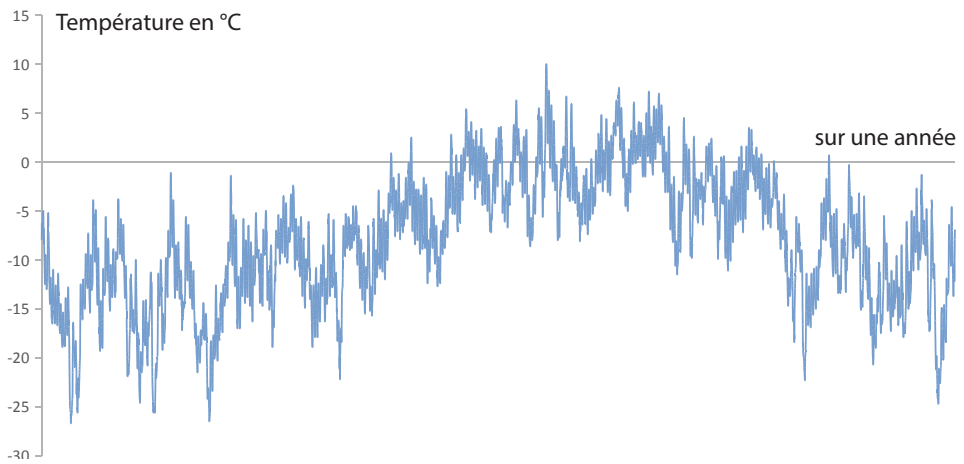


Les vents permanents proviennent du NE alors que les vents violents d'hiver du SSW.

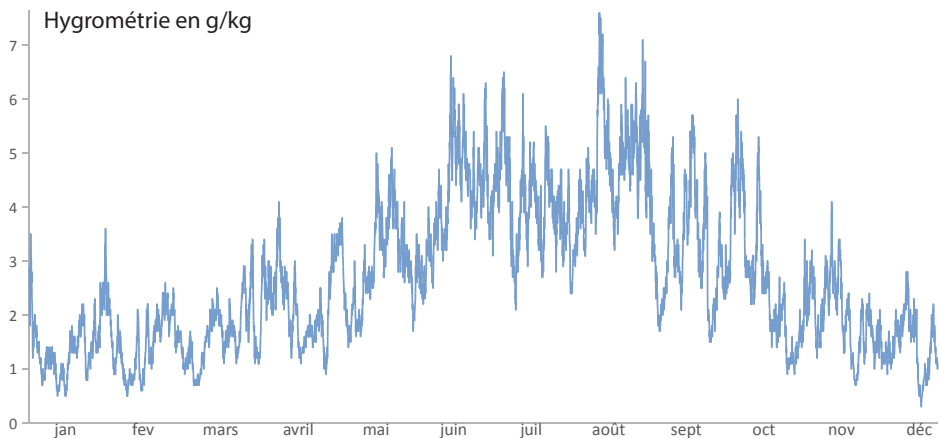


moyenne de 7.8 °C
maximum de 8 °C
minimum de - 27 °C

En haute montagne, il fait très rarement au-dessus de 0°C.



Durant plus de 300 jours de l'année, les températures sont négatives.

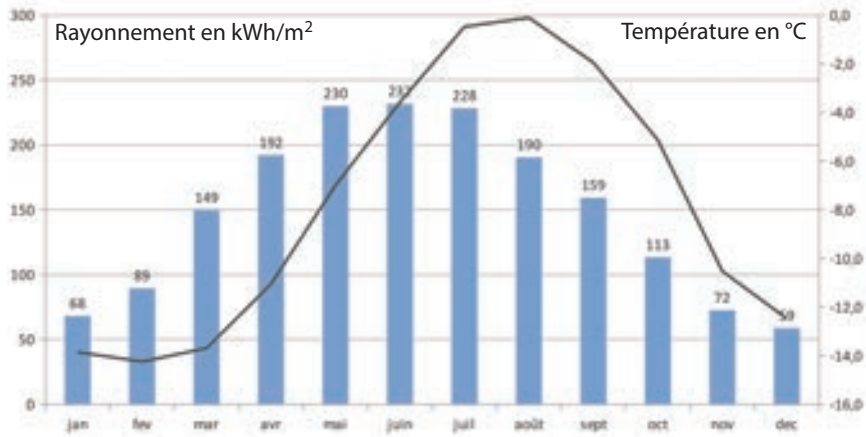


Il y a entre 50% et 80% d'humidité dans l'air et un maximum de 8 g/kg.

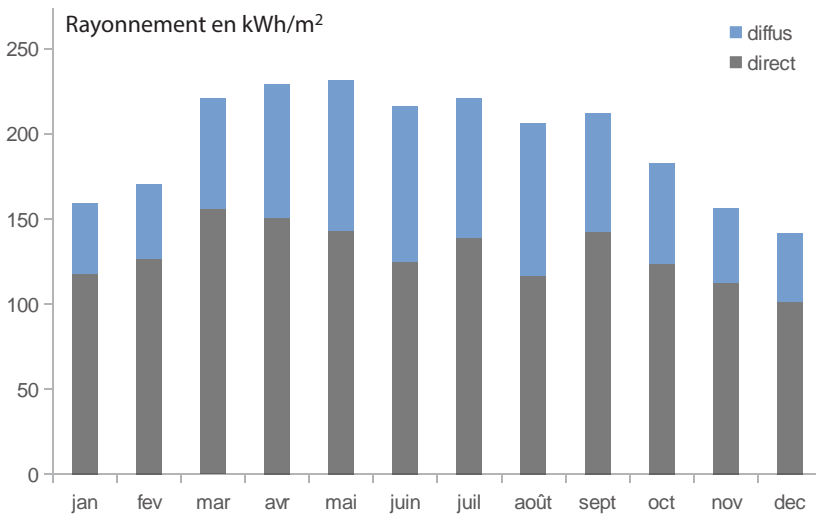


cumulé annuel de 1 782 kWh/m²
 maximum de 232 kWh/m²
 minimum de 59 kWh/m²

Le solaire, une source d'énergie disponible et très rentable.



Rayonnement horizontal sur une année avec la température de l'air .

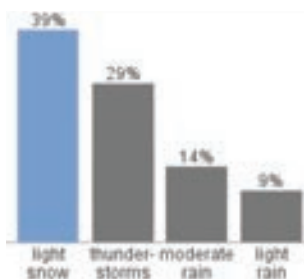


Rayonnement vertical sur une face sud avec une inclinaison à 45°.

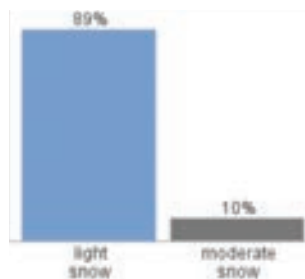


cumulé jusqu'à 600 cm
moyenne de 45 cm
maximum de 80 cm

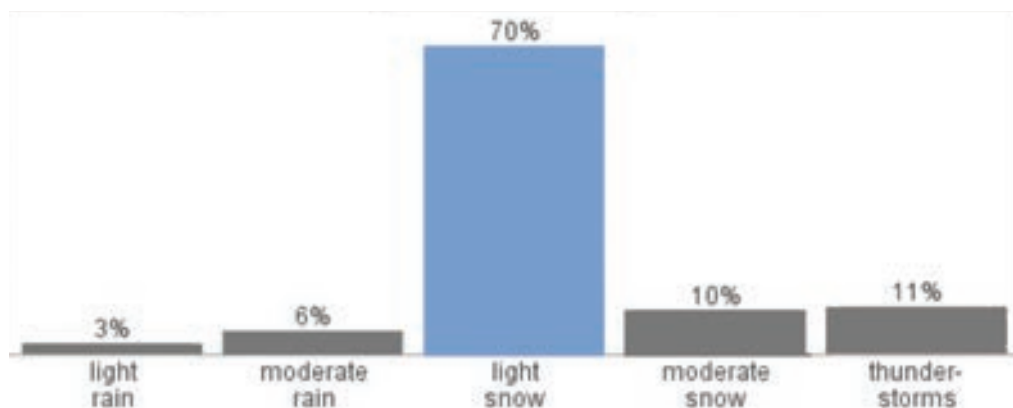
A cette altitude, il ne pleut plus mais il neige !



Durant la saison chaude, seulement 40% de neige.

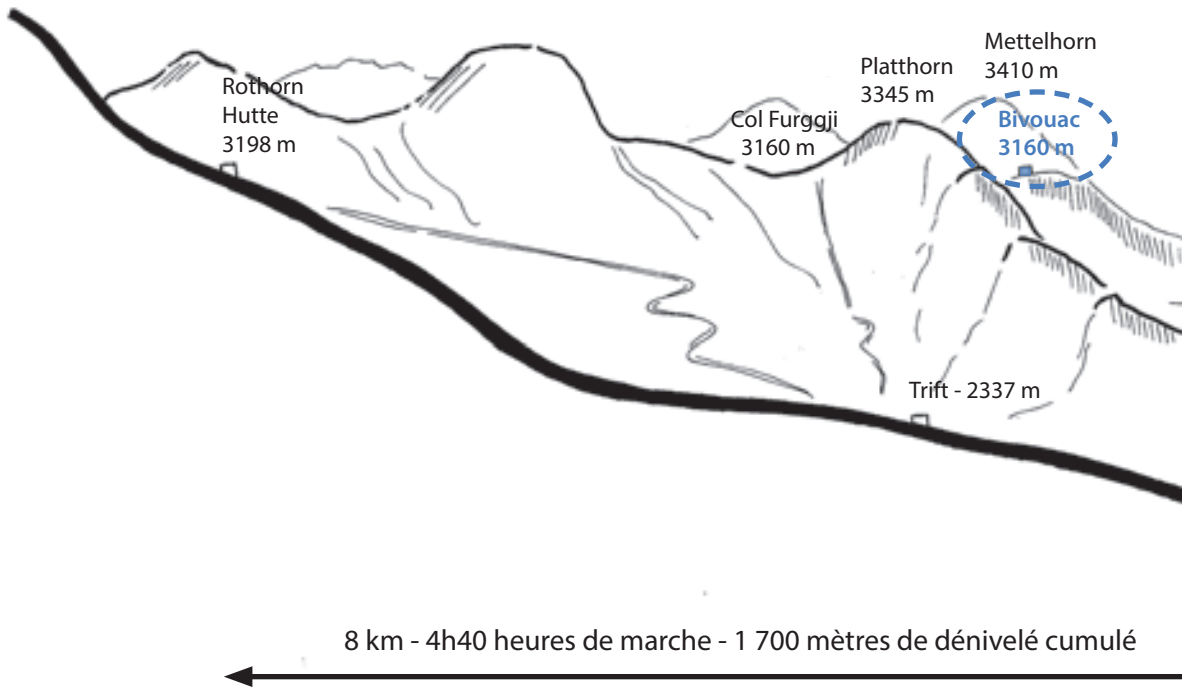


Durant la saison froide, seulement de la neige.



Répartition des précipitations sur l'année : 70% de neige et seulement 10% de pluie.

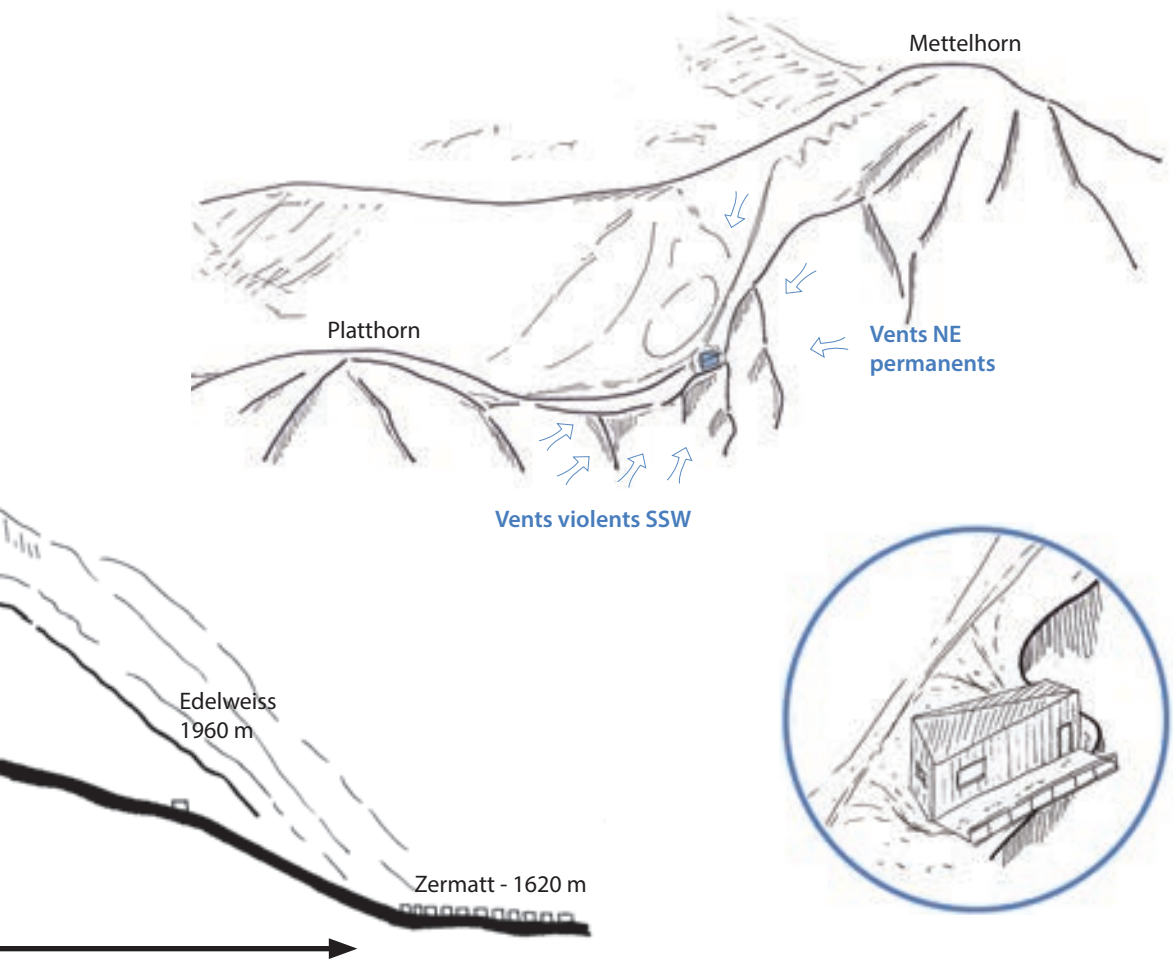
Un nouveau repère architectural dans la montagne.

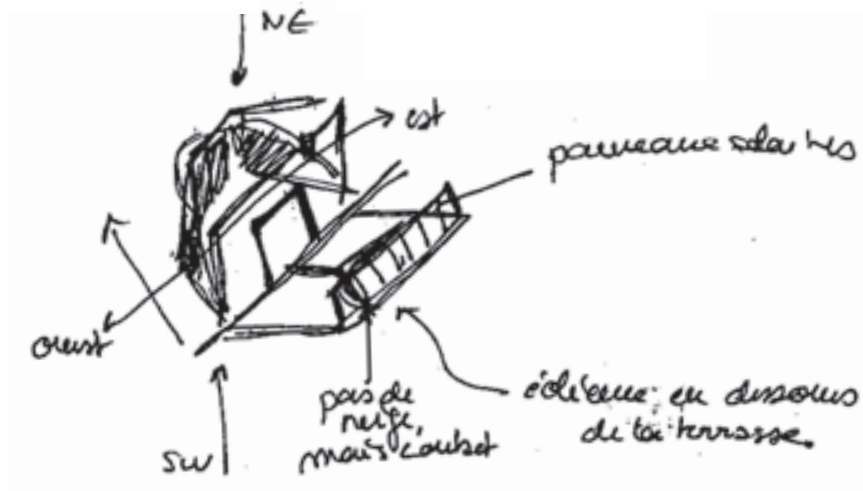


Coupe paysagère sur les différents refuges alpins qui ponctuent la vallée - 1/10 000e

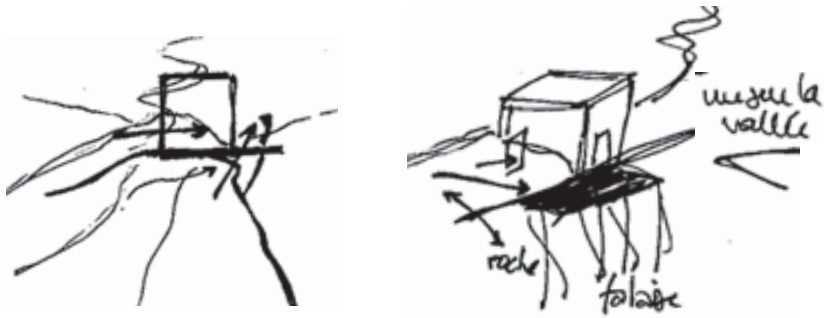
UN BIVOUAC ALPIN SUR LA FALAISE

Une "position de col" favorable aux vents dominants.

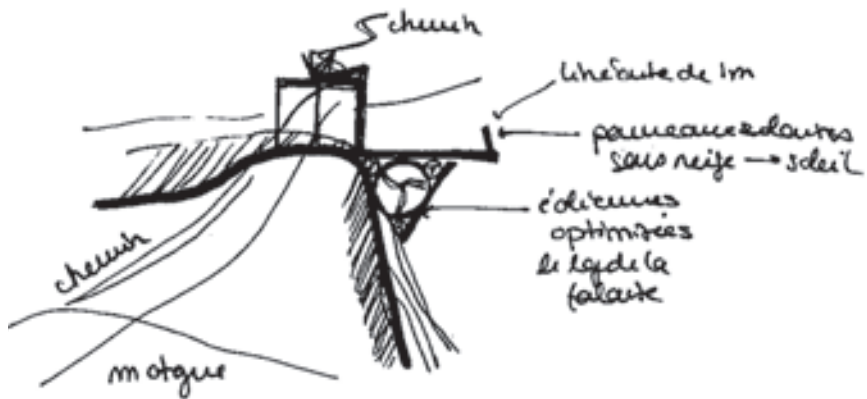




Faire face aux vents violents par une implantation réfléchie.



Faciliter la fonte des neiges grâce au porte-à-faux sur la falaise.



Installer une éolienne dans l'espace résiduel sous la terrasse.

UNE TOITURE RÉCUPÉRATRICE



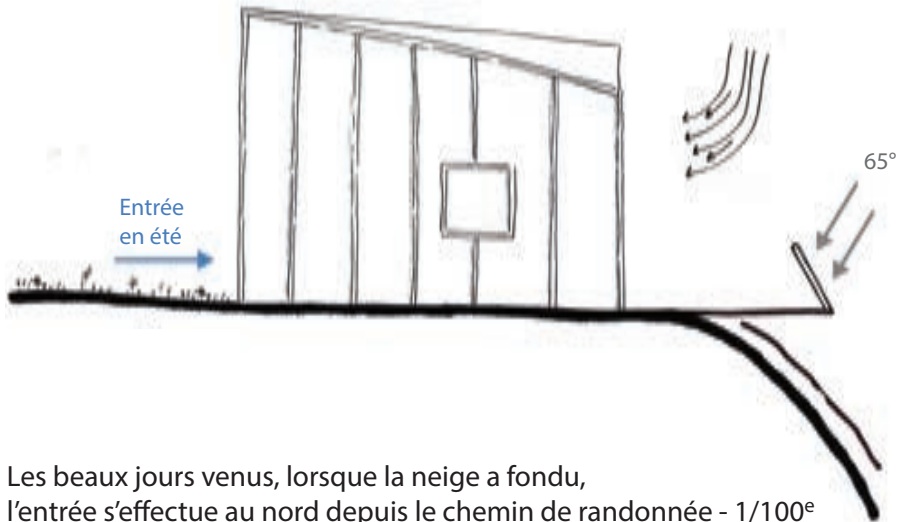
Une mono-pente orientée par rapport au soleil et pour récupérer l'écoulement des eaux pluviales.



Une triple pente de toiture pour optimiser l'orientation des panneaux photovoltaïques tout en récupérant un maximum de neige.



température + 6 °C
vent orientation NE
neige cumulée 00 cm



Les beaux jours venus, lorsque la neige a fondu,
l'entrée s'effectue au nord depuis le chemin de randonnée - 1/100^e



température - 20 °C
vent orientation SW
neige cumulée 60 cm



En pleine tempête, lorsque la neige s'accumule autour du bivouac,
l'entrée s'effectue au sud depuis la terrasse - 1/100^e

DES USAGES SELON LES SAISONS

Deux entrées dans le refuge selon les saisons

Un bivouac de haute montagne doit être accessible de tout temps. Qu'il y ait un grand soleil ou une épaisse couche de neige, les randonneurs doivent pouvoir entrer dans le refuge et s'y réchauffer durant toute une nuit.

En été, les chanceux ouvriront la porte du côté du chemin de randonnée, alors qu'après de violentes tempêtes de neige et sous des rafales de vent, les heureux rescapés courront sur la terrasse pour entrer se blottir autour du feu de bois.

En cas d'importantes chutes de neige pouvant bloquer l'accès du bivouac depuis le chemin de randonnée, la terrasse exposée au sud, en porte à faux au dessus des abruties falaises permet l'accès au bivouac en période hivernale.

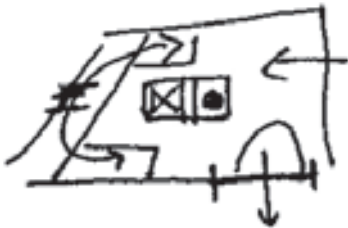
Son sol surelevé au dessus des rochers et ajouré au dessus du vide favorise la rapide fonte de la neige et son évacuation en limitant autant que possible son accumulation problématique.

Les panneaux photovoltaïques sont fixés sur les rembarde de protection de la terrasse. Ils sont exposés au sud et orientés à 45° afin de profiter pleinement des rayons directs du Soleil (environ 2346 kWh/m² annuellement).

Les panneaux photovoltaïques sont installés en porte à faux sur les falaises car cette position leurs permet de ne pas être gênés par l'accumulation de neige ou tout autre élément naturel ayant une ombre portée et pouvant donc obstruer leur bon fonctionnement.



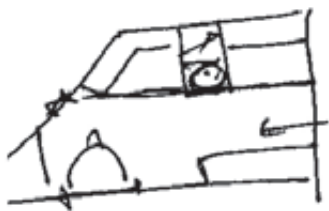
Le poêle est excentré dans l'angle.
Problème de déperditions.
Il faut centrer le poêle.



Le poêle est un îlot central.
Groupe de lits à l'ouest.
Problème de compacité.

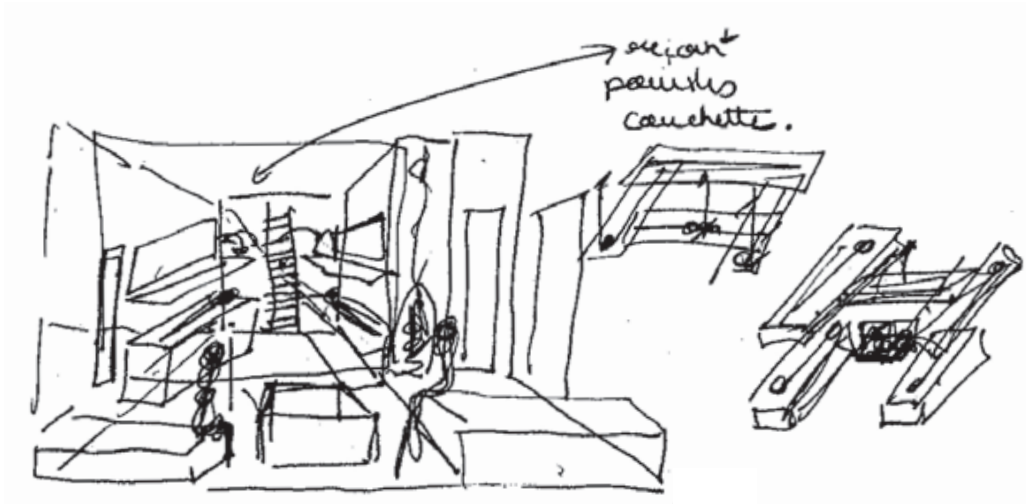


Le poêle est sur la paroi ouest.
Lits en longueur et en face à face.
Problème de l'entrée.



Le poêle est sur la paroi nord
Lits éparpillés dans l'espace
Création d'un sas d'entrée.

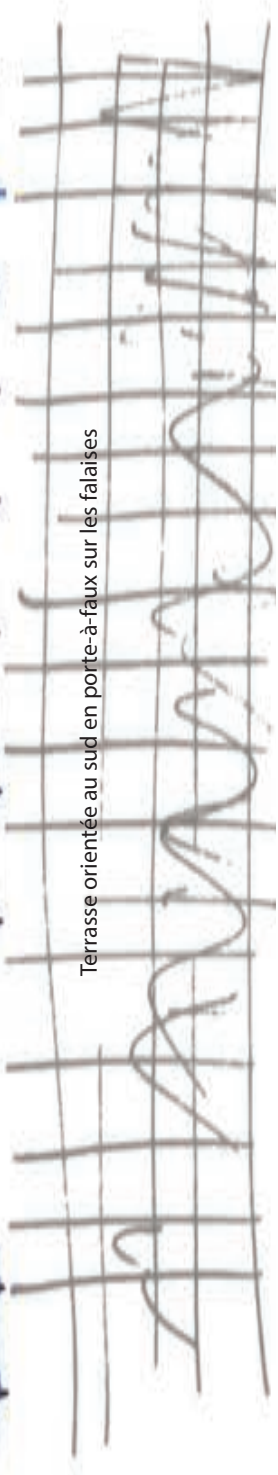
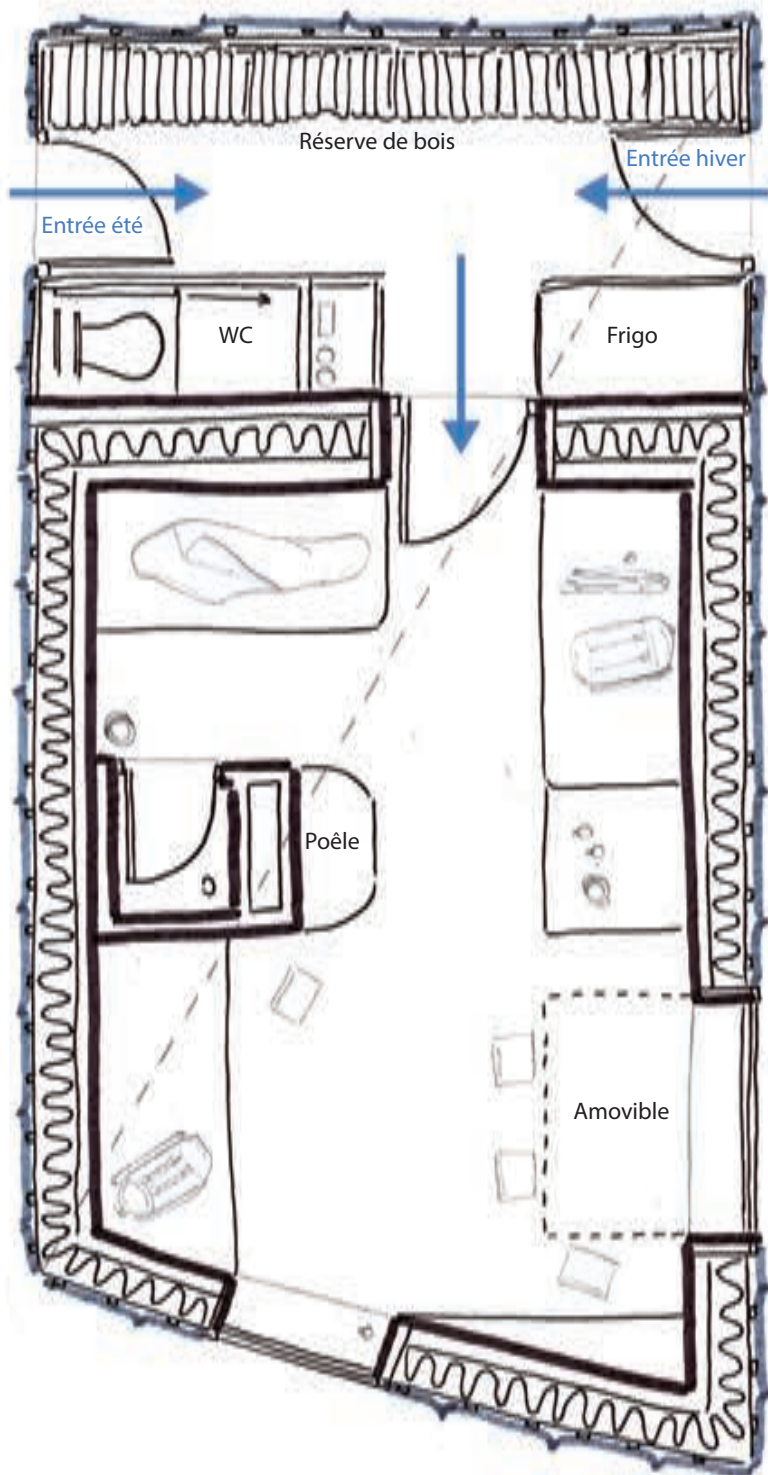
UN AMÉNAGEMENT FLEXIBLE



Empiler en quinconce et sur plusieurs étages les nombreux couchages.



Des aménagements sur mesures et rétractables pour libérer de l'espace.

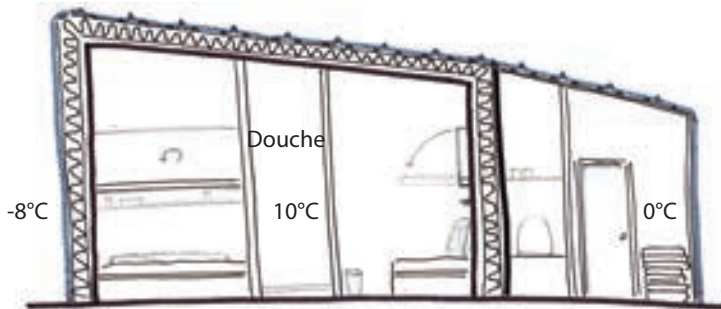


Terrasse orientée au sud en porte-à-faux sur les falaises

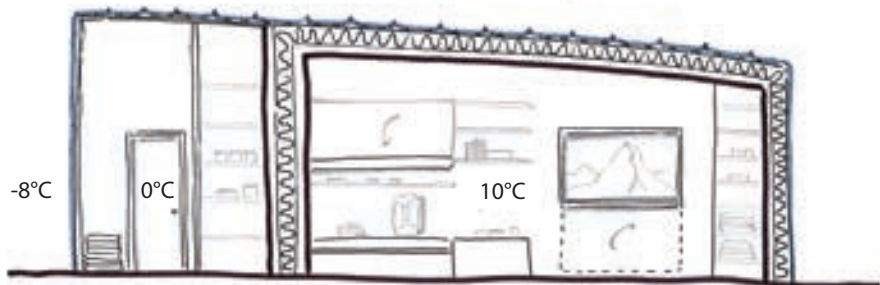
Un mobilier adapté - 1/50^e

UN REFUGE POUR SIX RANDONNEURS

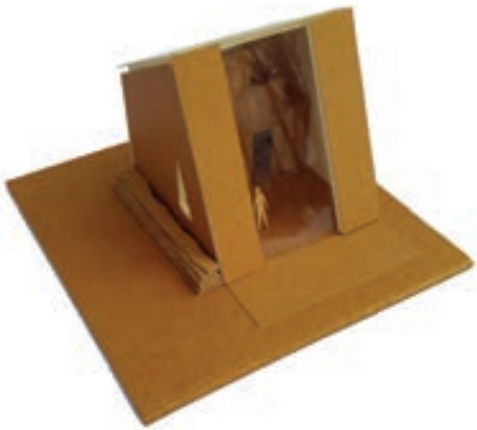
Un sas d'entrée qui conserve la chaleur intérieure.



Intimité et communauté - élévation intérieure nord - 1/100^e



Intériorité et ouverture visuelle - élévation intérieure sud - 1/100^e



1^{ère} maquette / un diamant de bois facetté pour faire face aux vents dominants et ouvert au sud pour profiter des vues, à travers un grand vitrage trop déperditif.



2^{ème} maquette / un volume d'acier compacte avec une petite ouverture au sud et un sas d'entrée pour abriter la réserve du bois et limiter les déperditions.

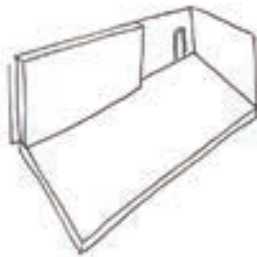
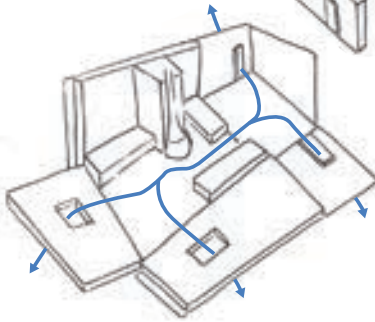
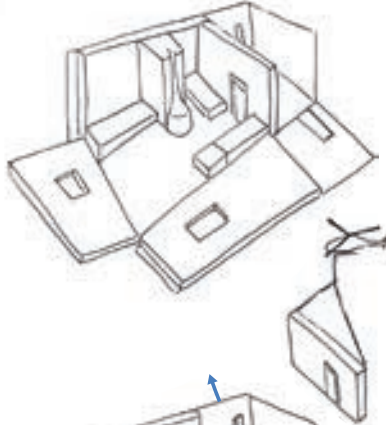
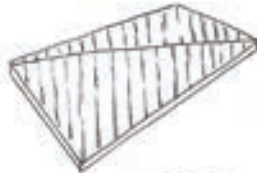
UNE GÉOMÉTRIE FACE AUX VENTS



Un volume d'acier compact, faiblement facetté et majoritairement clos, prolongé par une terrasse en porte-à-faux sur la falaise et bordé par des panneaux solaires.



L'entrée close mais non isolée abrite la réserve de bois, de nourritures et les toilettes, alors que l'intérieur totalement isolé est organisé autour d'un poêle central.



UNE STRUCTURE EN KIT

Ce nouveau refuge s'installe en haute montagne à plus de 3 000 mètres d'altitude, dans un lieu peu accessible, à 8 km du village de Zermatt, avec 1 700 mètres de dénivelé cumulé, soit 4h40 de randonnée. La faible accessibilité du lieu et sa soumission aux intempéries engendrent des difficultés quant à sa construction sur le site.

Afin de faciliter la mise en oeuvre du refuge, la structure est totalement préfabriquée en kit dans la vallée et elle est ensuite hélicoptérée par beau temps et montée directement sur le site.

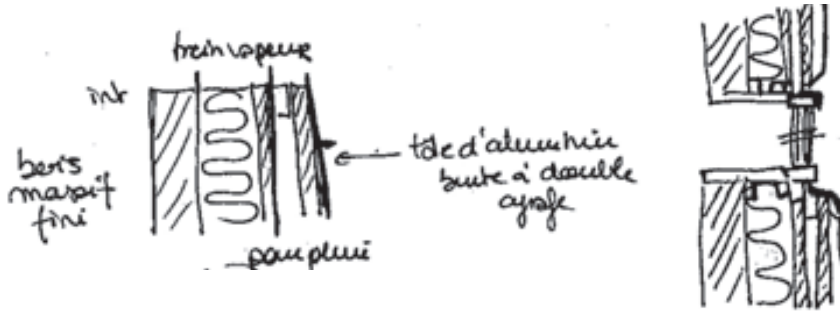
L'enveloppe en kit est composée d'une succession de couches, occupant chacune un rôle thermique ou structurel. La partie porteuse est construite en bois massif de 15 cm d'épaisseur. Celle-ci permet d'éviter la démultiplication des ponts thermiques. Contrairement à une structure en bois poteau-poutre, où les éléments mal isolés entraînent des ponts thermiques, le bois massif limite ses déperditions de l'enveloppe.

En couche externe de cet élément porteur, qui sert aussi finition interne, se succèdent un frein vapeur, une laine de verre isolante sur 40 cm d'épaisseur, une fine planche de bois aggloméré recouverte d'un pare pluie et pour finir, une structure légère de linteaux et de planches pour accrocher les panneaux d'aluminium.

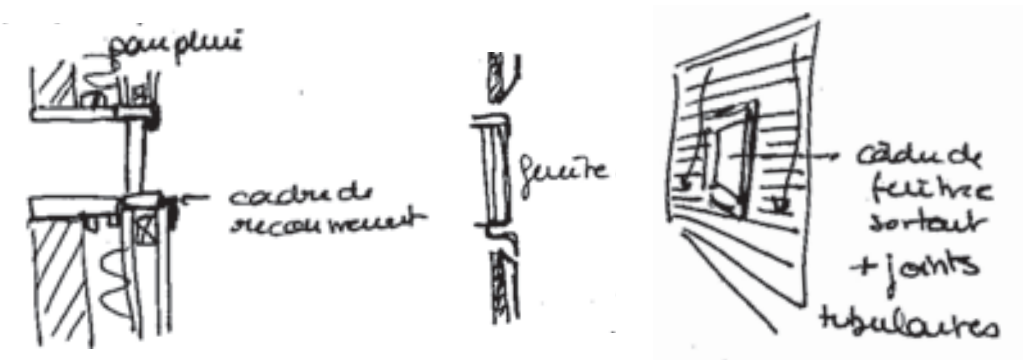
Au sein des allèges et des impostes, des structures secondaires accueillent un isolant imprévisible, une finition interne bois (table amovible) et une finition externe en acier inoxydable.



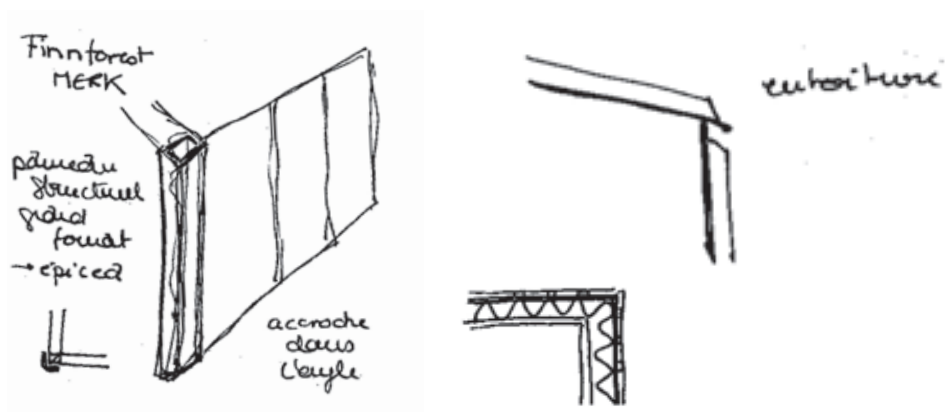
UNE ÉPAISSEUR DE BOIS ET D'ACIER



Superposition des différentes couches qui constituent l'enveloppe thermique.



Les finitions aluminium au niveau des allèges / impostes des cadres de fenêtres.



Les finitions aluminium au niveau de la toiture et des angles du volume compacte.



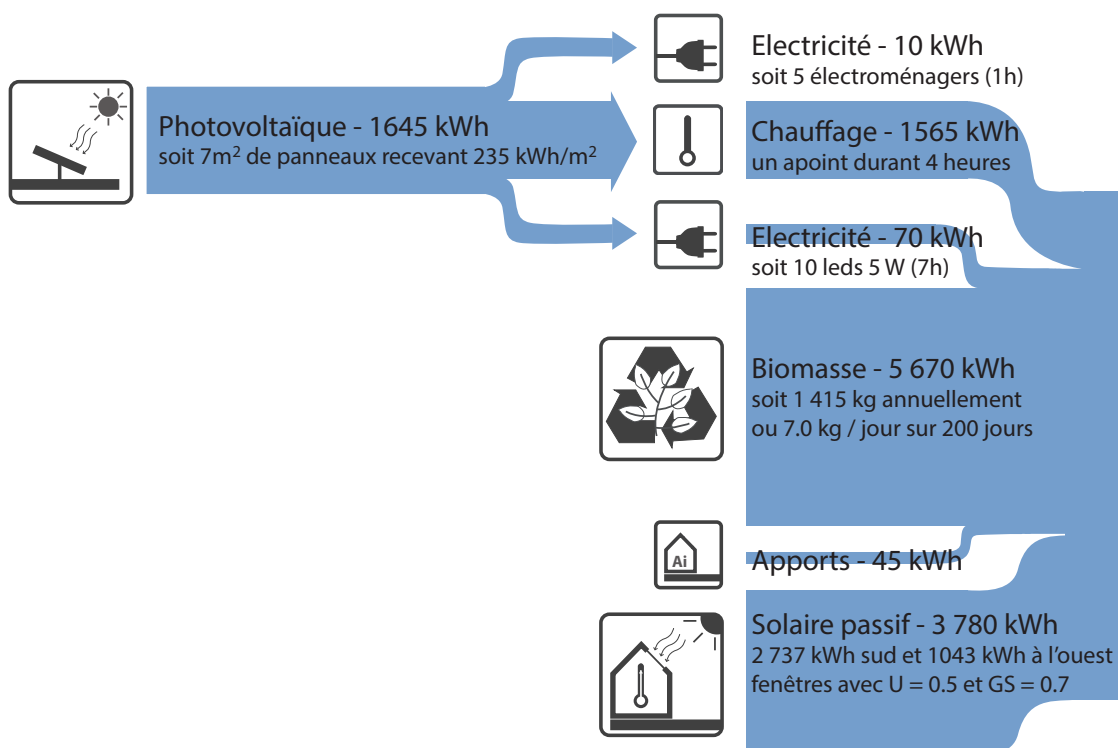
Source : blog de randonneur :
<http://www.visinand.ch/rando/pieds/Sommets/Valais/Mettelhorn/2015_aout/Mettelhorn.htm>

L'ENVELOPPE

Insertion dans le paysage



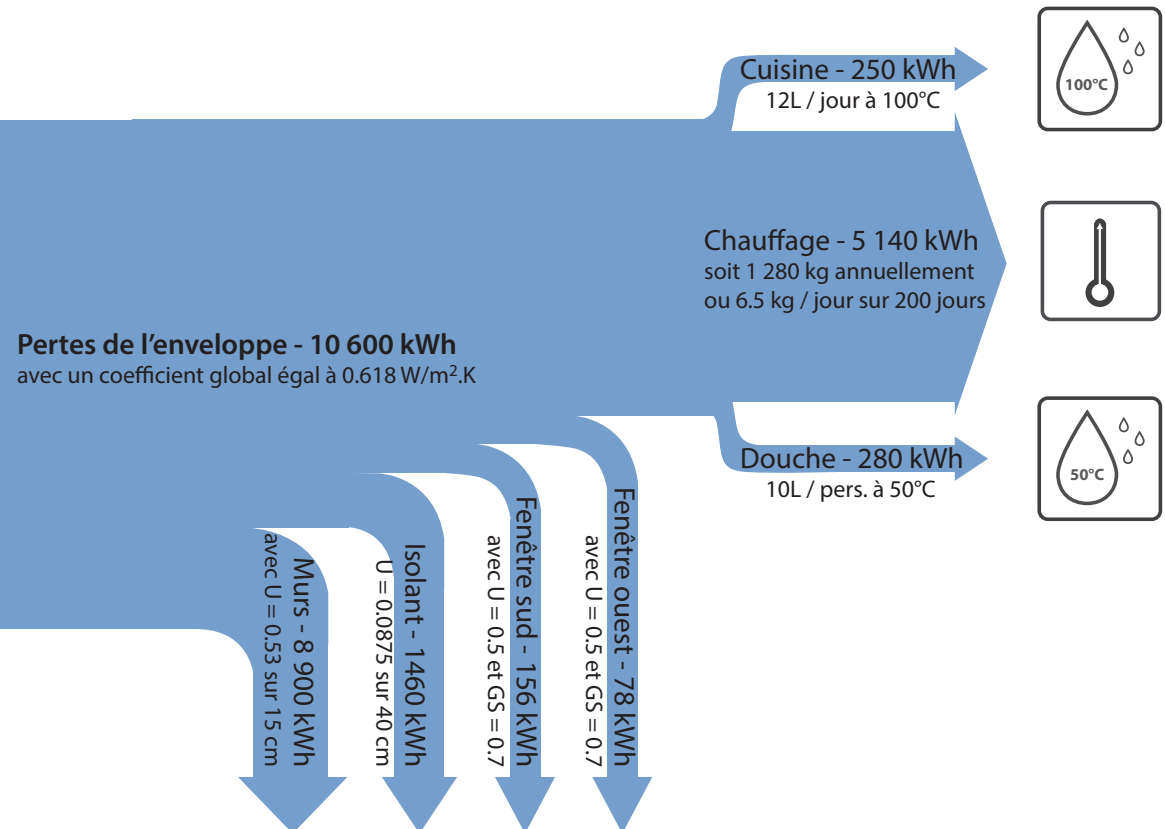
La production photovoltaïque ainsi que les différents apports.



*En considérant 3 occupants durant 200 jours
avec une température extérieure de -7.8°C
et une température de confort souhaitée de 10°C.*

RÉPONDRE À DES BESOINS DE CHAUFFAGE

Les déperditions de l'enveloppe ainsi que les consommations.



L'ensemble des résultats sont calculés à l'échelle d'une année, en considérant trois occupants (bien qu'il y ait six couchages) sur une durée de 200 jours de fonctionnement (et non de 365 jours annuels) avec une température extérieure de -7.8°C et une température de confort souhaitée de 10°C .



La production photovoltaïque

Sachant que le rayonnement cumulé annuel est de $2\,346\text{ kWh/m}^2$ et qu'un panneau solaire a une rentabilité moyenne de 10%, le linéaire de 7 m^2 de panneaux photovoltaïques produit :
 $235\text{ kWh/m}^2 * 7\text{ m}^2 = 1\,645\text{ kWh d'électricité}$.



Les besoins en électricité

A la nuit tombée, il est nécessaire d'allumer 10 leds de 5 watts chacune. Sachant qu'elles fonctionneront durant 7 heures par jour, elles consommeront :
 $10\text{ leds} * 5\text{ watts} * 7\text{ heures} * 200\text{ jours} = 70\,000\text{ Wh}$ soit **70 kWh**.

Les trois occupants auront aussi besoin de charger des appareils électroniques. A raison d'un portable par personne et de deux autres appareils annexes, avec une charge de 10 watts durant une heure, les chargeurs consommeront :
 $5\text{ appareils} * 10\text{ watts} * 1\text{ heure} * 200\text{ jours} = 10\,000\text{ Wh}$ soit **10 kWh**.



Un chauffage d'appoint

Sachant que le photovoltaïque répondra largement aux besoins en électricité de trois occupants durant 200 jours : $1\,645\text{ kWh} - 70\text{ kWh} - 10\text{ kWh} = 1\,565\text{ kWh}$. Cette production électrique pourra servir à alimenter un chauffage d'appoint :
 $1\,565\text{ kWh} / 200\text{ jours} = 7,8\text{ kWh}$ soit **7 825 Wh** supplémentaire par jour. Sachant qu'un chauffage d'appoint consomme 2 000 watts :
 $7\,825\text{ Wh} / 2\,000\text{ watts} = 4\text{ heures de fonctionnement}$.



Les apports internes

Sachant qu'un occupant émet en moyenne 75 watts, la présence de trois personnes au sein du refuge durant 200 jours produira :
 $3\text{ occupants} * 75\text{ watts} * 200\text{ jours} = 45\,000\text{ Wh}$ soit **45 kWh**.



Les apports solaires passifs

En prenant en compte la taille de la fenêtre, le gain solaire du vitrage de 0.7 et le rayonnement annuel sur une face ($1\,955\text{ kWh}$ au sud et $1\,490\text{ kWh}$ à l'ouest) :
 $1\,955\text{ kWh} * 2\text{m}^2 * 0.7 = 2\,737\text{ kWh}$ et $1\,955\text{ kWh} * 1\text{m}^2 * 0.7 = 1\,043\text{ kWh}$, soit pour les gains solaires **un total de 3 780 kWh** sur les deux fenêtres.

Les déperditions de l'enveloppe

En considérant un delta de température de 17.8°C,

entre la consigne à 10°C et la température extérieure à -7.8°C,

- les parois de 15 cm en bois massif avec un coefficient thermique de 0.53 :

$107 \text{ m}^2 * \text{coeff. } 0.53 * 17.8 \text{ } ^\circ\text{C} * 365 \text{ jours} * 24 \text{ heures} = 8 \text{ 900 kWh}$

- la laine de verre de 40 cm avec un coefficient thermique de 0.0875 :

$107 \text{ m}^2 * \text{coeff. } 0.0875 * 17.8 \text{ } ^\circ\text{C} * 365 \text{ jours} * 24 \text{ heures} = 1 \text{ 460 kWh}$

- les fenêtres en triple vitrage avec un coefficient thermique de 0.5 :

$3 \text{ m}^2 * \text{coeff. } 0.5 * 17.8 \text{ } ^\circ\text{C} * 365 \text{ jours} * 24 \text{ heures} = 234 \text{ kWh}$

soit un total sur l'enveloppe de **10 600 kWh de déperditions.**



Les consommations d'eau chaude

En considérant une eau à 10°C et la capacité thermique de l'eau à 4 200 Joules,

- pour la cuisine, avec 12 litres d'eau chaude à 100°C, on a besoin de :

$4 \text{ 200 Joules} * (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) * 12 \text{ litres} = 4 \text{ 536 000 Joules}$ soit 1 260 Wh,

durant 200 jours, un total de 252 000 Wh **soit 250kWh.**

- pour la douche, avec 10 litres d'eau chaude à 50°C, on a besoin de :

$4 \text{ 200 Joules} * (50^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) * 10 \text{ litres} = 1 \text{ 680 000 Joules}$ soit 467 Wh,

durant 200 jours pour trois occupants, 280 200 Wh **soit 280 kWh.**



Les besoins en biomasse

Sachant que les déperditions cumulées (enveloppe et eau chaude),

s'élèvent à : $10 \text{ 600 kWh} + 250 \text{ kWh} + 280 \text{ kWh} = 11 \text{ 130 kWh}$,

et que les apports cumulés (électrique, chauffage, interne et solaire),

s'élèvent à : $70 \text{ kWh} + 1 \text{ 565 kWh} + 45 \text{ kWh} + 3 \text{ 780 kWh} = 5 \text{ 460 kWh}$,

les besoins de chauffage sont de : $11 \text{ 130 kWh} - 5 \text{ 460 kWh} = 5 \text{ 670 kWh}$,

En considérant qu'environ 1kg de bûches de bois permet de fournir 4 kWh,

$5 \text{ 670 kWh} / 4 \text{ kWh} = 1 \text{ 415kg}$ de bois annuel, soit 7kg par jour sur 200 jours.



Le chauffage effectif

Sachant que sur les 5 670 kWh, il y en a 250 kWh et 280 kWh pour l'eau chaude ,

$5 \text{ 670 kWh} - 250 \text{ kWh} - 280 \text{ kWh} = 5 \text{ 140 kWh}$ **exclusivement pour le chauffage.**

En considérant qu'environ 1kg de bûches de bois permet de fournir 4 kWh,

$5 \text{ 140 kWh} / 4 \text{ kWh} = 1 \text{ 280kg}$ de bois annuel, soit 6.5kg par jour sur 200 jours.



source : <http://galleryua.com/photo/starobeshevskij-rajon/22048-komunarivka/>

DONETSK

Ukraine



Latitude : 48°00'N
Longitude : 37° 50'0
Altitude : 169 m

Jean-Charles Luciani



LE SITE

Géographie / Histoire / Culture
Analyse climatique

LE PROJET

Intentions
Description
Structure et matériaux
Enveloppe
Stratégies bioclimatiques

ÉNERGIE & FLUX

Production d'énergies locales
Récupération des eaux pluviales

SYNTHÈSE

Diagrammes de Sankey
Conclusions



Habitat vernaculaire à proximité de Dontesk : toits en chaume, et murs en bois - source : ru.depositphotos.com



Terril de charbon enneigé - source : ukrainefortourist.blogspot.com



Conflit civil dans les rues de Donetsk - source : ednist.info

DONETSK



Donetsk est la cinquième ville d'Ukraine pour sa population, avec environ 950 000 habitants intra-muros et 1 600 000 dans l'agglomération.

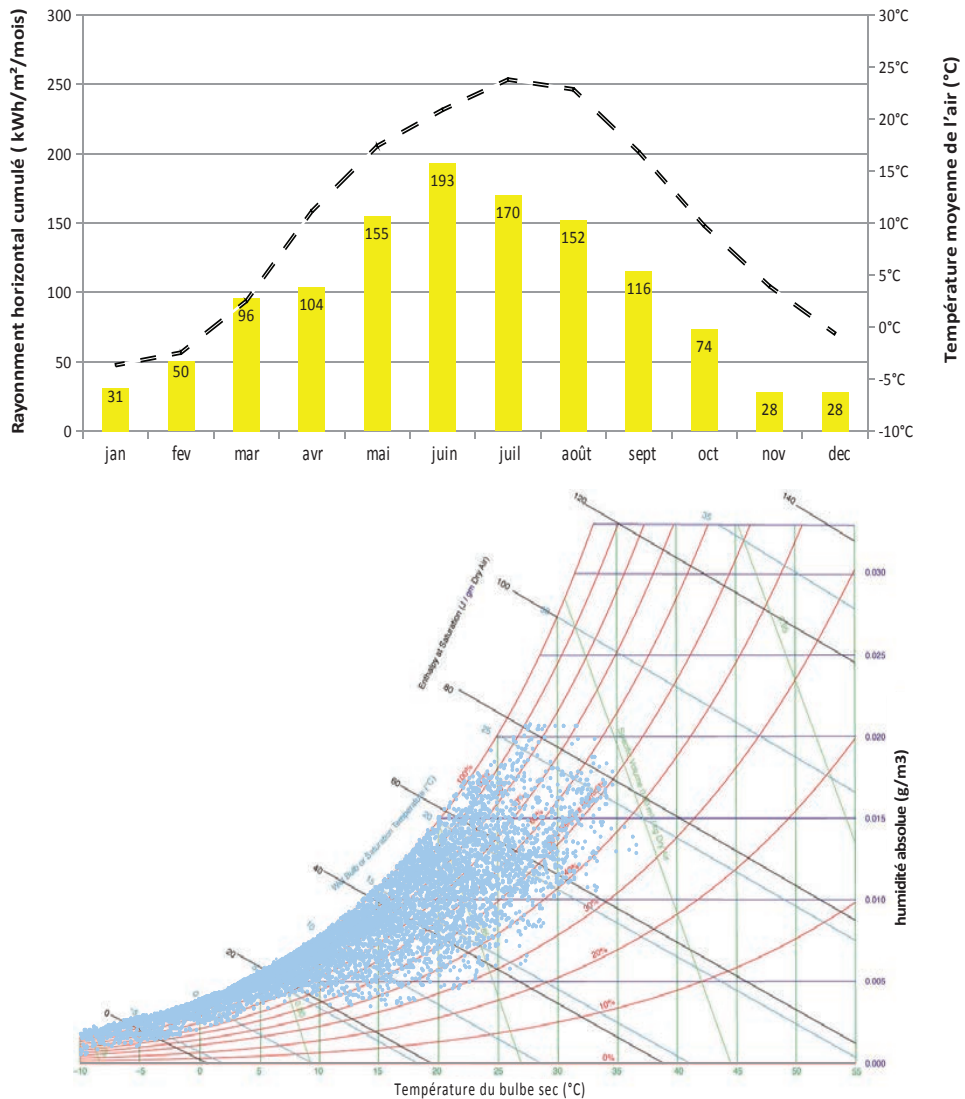
La ville est relativement peu dense (2633 hab/km² pour la ville et 187hab/km² pour la région) avec de nombreux quartiers pavillonnaires et des espaces publics très vastes. Elle est principalement construite autour de l'industrie et notamment la métallurgie. La proximité des ressources de houille et de fer l'a rendu capitale économique et industrielle de l'Ukraine.

La présence de nombreux gisements de charbon et de gaz naturel, ainsi que le passage des gazoducs entre la Russie et l'Europe occidentale en font une zone stratégique pour l'énergie fossile et souvent en proie à des crises politiques et des guerres. L'influence russe et la grande présence de ses ressortissants dans cette région ukrainienne renforce l'instabilité.

Malgré un climat extrêmement froid en hiver, l'agriculture est développée en périphérie de la ville. C'est grâce à la terre noire, très présente dans la région et particulièrement arable. Il est probable que d'ici 2050 l'impact des énergies fossiles aura diminué, de même que l'industrie métallurgique. Ces diminutions devraient apporter une certaine accalmie à la région et laisser encore plus de place à l'agriculture.

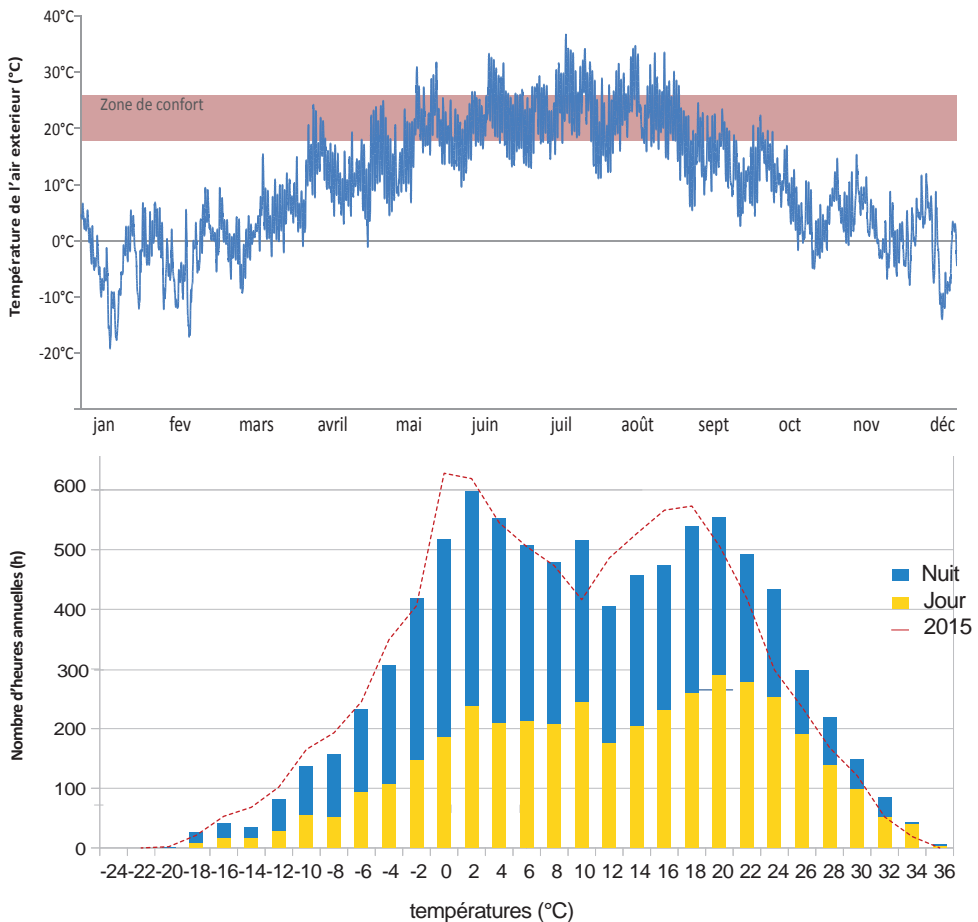
Analyse climatique Donetsk 2050

Cette étude climatique de Donetsk en 2050 a été réalisée à l'aide du logiciel *meteonorm*, suivant les prévisions du scénario B1 du GIEC. Bien que ce scénario soit l'un des plus cléments, une augmentation des températures de l'ordre de 1°C est à prévoir dans cette région. Le climat perdure cependant rude, avec d'importantes variations saisonnières.



Les températures

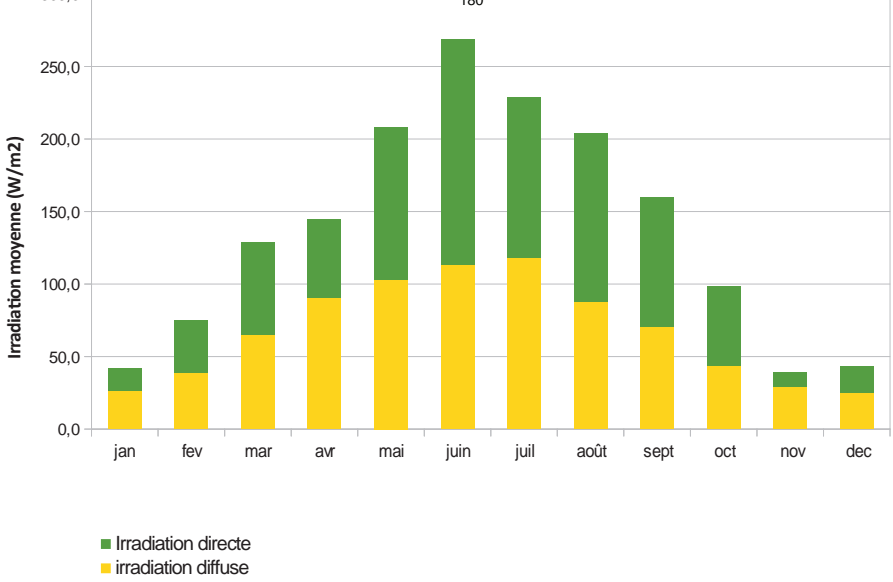
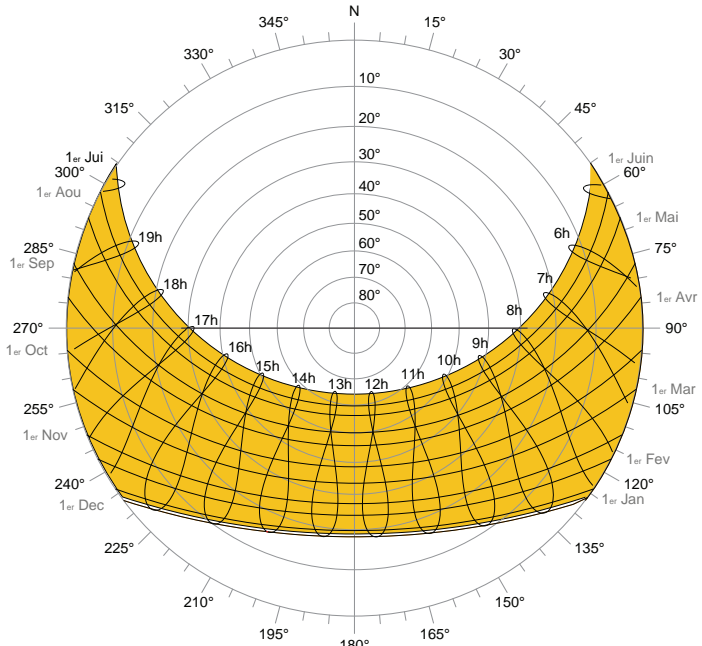
La double bosse dans la répartition des températures est symptomatique des climats continentaux, avec des températures extrêmes tant dans le froid que dans le chaud. Il en résulte toutefois une nette prédominance du froid, avec un hiver long et rude et une température annuelle moyenne de 9,2°C.

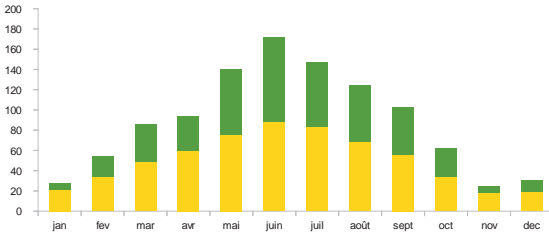


Température moyenne : 10,3°C
 Température maximale : 37°C
 Température minimale : -19°C
 Ecart journalier maximal: 19°C

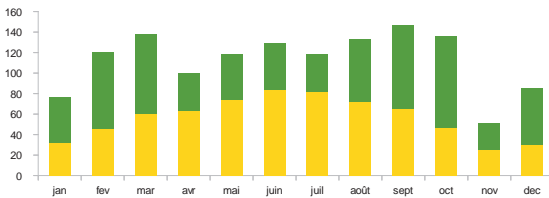
Degré jour froid jour (18°C) : 1323
 Degré jour froid nuit (18°C): 2064
 Degré jour chaud jour (25°C): 83
 Degré jour chaud nuit (25°C): 36

L'ensoleillement

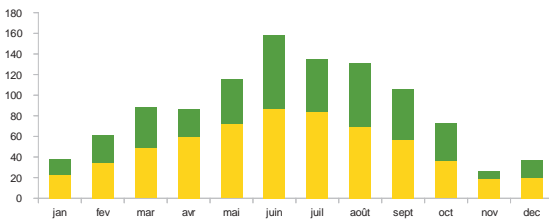




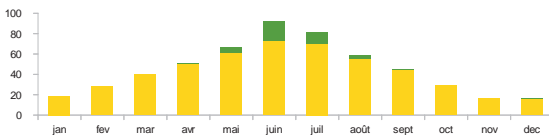
Est



Sud



Ouest



Nord

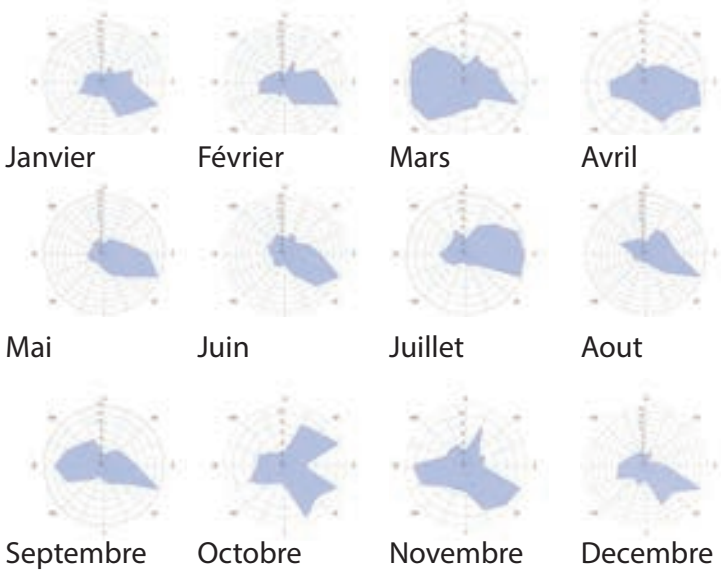
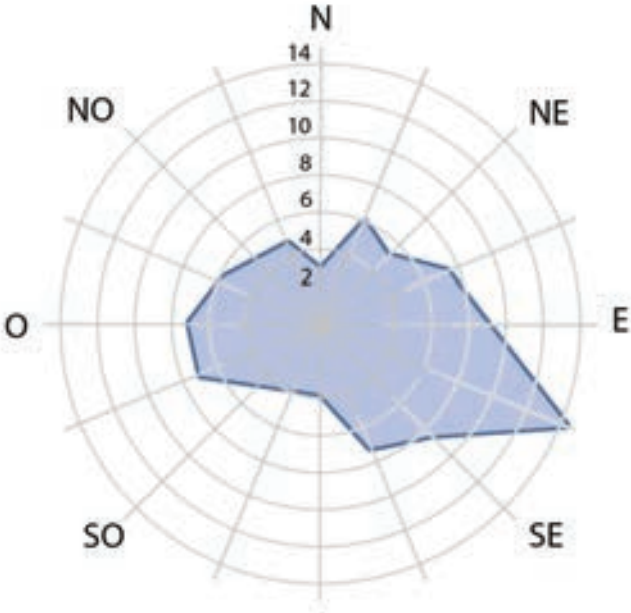
En raison de sa latitude, Donetsk possède une course du soleil relativement proche de celle que nous avons à Paris, avec des journées allant de 9h en hiver à 16h en été.

Le soleil frappe la façade sud beaucoup plus verticalement en été qu'en hiver, ce qui entraîne une irradiation à peu près constante tout au long de l'année. Il est aisé à l'aide d'ouvertures dans cette orientation, couvertes par une casquette, de maximiser les apports en hiver et de s'en protéger en été.

A contrario, les façades est et ouest subissent des différences d'expositions au soleil beaucoup plus marquées et les ouvertures qui y seraient situées pourraient être sources de surchauffes en été et de déperditions calorifiques en hiver.

La façade nord reçoit quant à elle un tout petit peu d'ensoleillement direct uniquement en été, et très tôt le matin et tard le soir.

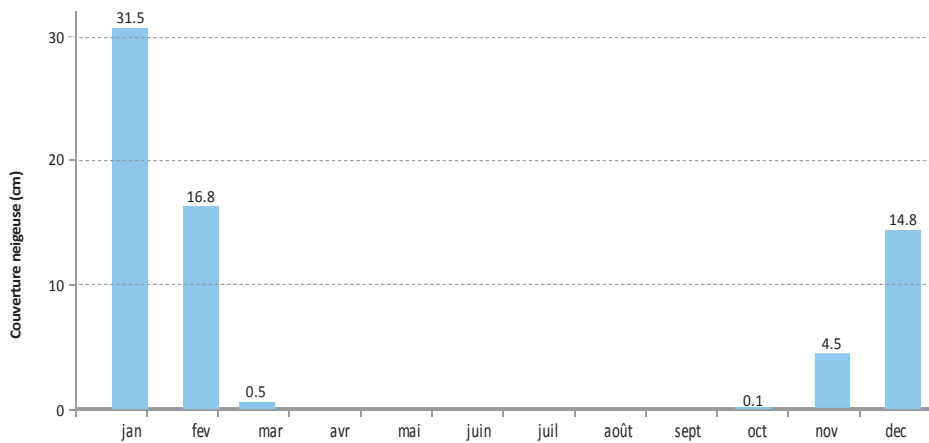
Le vent



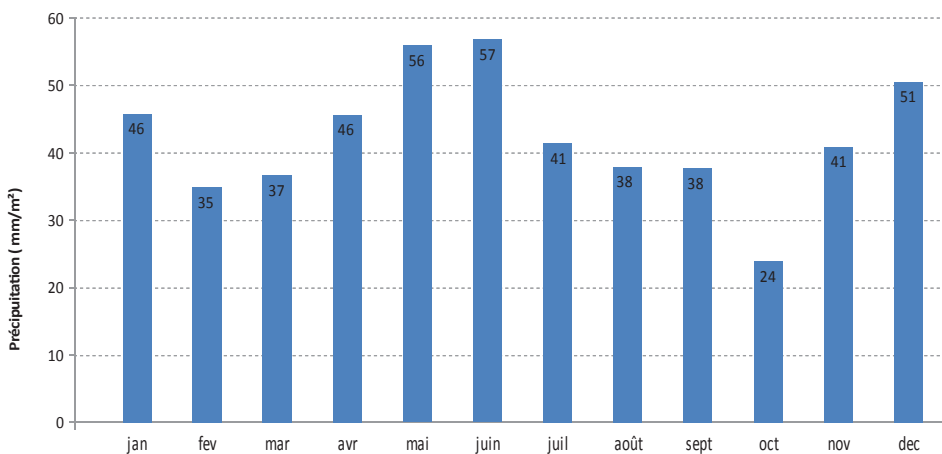
La neige et les précipitations

Il n'y a pas à Donetsk de véritable saison sèche, ni de saison humide. La pluviométrie est constante tout au long de l'année mais plus sous forme orageuse en été, de neige en hiver et de simple pluie au printemps et à l'automne.

Il est en revanche très important de prendre en compte la couverture neigeuse durant l'hiver. Elle peut s'étendre d'octobre à mars et ponctuellement atteindre plus d'un mètre.



Couverture neigeuse

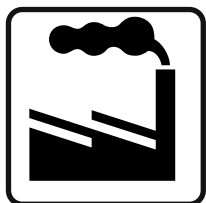


Précipitation moyenne sur l'année : 42mm/mois

Enjeux



L'industrie intensive et le puisage des ressources fossiles entraînent une pollution importante des eaux. Cela crée une véritable carence.

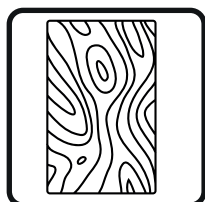


L'industrie, notamment métallurgique est, avec l'agriculture, la principale activité économique de la région. Toutefois, il est probable que d'ici 2050, cette dernière se réduise considérablement.



L'influence politique et culturelle du puissant voisin russe, la grande richesse des sols et la variété ethnique sont à l'origine de tensions politiques récurrentes.

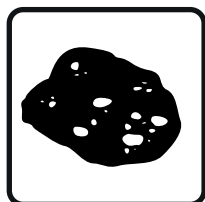
Ressources



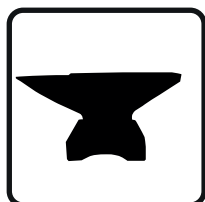
Bien que la région de Donetsk soit en retard par rapport au reste du pays dans la culture et l'usage du bois, cette ressource reste importante et un plan de renforcement est en cours.



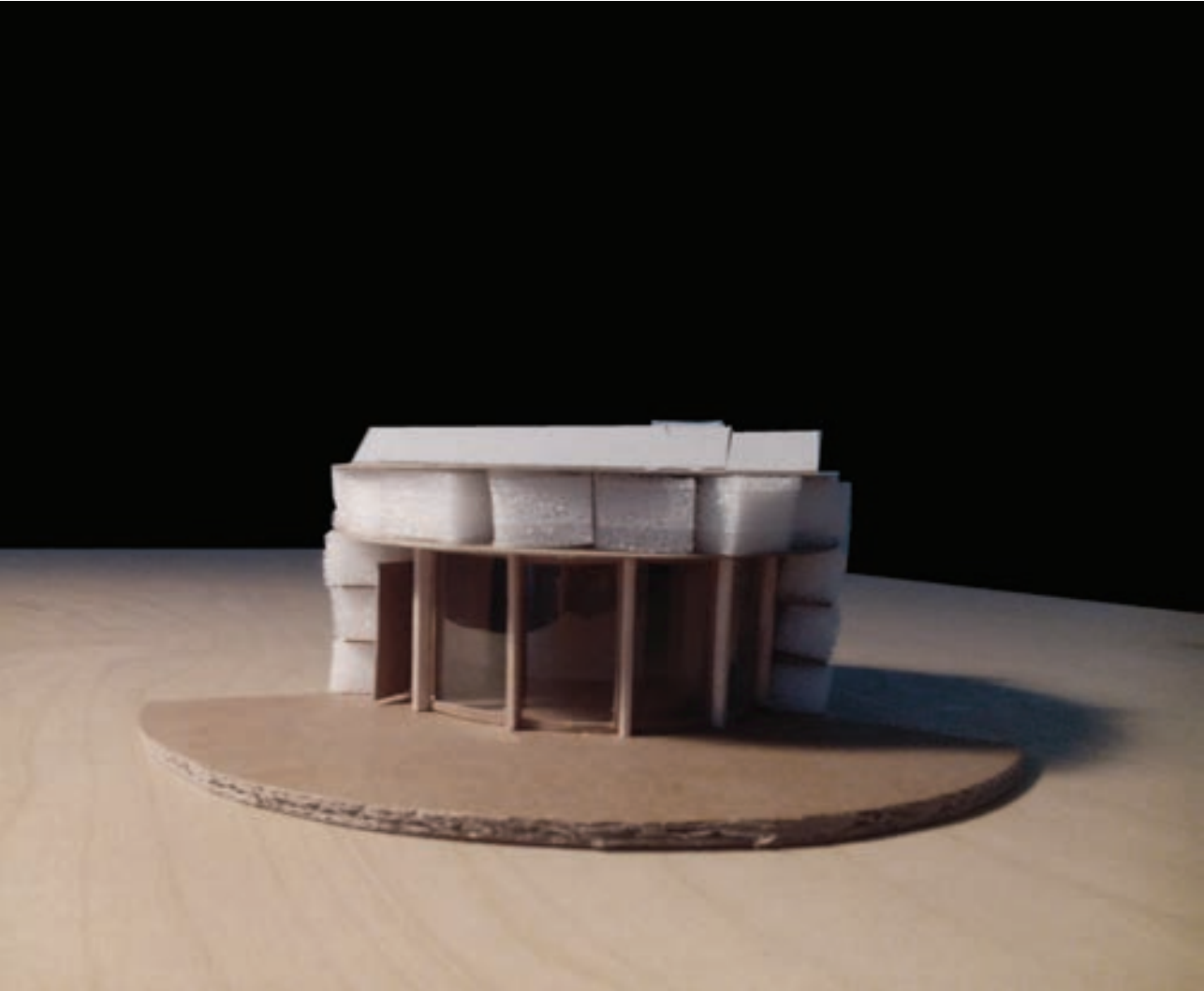
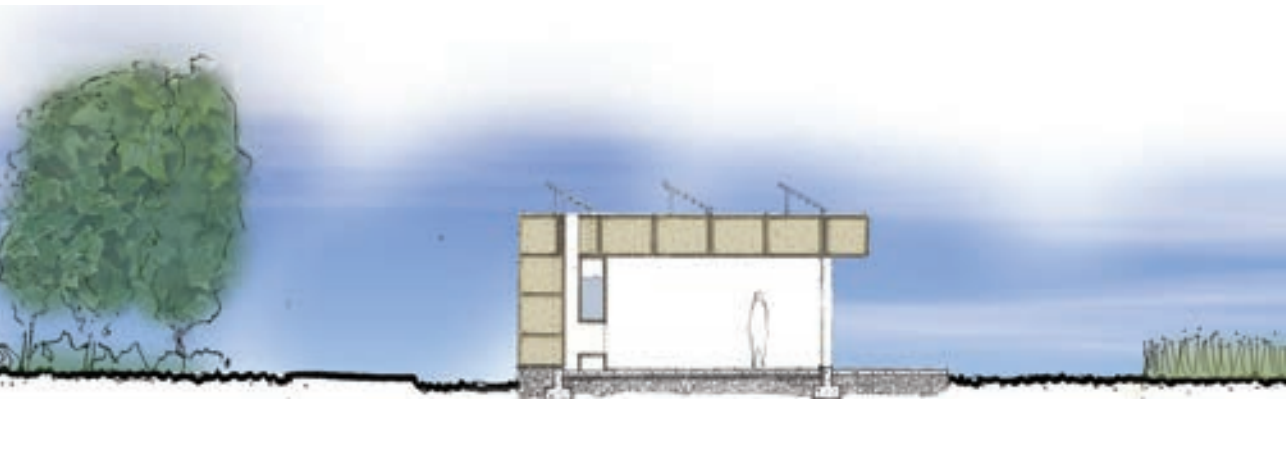
La présence de Tchernoziom, une terre noire particulièrement fertile rend la région très propice à l'agriculture. Aujourd'hui, la culture céréalière et l'élevage sont les plus développés. Des ressources peuvent en être tirées pour la construction et le chauffage, comme la paille.



La région est riche en calcaire. Historiquement, ce sont surtout les bâtiments publics et religieux qui en profitent. Mais il est également utilisé dans l'habitat individuel.



L'industrie métallurgique est forte grâce à l'importante ressource locale. La réduction de l'activité industrielle devrait être en partie compensée par un important gisement recyclable et réutilisable.





L'abri projeté dans ce diogène mesure 20m² et est destiné à un agriculteur. Il est situé entre le bocage de son champs et un chemin de terre permet l'accès.

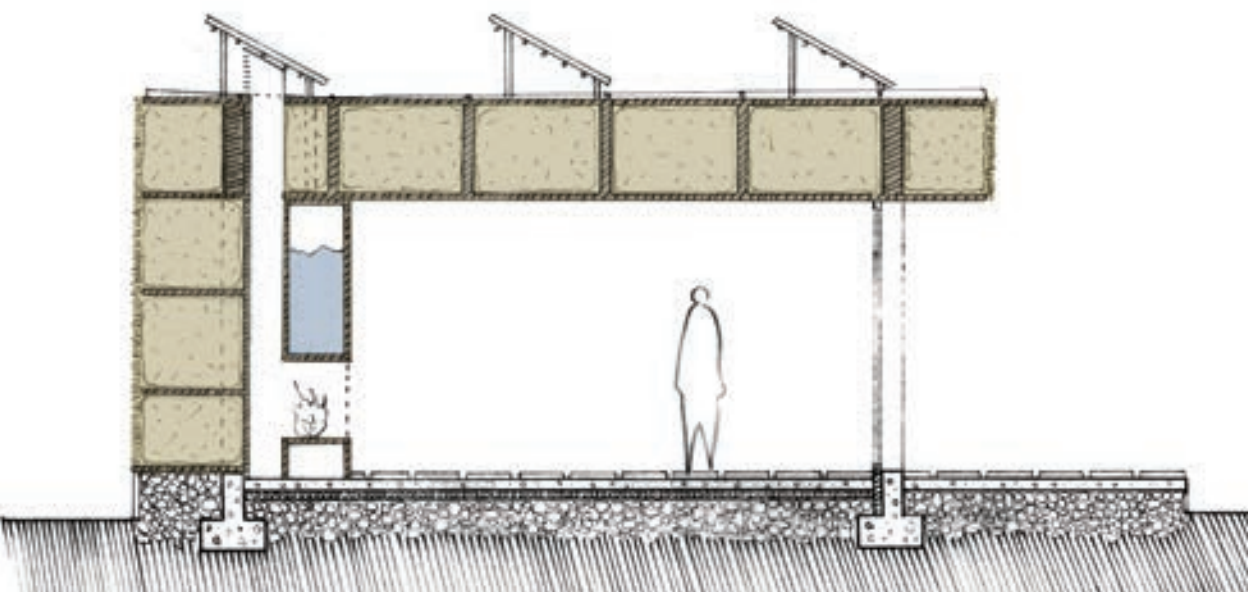
L'occupant réalise une culture principalement céréalière. Il en récupère une partie de la paille pour la construction de son abri, l'entretien, et le chauffage.

Il vit seul tout au long de l'année, bien que son logement lui permette de recevoir ponctuellement de la visite. Son travail à l'extérieur dure la majorité de la journée, a fortiori durant l'été.

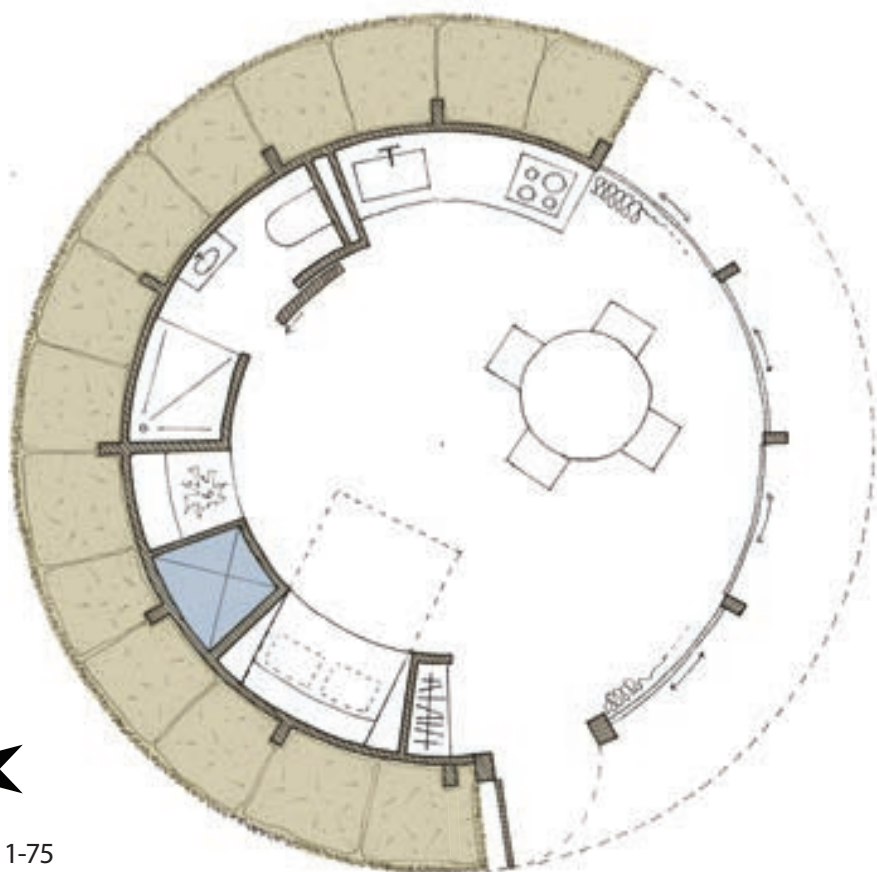
Il est important que son logement lui offre le confort dont il a besoin pour se reposer, se laver et manger le soir, tout en pouvant continuer de surveiller ses champs. Il y effectue également la partie administrative de son travail, grâce à un ordinateur portable et une imprimante.

Il possède pour son travail en extérieur et pour se rendre un ville, un tracteur et une voiture tous les deux électriques, et chargés grâce à l'énergie qu'il produit.

Son abri se nourrit de son activité agricole et lui permet également d'y travailler dans les meilleures conditions possibles.



Coupe 1-75



Plan 1-75

LE PROJET

Description

Pour répondre aux conditions de froid particulièrement importantes en hiver, l'abri possède une forme ronde, qui lui permet d'atteindre les 20m² en ayant un minimum de surfaces déperditives.

Les différentes fonctions sont installées en périphérie : lit-convertisible, cuisine, poêle, salle de bain, rangements, réserves d'eau. Elles sont organisées de manière compacte, afin d'optimiser la consommation d'énergie et notamment la production de chaleur. Le cœur du cercle, prolongée par la grande baie vitrée au sud, est laissé libre comme lieu de vie principal.

La construction se compose d'un noyau solide en bois autour duquel sont disposés des blocs de paille, qui permettent l'isolation. Ils sont recouverts d'une couche de chaume afin d'assurer une étanchéité et une protection au feu. L'agriculteur peut entretenir et remplacer les parties abîmées de cette enveloppe lorsqu'il le souhaite, avec la paille qu'il produit lui-même.

L'épaisseur importante de cette paroi est utilisée pour créer un casquette au dessus de la baie vitrée. Elle apporte un confort d'été, et évite en hiver l'enneigement juste devant la porte.

Cette baie vitrée est entièrement coulissante et peut s'ouvrir afin de ventiler naturellement le logement en été. Elle est toute hauteur et offre en plus d'importants apports solaires, une vue agréable sur les champs. Des rideaux isolants permettent de mieux isoler la nuit ou lorsque l'occupant est à l'extérieur.

Le sol a été recouvert d'un parement en pierre calcaire locale. Cela apporte une certaine inertie à l'abri et permet de stocker les apports solaires de la journée et d'en redistribuer une partie durant la nuit. C'est également le cas du sol devant la fenêtre afin de permettre un prolongement extérieur confortable durant les nuits d'été.

La toiture, est recouverte de panneaux photovoltaïques, qui produisent l'électricité du logement. L'eau de pluie y est également récupérée avant d'être filtrée et consommée par l'agriculteur.

Panneau solaire hybride - 20m² - 30° d'inclinaison

Toiture légèrement inclinée en bois

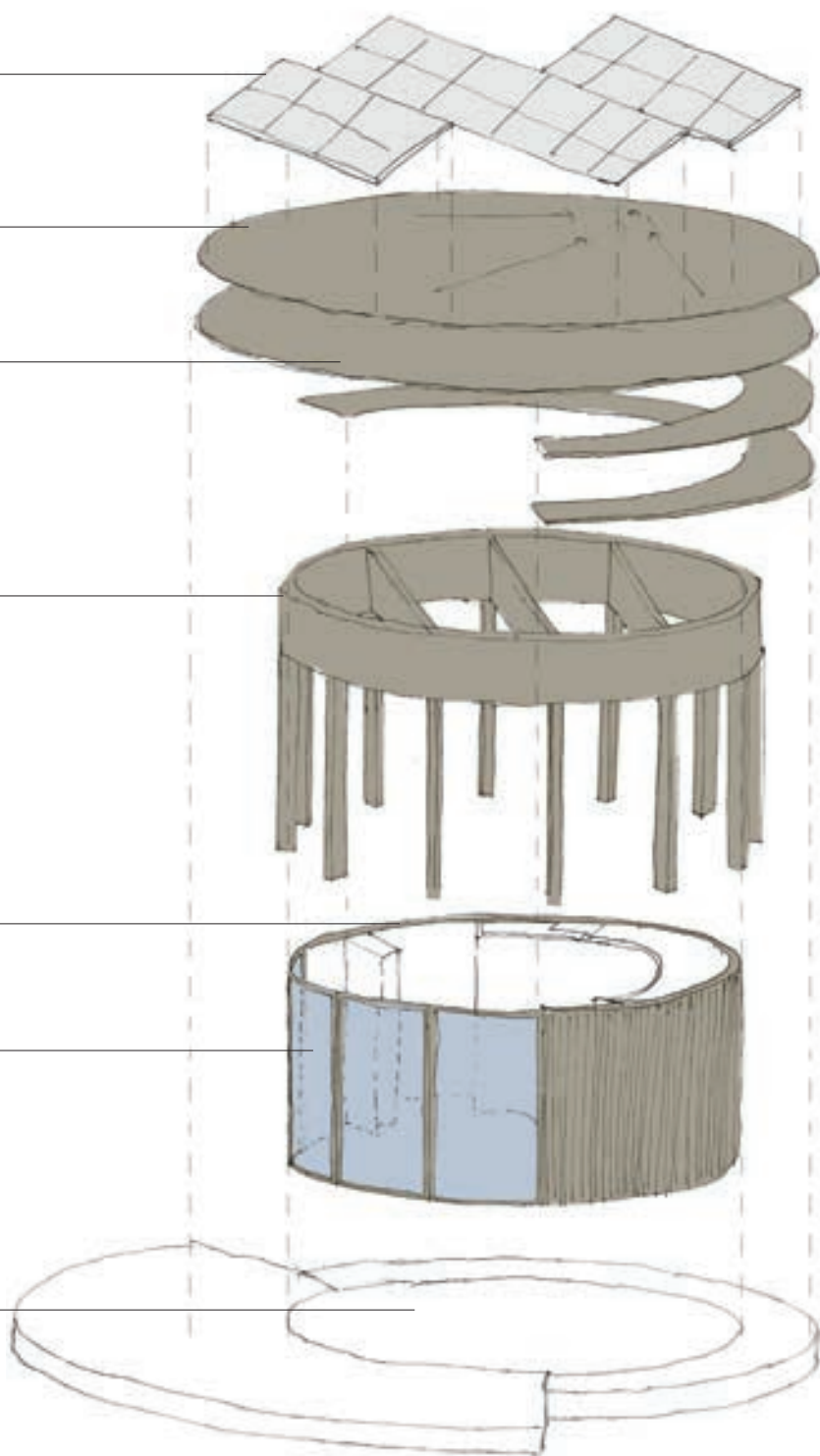
Supports en bois pour la paille

Structure poteaux- poutres en bois

Platelage étanche en bois

Baie vitrée coulissante en double vitrage avec rideaux thermiques en laine de mouton

Sol à moyenne inertie, recouvert d'un parement en pierre



$U \text{ vitrage} = 2.4 \text{ W/K.m}^2$	$S \text{ vitrage} = 14.3 \text{ m}^2$
$U \text{ vitrage rideaux fermés} = 0.9 \text{ W/K.m}^2$	
$U \text{ mur en paille} = 0.008 \text{ W/K.m}^2$	$S \text{ mur en paille} = 28.3 \text{ m}^2$
$U \text{ mur en bois} = 0.5 \text{ W/K.m}^2$	$S \text{ mur en bois} = 2.5 \text{ m}^2$
$U \text{ porte} = 2.5 \text{ W/K.m}^2$	$S \text{ porte} = 2 \text{ m}^2$
$U \text{ toit} = 0.1 \text{ W/K.m}^2$	$S \text{ toit} = 20 \text{ m}^2$
	$S \text{ enveloppe} : 67.4 \text{ m}^2$

$U \text{ Bat jour} = 0.71 \text{ W/K.m}^2$

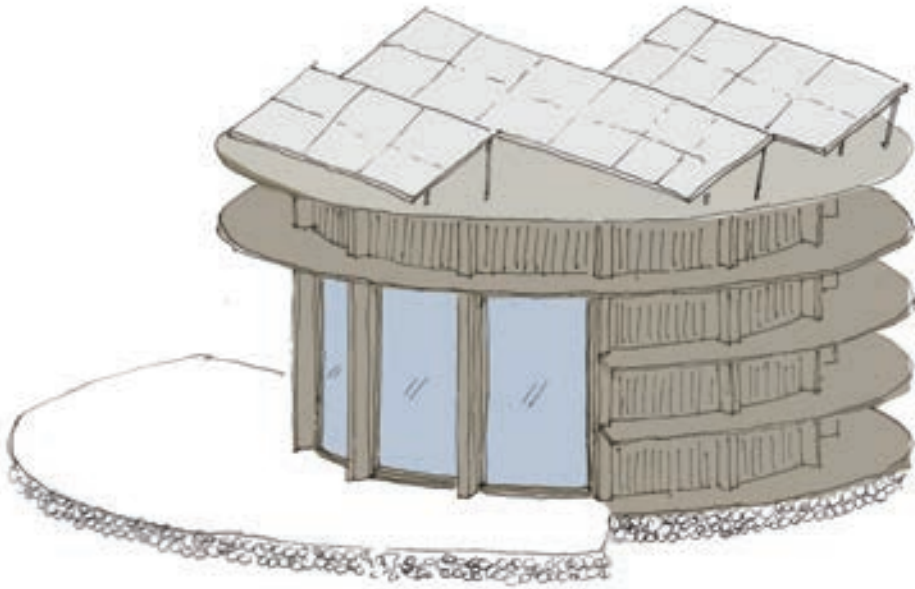
$U \text{ Bat nuit} = 0.38 \text{ W/K.m}^2$

Déperditions de la façade (jour) = 63 kWh/an

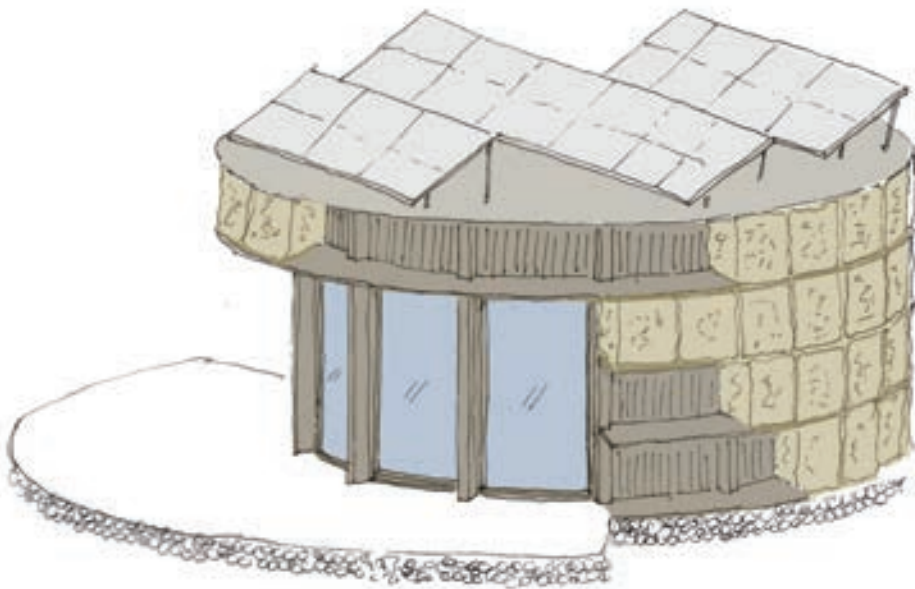
Déperditions de la façade (nuit) = 52 kWh/an

Déperditions totales de la façade (nuit) = 115 kWh/an

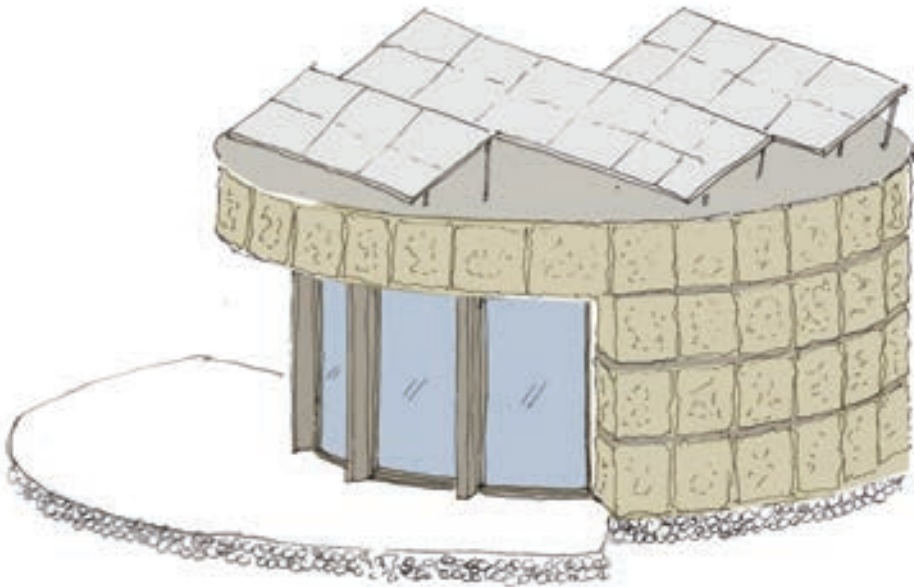
Un façade recouverte de paille



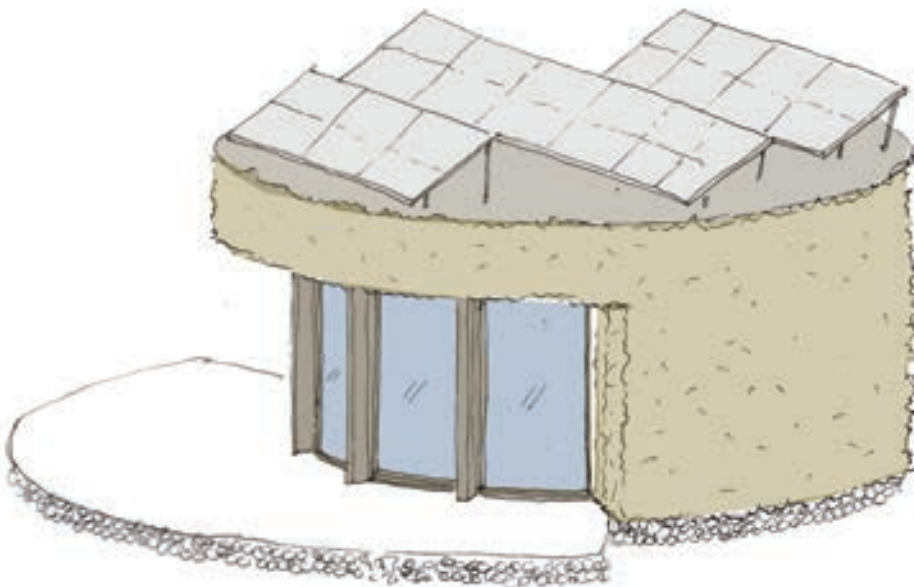
1- Un noyau simple et léger en bois



2- Des ballots de pailles pour l'isolation

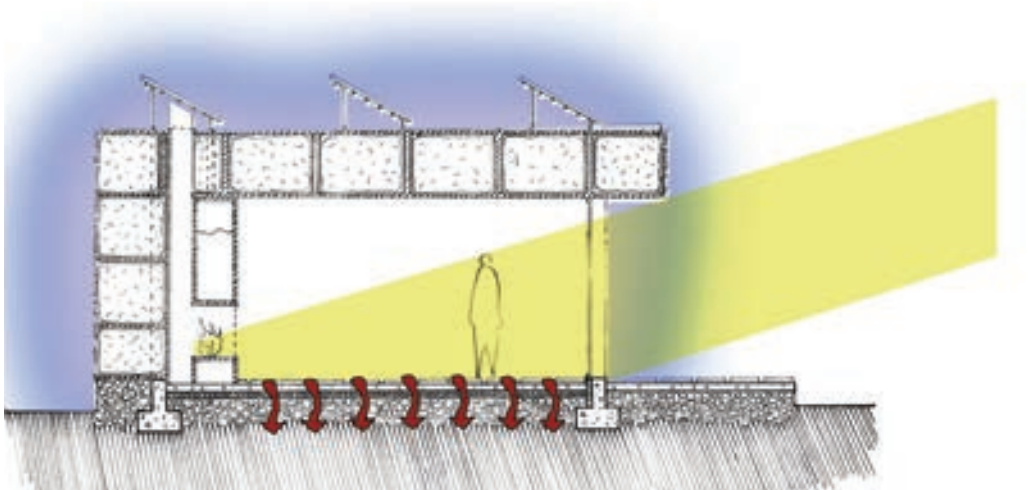


3- Compactage de la paille pour renforcer sa tenue et son inertie thermique



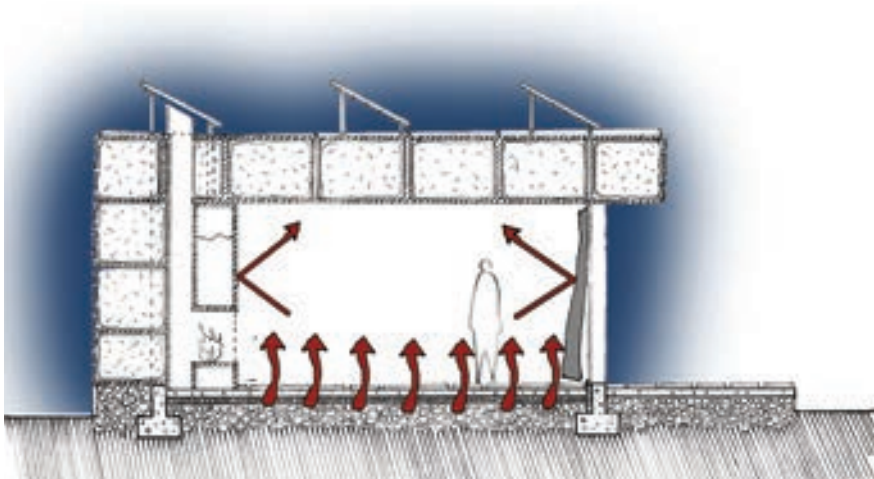
4- Une couche de chaume pour l'étanchéité et la protection au feu

Le fonctionnement climatique en hiver



Hiver - jour :

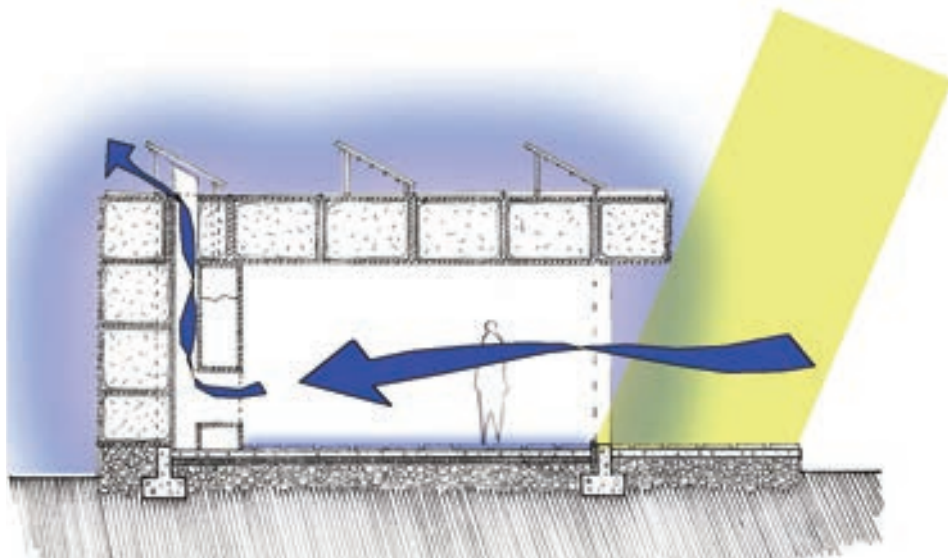
Captation d'un maximum d'apports solaires et stockage d'une partie dans le plancher de moyenne inertie.



Hiver - nuit :

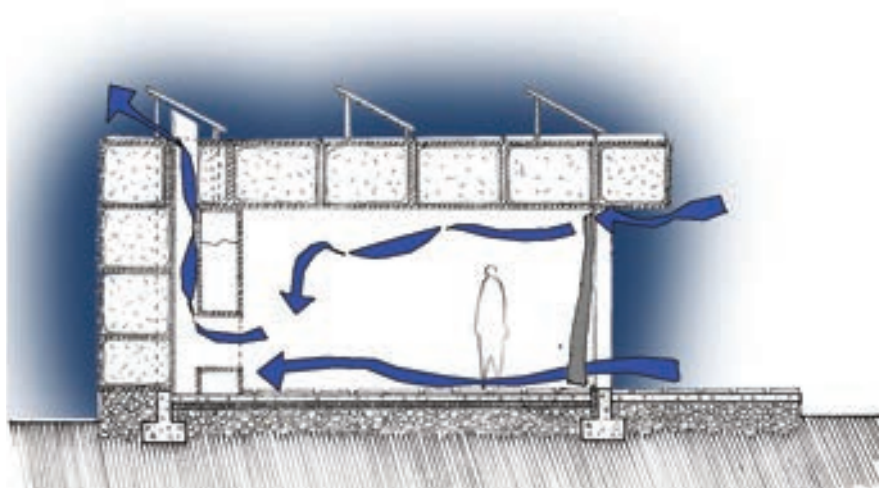
L'énergie captée par la dalle est retransmise et des rideaux en laine de mouton refermés renforcent l'isolation globale.

Le fonctionnement climatique en été



Été - Jour :

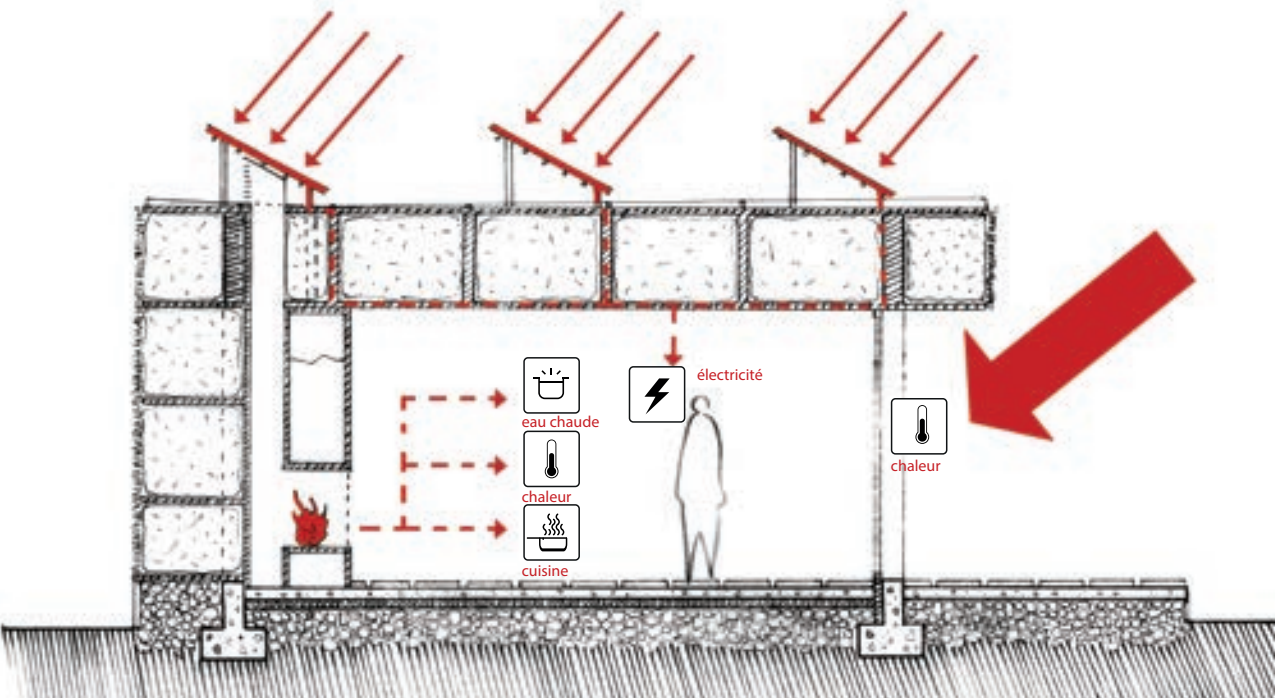
Protection contre les apports solaires et ventilation par ouverture des fenêtres.



Été - Nuit :

Ventilation contrôlée via les aérations situées dans les menuiseries des fenêtres.

Production locale d'énergie



Différentes sources d'énergie

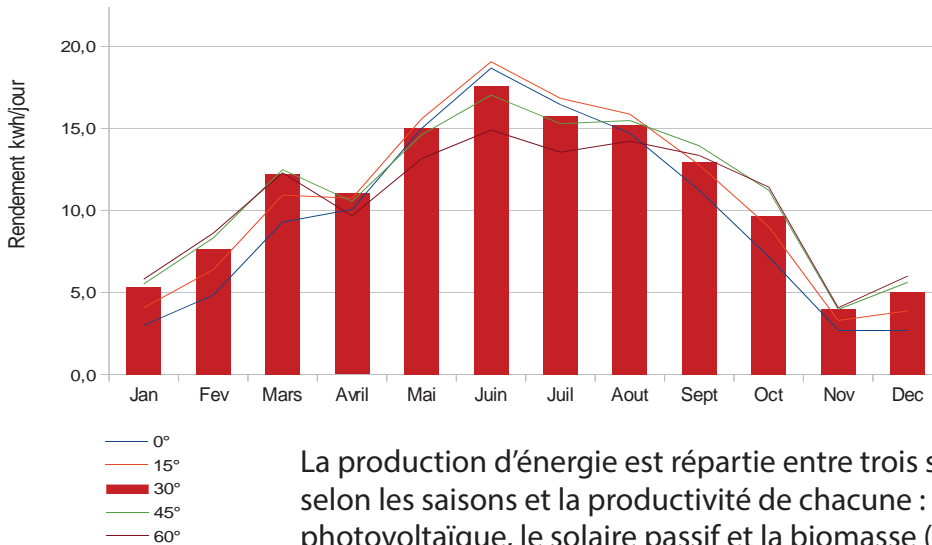


Panneaux solaires hybrides :

En hiver de l'eau chaude circule à l'arrière des panneaux afin de faire fondre la neige.

En été, l'eau est chauffée par le panneau en même temps qu'il produit de l'électricité.

En absorbant cette chaleur, elle évite la surchauffe des panneaux et améliore leur rendement.



La production d'énergie est répartie entre trois sources selon les saisons et la productivité de chacune : le solaire photovoltaïque, le solaire passif et la biomasse (paille brûlée).

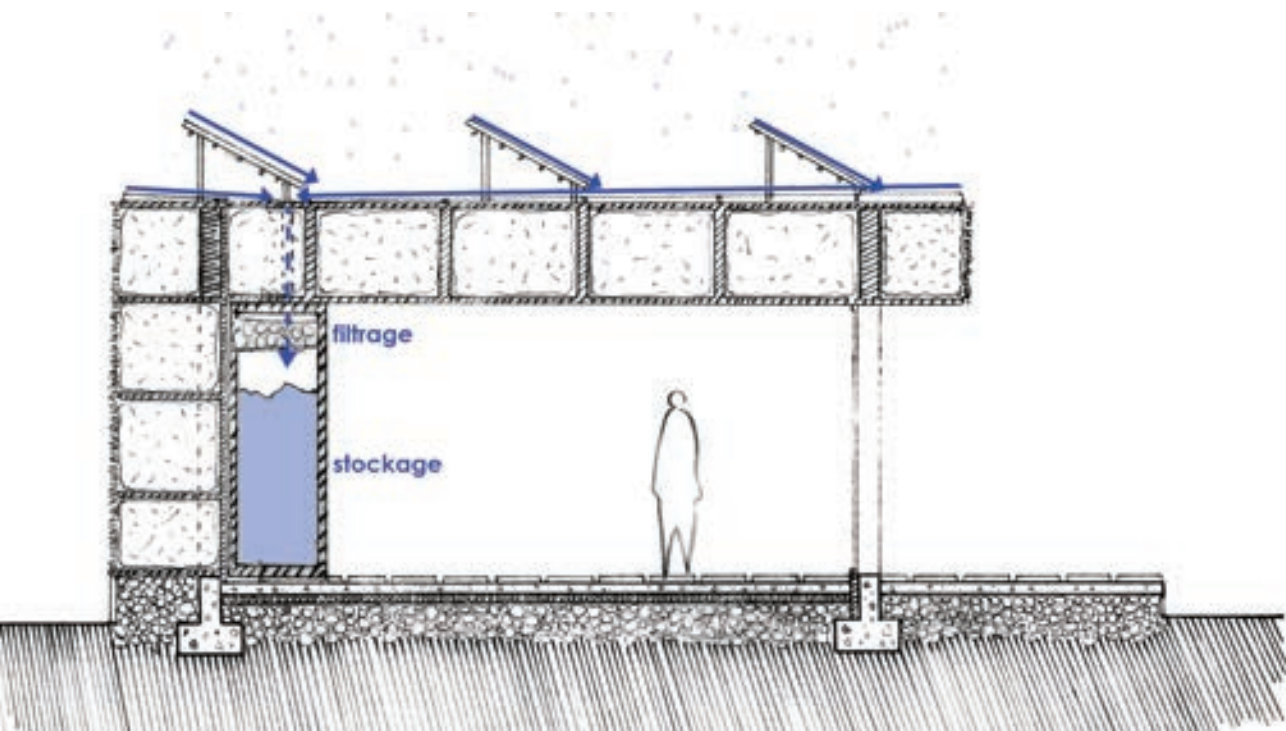
La faible production photovoltaïque en hiver est compensée par la biomasse et par une consommation plus légère.

Consommation d'énergie :

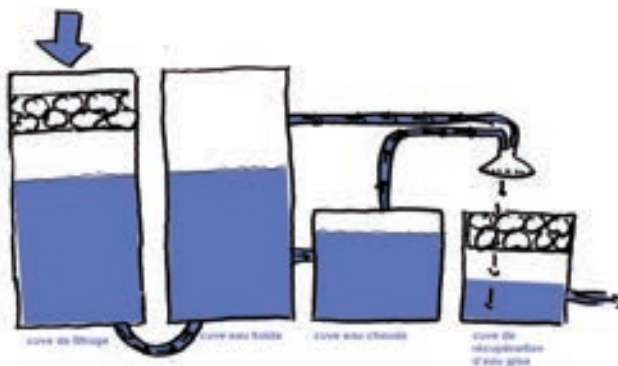
- Électronique : (ordinateur, routeur, téléphone portable, imprimante) 0,3kWh/jour
- Électroménager : (frigo, lave-linge, réveil, fer à repasser) 1,9kWh/jour
- Cuisine : (plaques, micro-onde, poêle) 2,3kWh/jour (répartie entre électricité et feu de paille selon les saisons)
- Lumière : 0,2 kWh/jour
- Eau chaude : 2,2kWh/jour

- Voiture électrique : 1,4kWh/jour en hiver et 3kWh/jour en été
- Tracteur électrique : 3,8kWh/jour en été.

Récupération des eaux de pluie



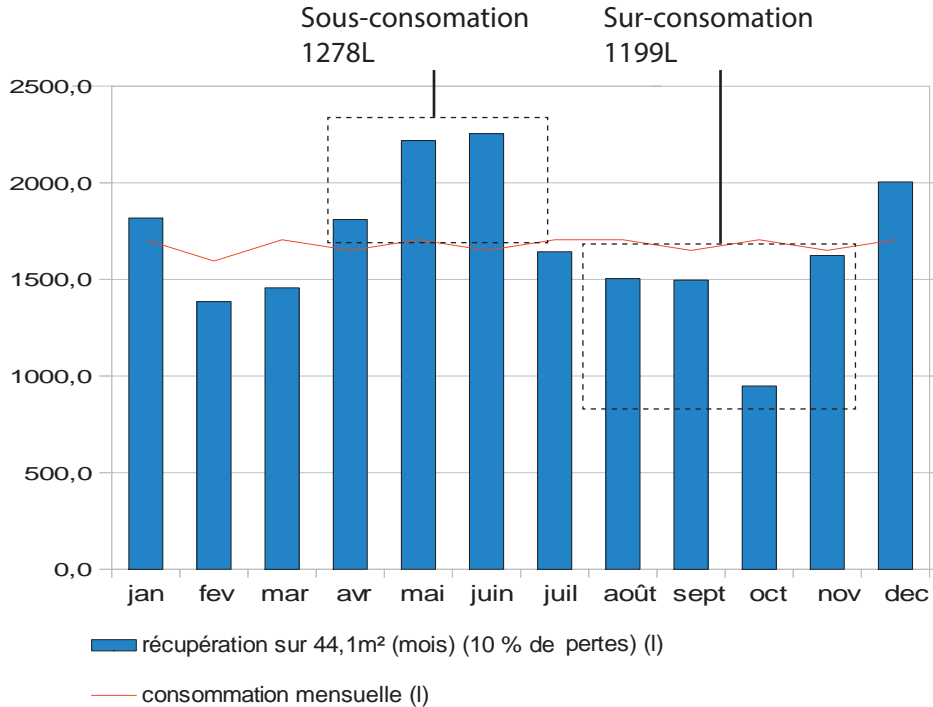
Récupération des eaux de pluie en toiture



La consommation totale journalière est de 100L/jour. L'eau pluviale ne permet pas une telle consommation. C'est pourquoi elle est utilisée dans un premier temps aux usages qui nécessitent de l'eau potable puis récupérée en partie et filtrée afin de répondre aux autres usages

Dimensionnement de la cuve de stockage :

Conso mensuelle + sur-conso max = 1705+1278 = 2983L (2.98m³)



L'eau des sols de Donetsk étant polluée et les réseaux peu efficaces, l'autonomie en eau se fait grâce à la récupération d'eau pluviale. Elle est filtrée et rendue potable sur place.

Eau potable : 55L/jour

- Douche : 40L/jour
- Petite toilette : 5L/jour
- Vaisselle : 5L/jour
- Cuisine- boissons : 5L/jour

Eau potentiellement non potable : 45L/jour

- WC : 30L/jour
- Lessive : 10L/jour
- Ménage : 5L/jour

eau pluviale
récupérée en
toiture et filtrée
55 l/j

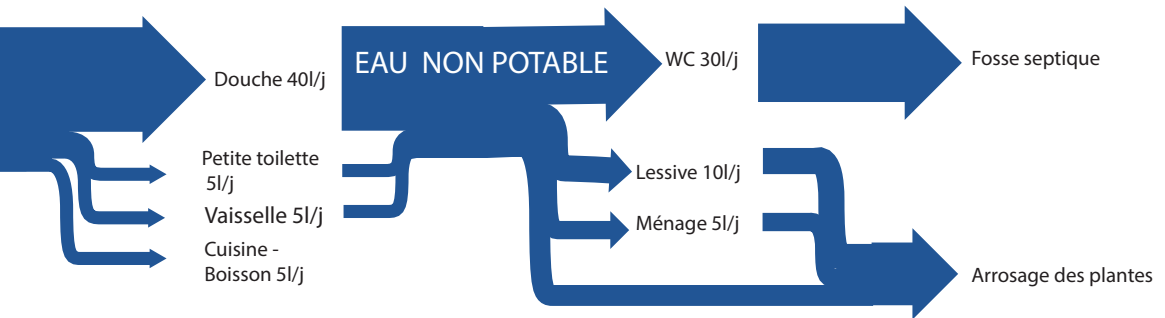
Eau pluviale
supplémentaire
20 l/j

EAU POTABLE

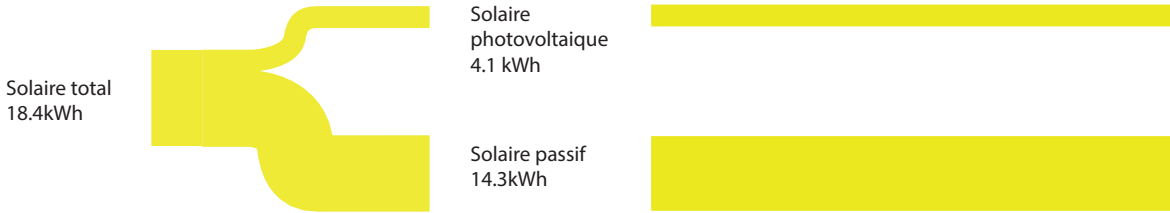
Eau stockée pour les
périodes sèches
jusqu'à 20l/jour

SYNTHÈSE

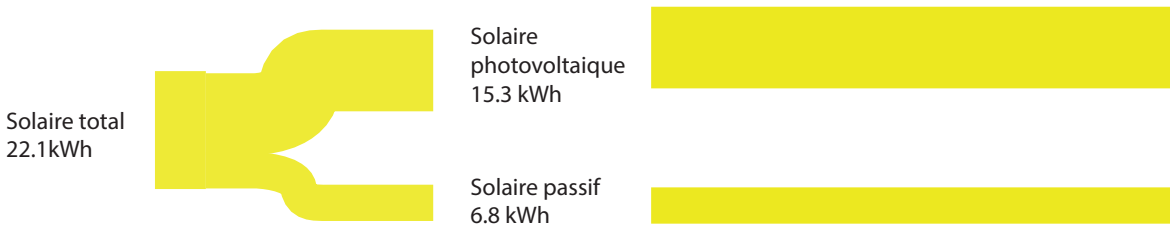
Diagramme de Sankey de l'eau



Journée type - Hiver

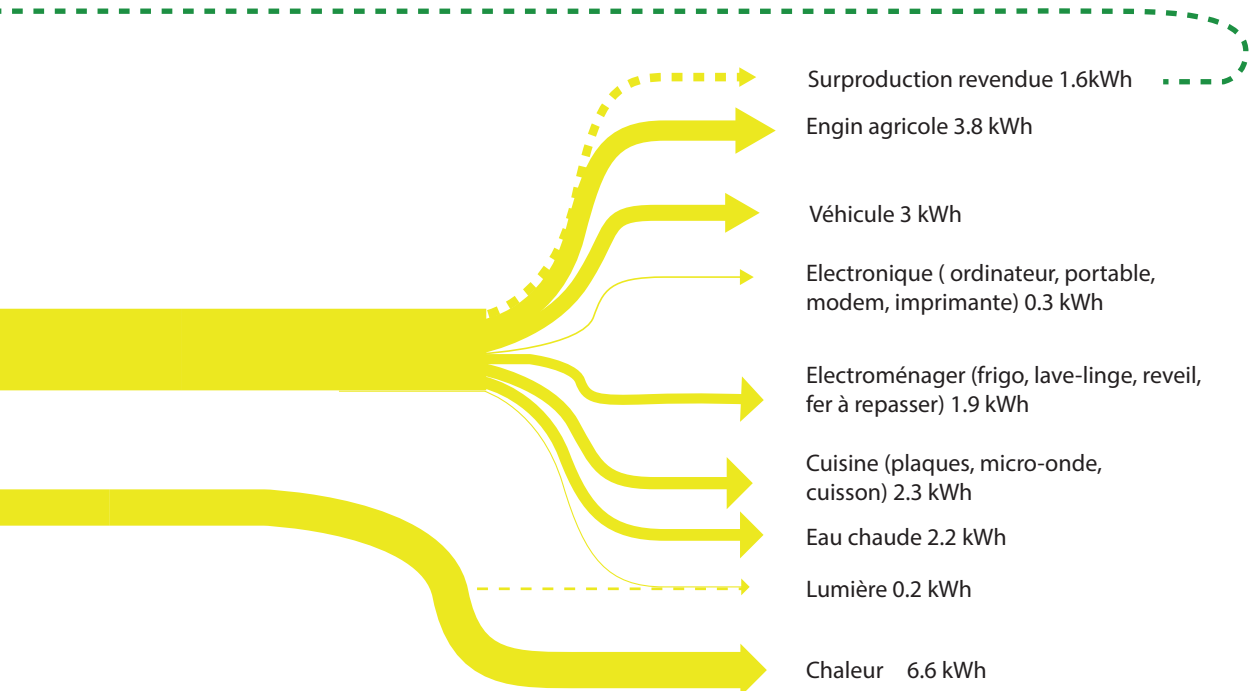
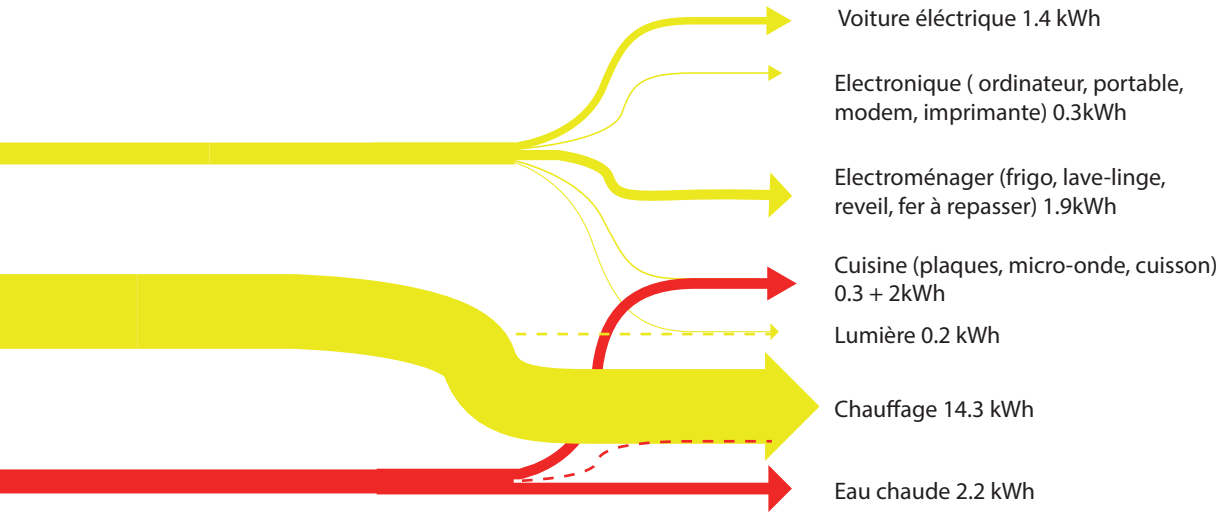


Journée type - Eté



SYNTHÈSE

Diagrammes de Sankéy de l'énergie





SYNTHÈSE

Conclusion





source : ntpressoffice.files.wordpress.com

ÎLE DE WIGHT

Royaume - Uni



Latitude : 50° 66' N

Longitude : -1° 48' O

Altitude : 75 m

Lysiane Kaiser



LE SITE

Géographie, histoire et culture
Matériaux et ressources
Implantation du diogène
Données et analyse climatique

LE PROJET

Intentions et recherches
Spatialité et usages
Stratégies bioclimatiques
Structure et matériaux

ÉNERGIE & FLUX

Besoins et productions

SYNTHÈSE

Vue du diogène
Détail & maquette



1



2



3

1. Plan géologique de l'île de Wight
source : <www.southampton.ac.uk>
2. Vue sur les falaises de craies, Île de Wight
source : <photoadventuresbyjani.blogspot.fr>
3. Falaises d'*Alum Bay*, Île de Wight
source : <needlespleasurecruises.co.uk>

LE SITE

Géographie, histoire et culture

L'ÎLE DE WIGHT



Située au Sud du Royaume-Uni dans la Manche, l'île de Wight est la plus grande île d'Angleterre avec une superficie de 384 km² et 140 000 habitants. Connue pour ses festivals renommés de musique pop, son climat doux, la variété de ses paysages et de ses plages, elle jouit d'une forte activité touristique.

Son paysage est dessiné par la dorsale de calcaire qui la traverse. Au nord on trouve un paysage de bois et de pâtures peu élevés et au sud plutôt des terrains ouverts bordés de hautes falaises. L'île culmine à 241 m avec le *St Boniface Down* situé à son extrémité sud.

À l'ouest les remarquables falaises de craie de l'*Alum Bay* (d'où est extrait l'alun) se terminent par une série de trois aiguilles appelées pour cette raison *The Needles*.

Comme on le devine à la couleur de ses falaises, l'île sédimentaire est très riche du point de vue géologique. La carte géologique montre deux grandes familles de formations : Crétacé dans la moitié sud et Paléogène dans la moitié nord. Au milieu, on trouve un affleurement assez étroit de craie déposée au cours du Crétacé supérieur.



1



2



3



4



5



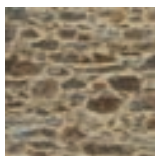
6

1. Toits de chaume au village de *Godshill*
source : <www.djibnet.com>
2. Construction traditionnelle sur la route de *Compton Farm*
source : google maps
3. Abbaye Notre Dame de Quarr
source : <www.quarrabbey.org>
4. De nombreux particuliers profitent de l'énergie du soleil.
source : google maps street view
5. De nombreuses fermes sont équipées d'une petite ferme photovoltaïque.
source : google maps
6. Repérage des principales fermes photovoltaïques (en rouge) sur photo satellite de l'île de Wight

RESSOURCES DU SOL ET DU SOLEIL

La situation de l'île pose la question de l'autonomie et de l'acheminement des matériaux et de l'énergie. La richesse du sol a permis d'y puiser des matériaux de construction comme la pierre ou la terre argileuse pour la brique. On trouve aussi, avec les forêts, les bocages et l'agriculture, de multiples matériaux naturels pour construire et se chauffer.

Matériaux



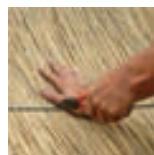
la pierre



le bois

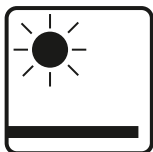


la brique



la chaume

Ressources



Gisement solaire important avec une production moyenne annuelle de 1148 kWh/m². Forte utilisation du photovoltaïque : fermes solaires et chez les particuliers.



Précipitations plutôt régulières et abondantes avec 665 mm/an et 55 mm/mois en moyenne.



Implanté dans ce cadre géographique, historique et culturel particulier, ce diogène est un petit **habitat pour un géologue**. Il est situé sur l’affleurement de craie et au croisement des multiples couches géologiques. Avec une vue sur les falaises et sur la mer, un accès facile par la *Military Road* qui longe la côte et une orientation plein sud, ce logement minimal bénéficie d’une situation idéale.





LOGEMENT POUR UN GÉOGRAPHE



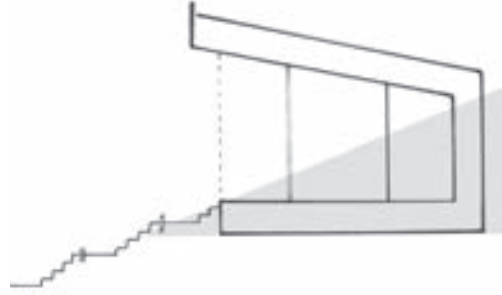
Se servir du sol : la pierre calcaire



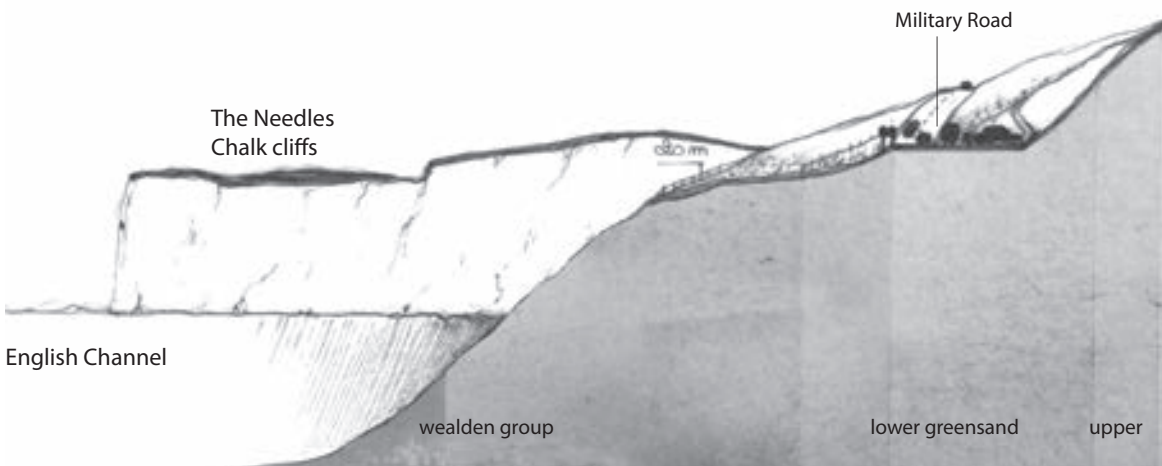
La matière extraite (150 m^3) pour implanter le diogène dans la pente est réutilisée pour sa construction (mur de soutènement, fondations et murs raidisseurs).

Les blocs de pierres récupérés sont maçonnés avec du ciment à la craie.

Les moellons récupérés sont utilisés pour le parement.



Lors de la montée pour accéder au diogène, on traverse différentes couches sédimentaires, les escaliers (creusés sous la couche végétale) permettent d'apercevoir en coupe les différentes roches brutes qui se succèdent.

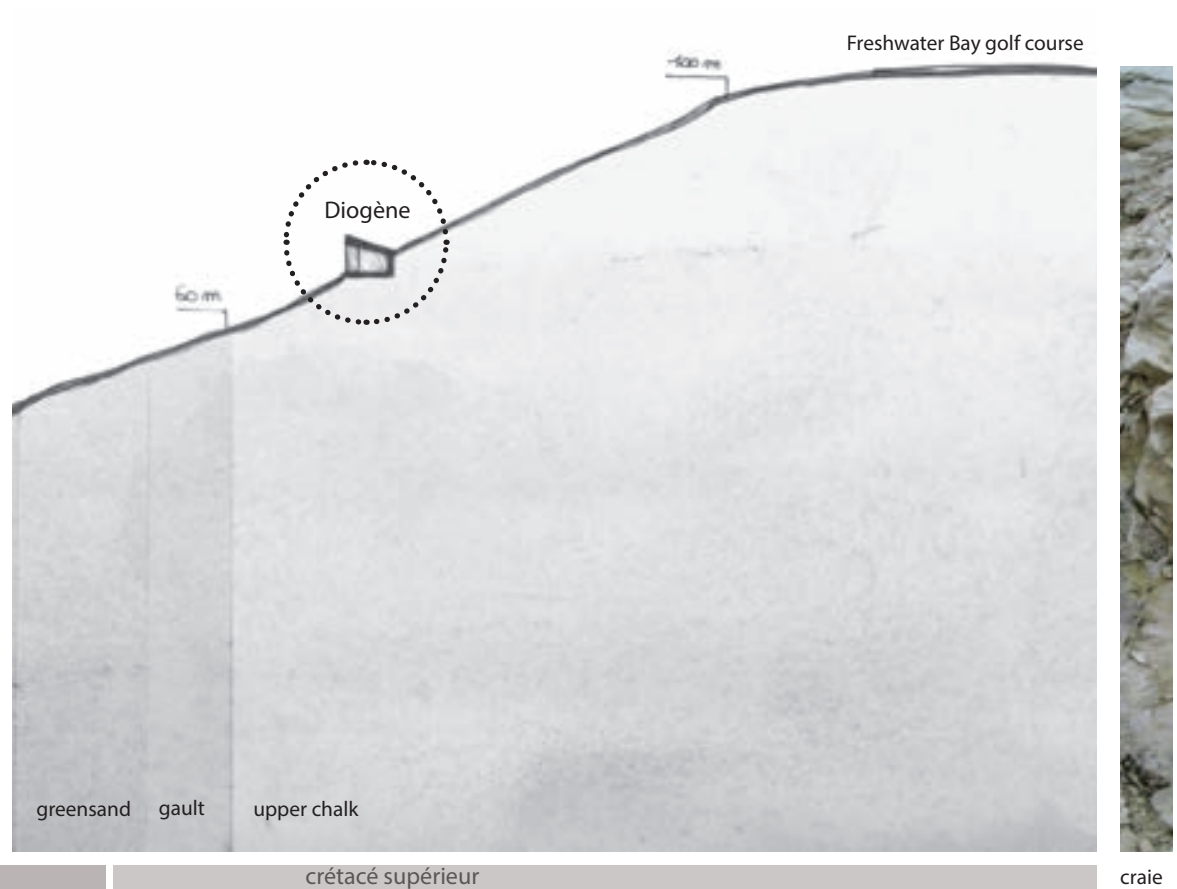


Coupe géologique

10m

crétacé inférieur

UN LIEU D'IMPLANTATION RICHE

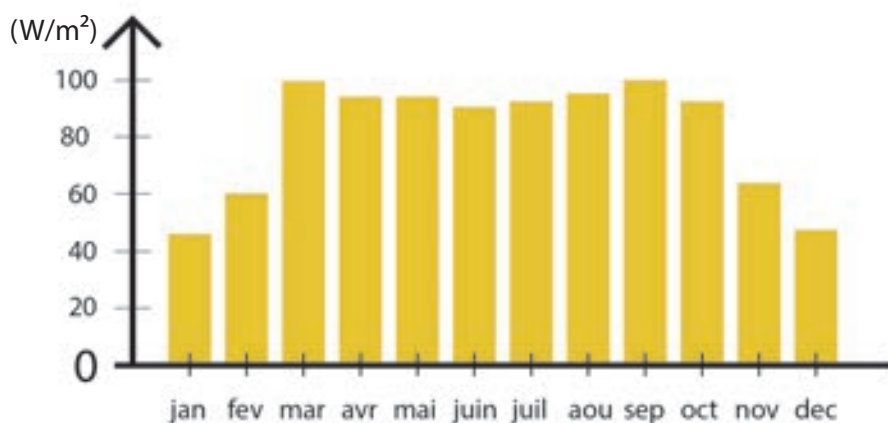




Profiter du soleil

Le rayonnement sur la façade sud (verticale) est plutôt constant au cours de l'année.

Les apports solaires vont permettre de répondre à la fois aux besoins de chauffage (passifs) et à la production d'électricité avec des panneaux photovoltaïques.

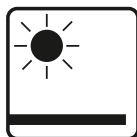


Une pluviométrie régulière

Les pluies régulières vont permettre d'être autosuffisant en eau toute l'année par la récupération du ruissellement en toiture.



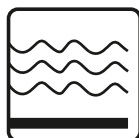
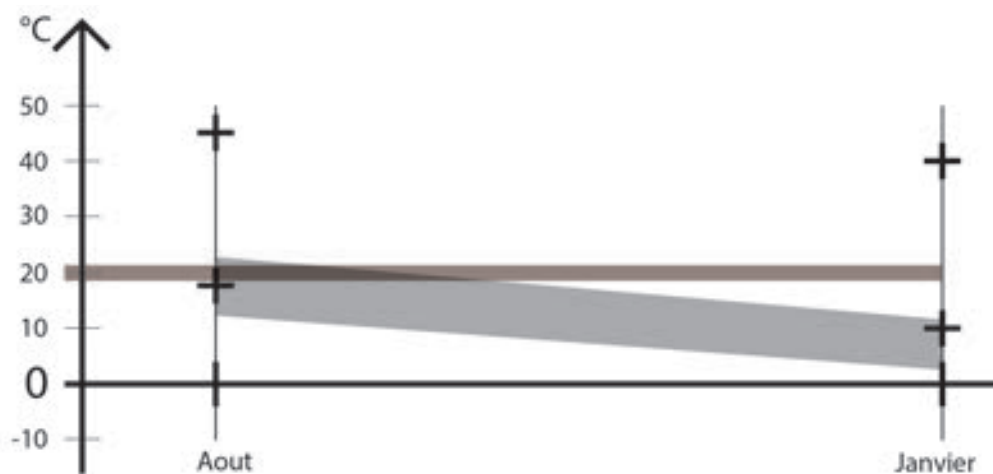
CONTEXTE CLIMATIQUE



Un climat tempéré

La température oscille principalement entre 2°C et 22°C, passe rarement sous les -3°C et au dessus des 25°C.

L'amplitude entre jour et nuit est de l'ordre de 10°C.

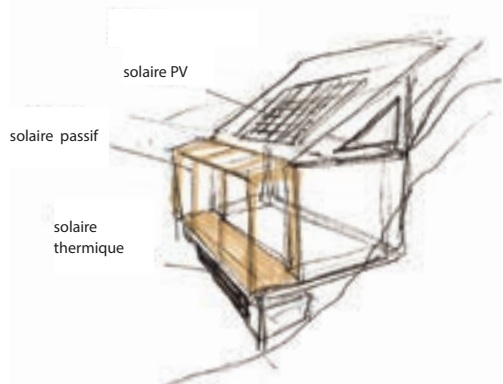
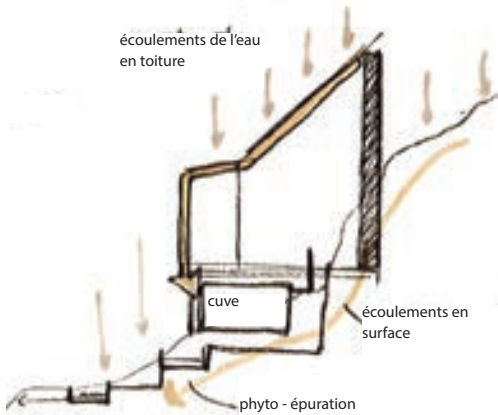


Se protéger du vent

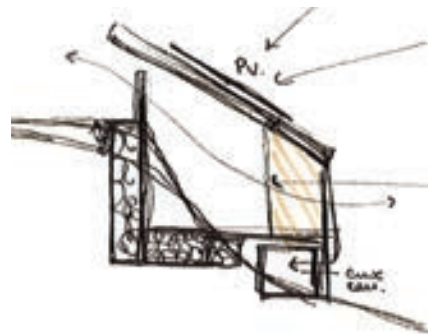
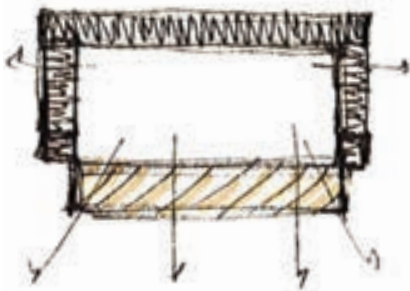
Le vent va permettre de rafraîchir l'espace intérieur (surtout en été) lorsque la température est trop élevée.



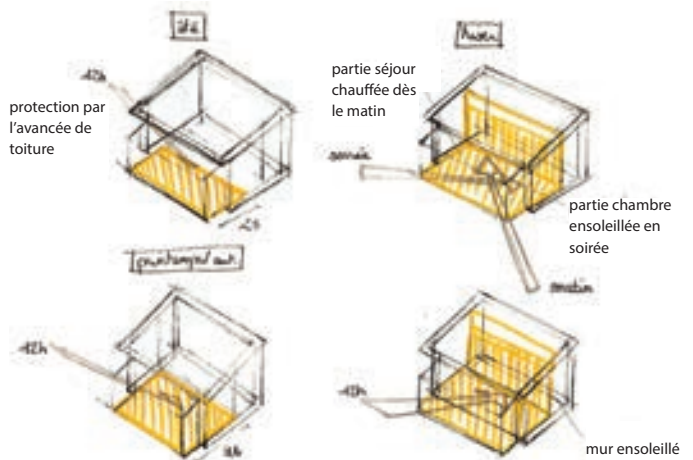
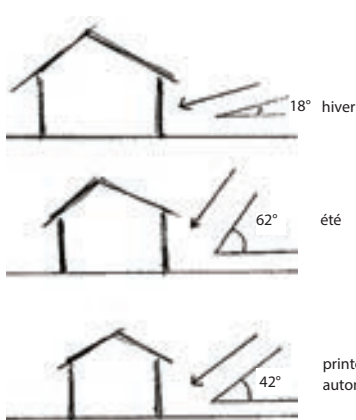
Utiliser la toiture pour **capter le soleil et récupérer l'eau de pluie.**



S'implanter dans la pente pour éviter les déperditions thermiques, profiter d'une température plus homogène et **se protéger du vent.**



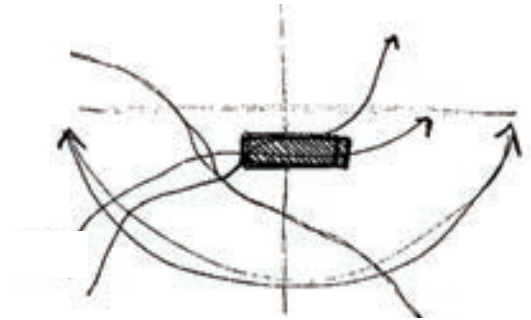
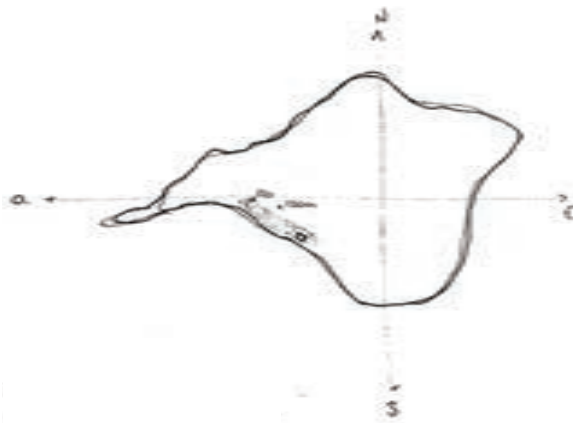
Éclairer en profondeur.
Capter la chaleur avec un mur masse et réfléchir la lumière.



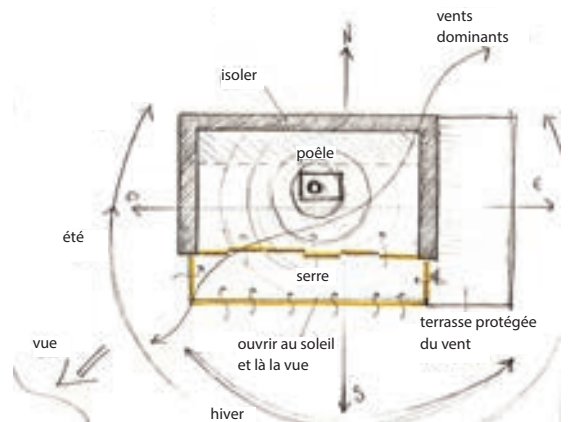
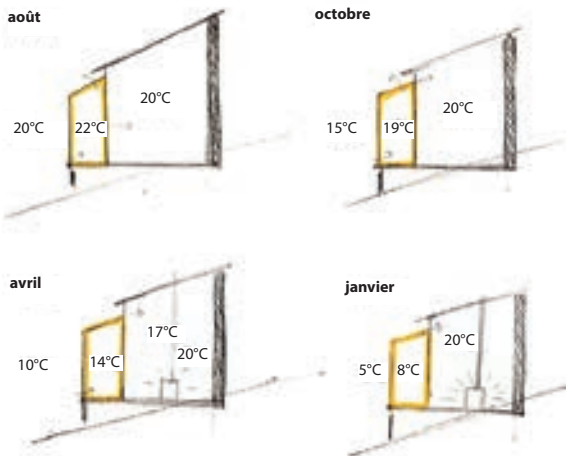
Dessins de recherche

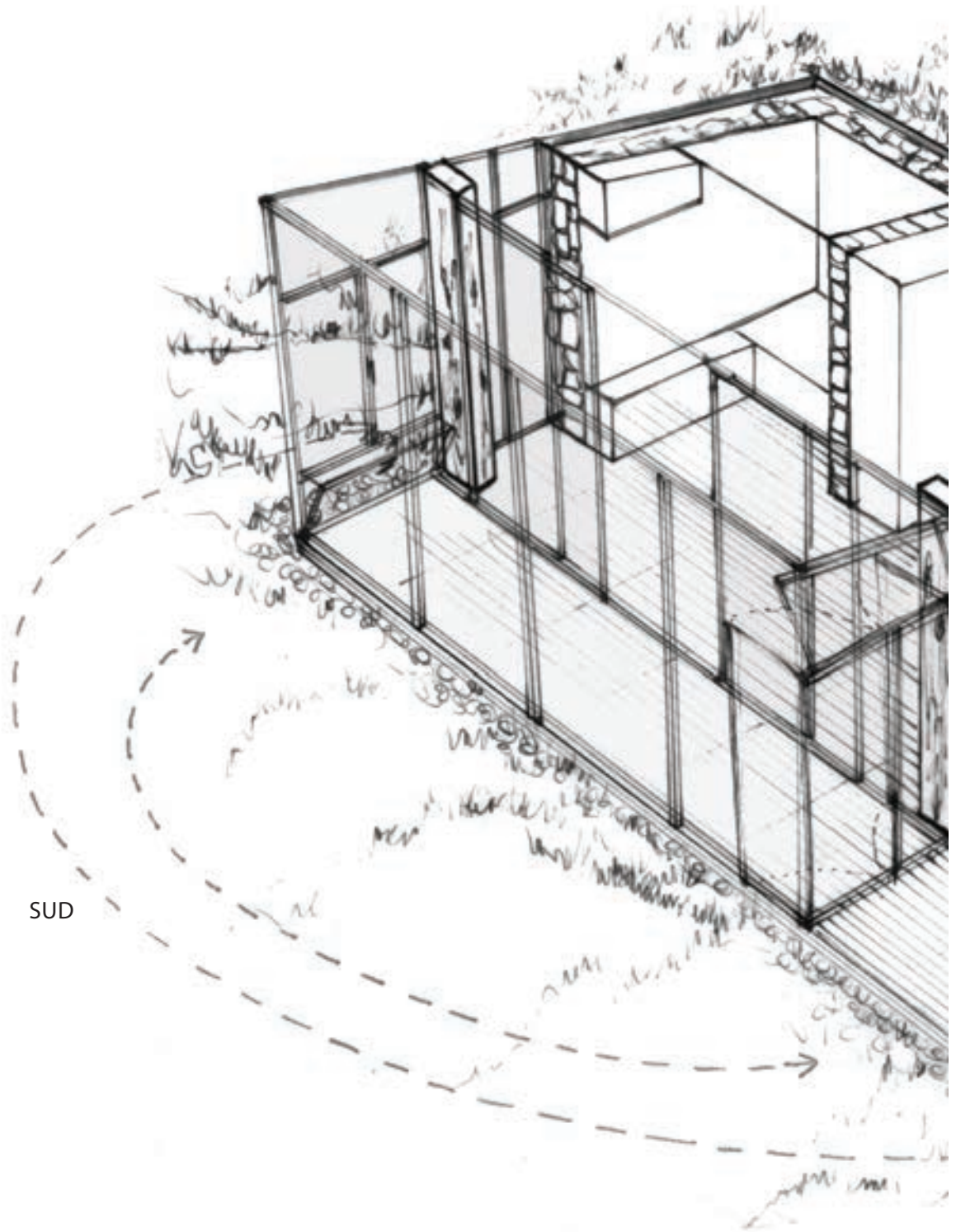
INTENTIONS ARCHITECTURALES ET BIOCLIMATIQUES

S'orienter nord/sud et maximiser le solaire passif.



La **serre** comme sas thermique.
Le **poêle à biomasse** comme appoint.

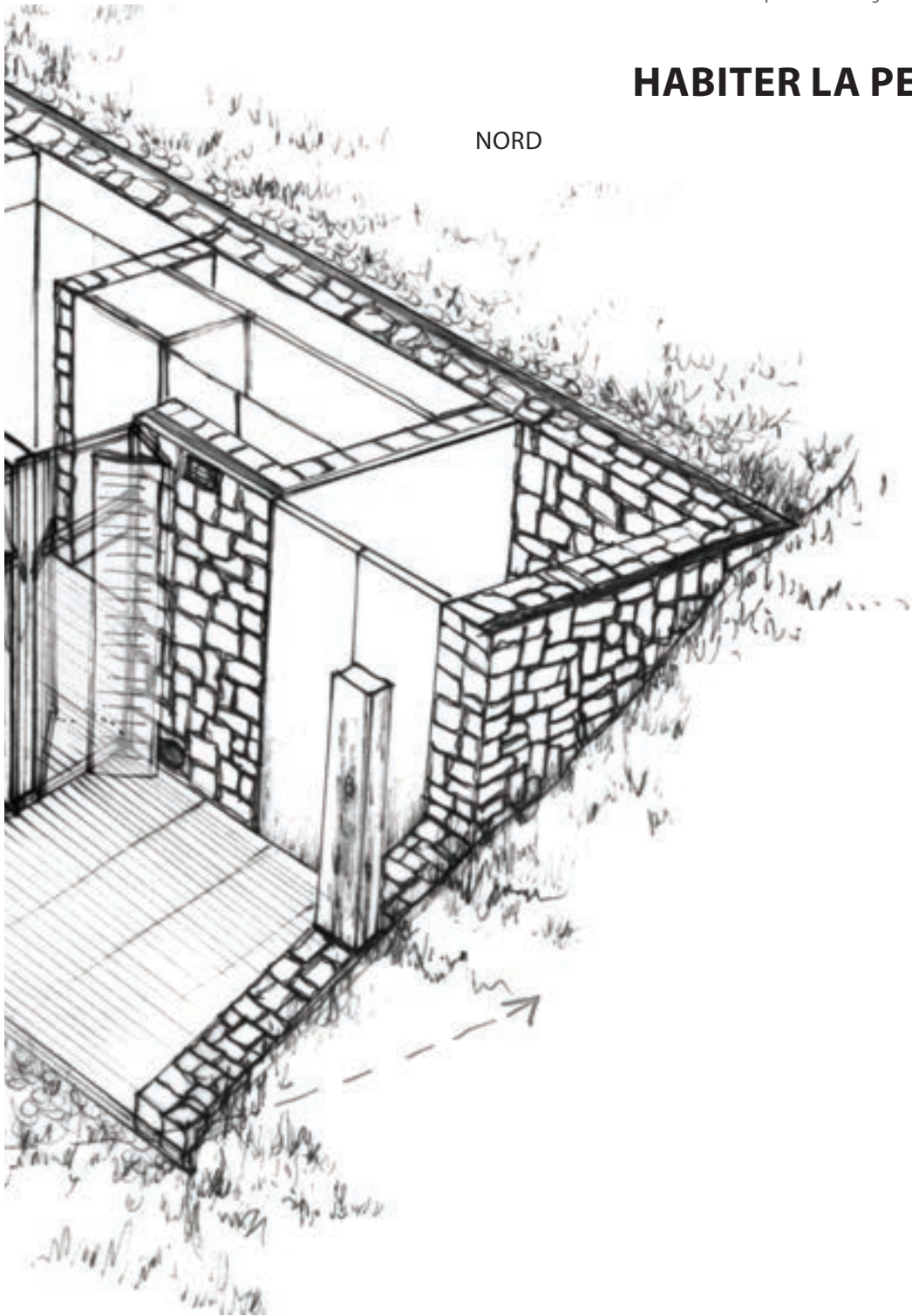




SUD

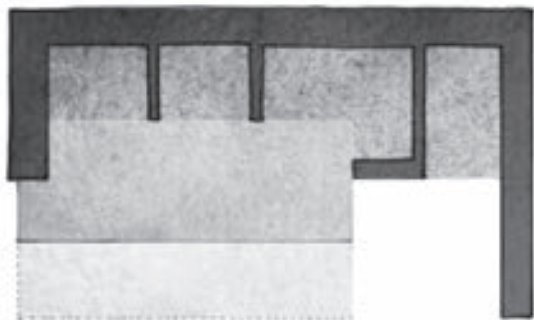
HABITER LA PENTE

NORD



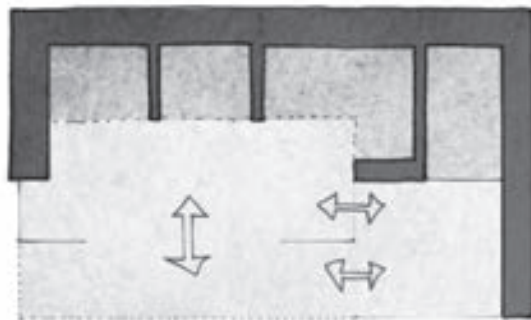
HIVER

3 espaces : transition entre intérieur et extérieur.



ÉTÉ

L'espace de vie s'agrandit avec la terrasse et la serre.



.....
Mur de soutènement et murs perpendiculaires raidisseurs.

Dans les alcôves viennent se nicher la partie lit, cuisine, salle de bain et réserve.

.....

Espace central libre.

Structure poteau poutre en bois et baies avec menuiserie bois, double vitrage et volets en bois.

.....

Le jardin d'hiver prolonge l'espace de vie intérieur.

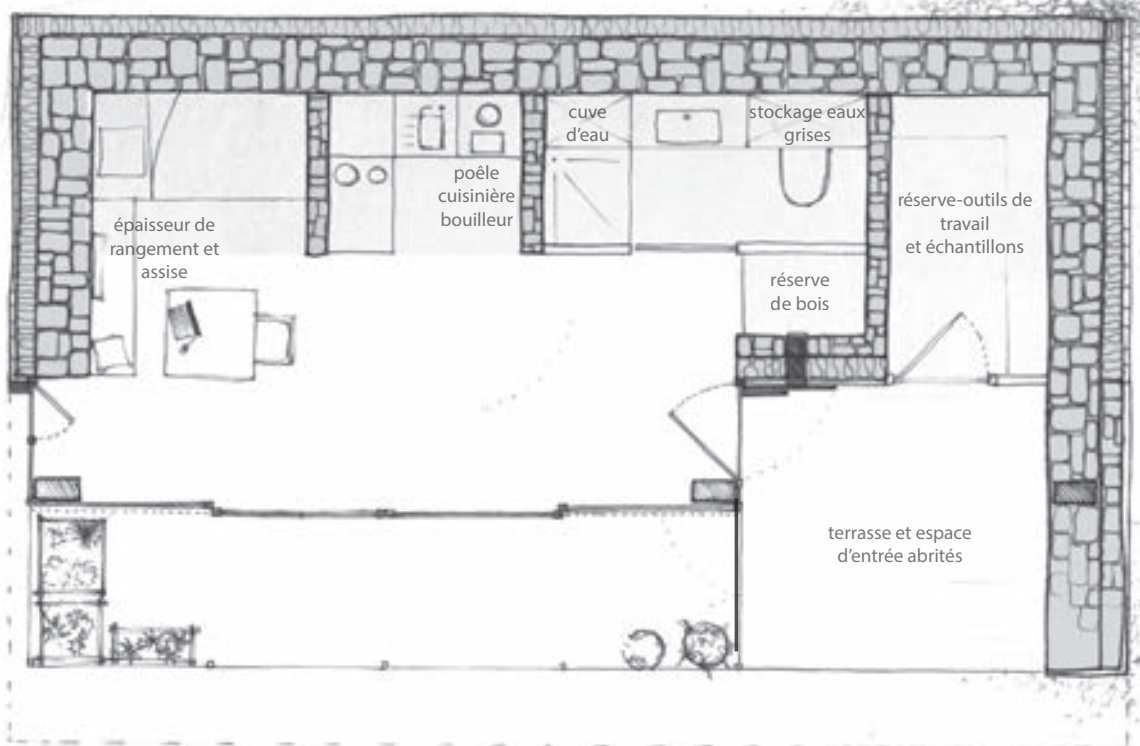
Il permet de profiter de températures plus douces qu'à l'extérieur en mi-saison et isoler l'intérieur du logement.

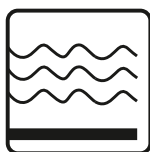
.....

LE PROJET

Spécialité et usages

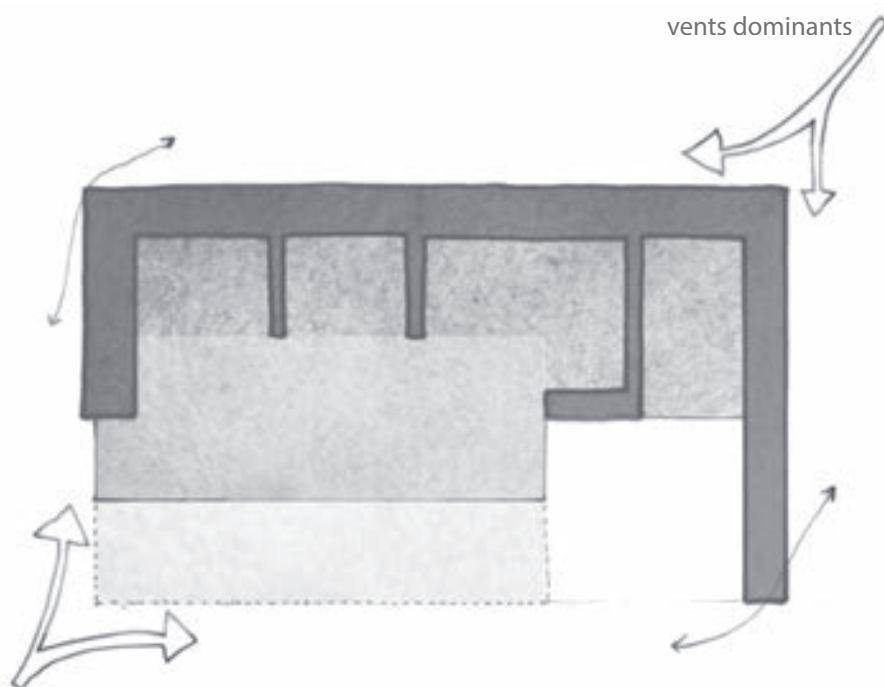
3 ESPACES





Se protéger du vent

Le vent va permettre de rafraîchir l'espace intérieur. Mais il s'agit également de s'en protéger, notamment au niveau de la terrasse pour un espace extérieur confortable à l'abri des rafales de vent.



vents dominants

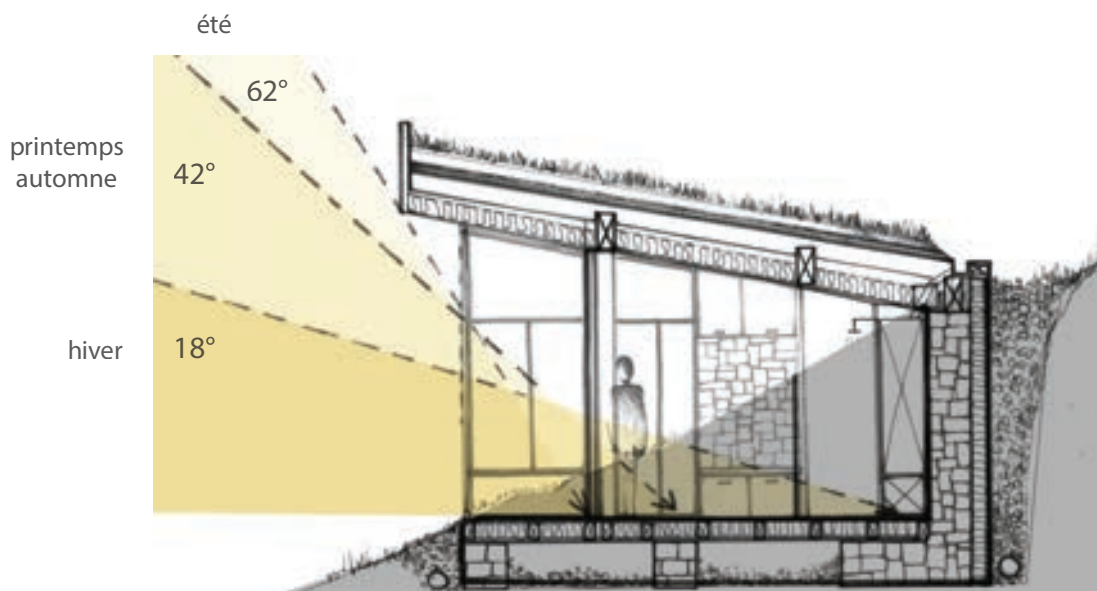
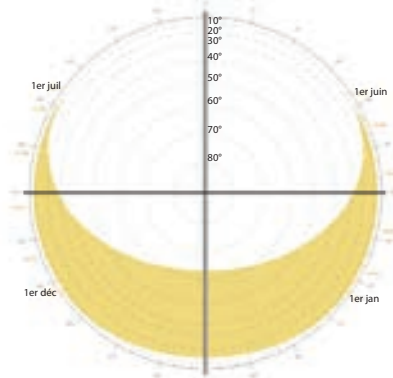
STRATÉGIES BIOCLIMATIQUES

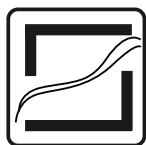


Capter l'énergie du soleil

La serre orientée au sud va permettre de capter le soleil et de réchauffer l'air. En été, l'avancée de toiture va protéger l'espace central pendant les heures les plus chaudes, en s'isolant de la serre et en ventilant l'espace. En hiver, le soleil pénètre en profondeur dans l'espace habité.

Course du soleil sur l'île de Wight

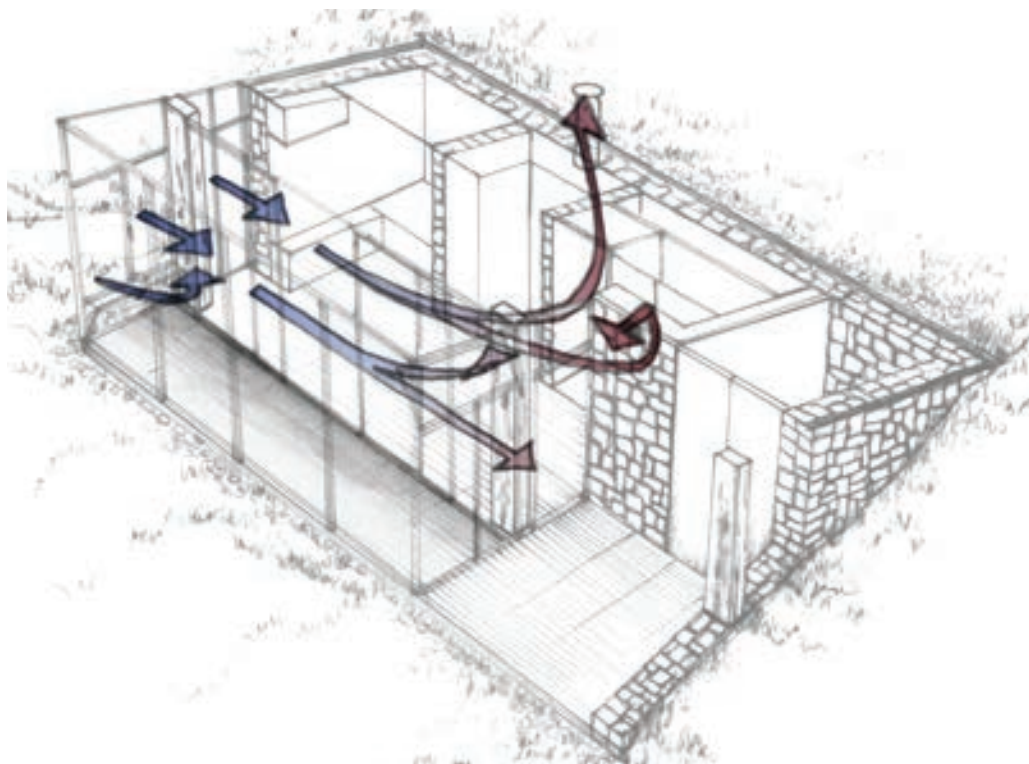




Ventiler naturellement

La ventilation de l'espace intérieur peut être indépendante ou combinée à celle de la serre. Lorsque la **serre est fermée**, les deux espaces peuvent être ventilés séparément avec des ouvrants (en partie basse et en partie haute de la serre et avec l'appel d'air de la cheminée). L'air traverse l'espace de l'ouest à l'est. Lorsque les baies sont **ouvertes sur la serre**, l'air qui s'échauffe dans la serre passe par l'intérieur avant de sortir par la cheminée. Une seconde bouche de ventilation en partie haute près de l'entrée permet d'adapter la ventilation avec celle de la cheminée (qui peut être ouverte ou fermée).

Serre fermée



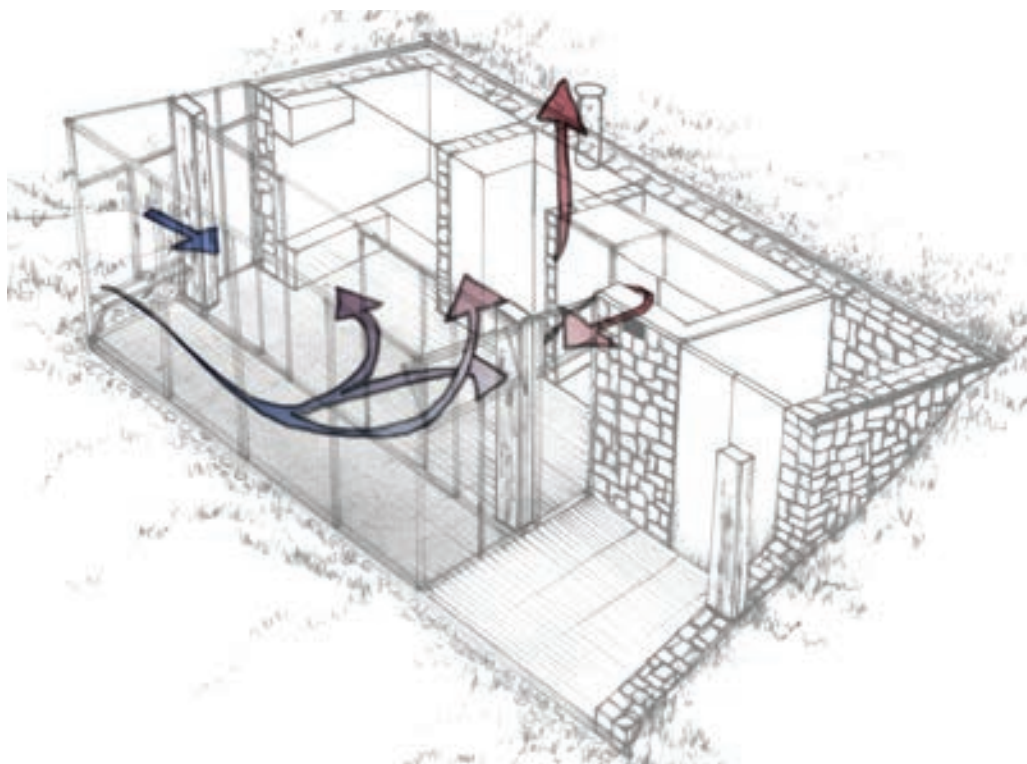
STRATÉGIES BIOCLIMATIQUES

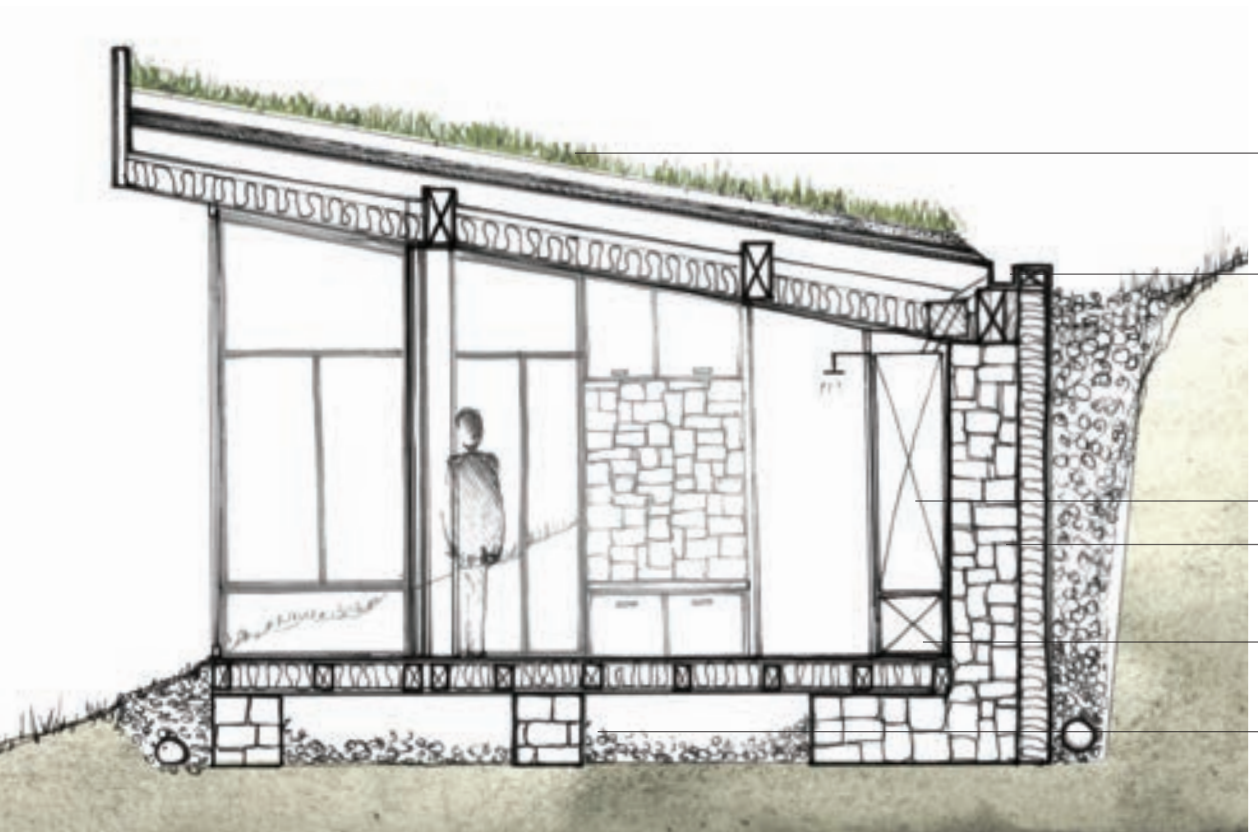


Inertie de la pierre

Les épais murs isolés par l'extérieur permettent de maintenir la chaleur à l'intérieur de l'espace. La chaleur est captée tout au long de la journée et redistribuée de manière déphasée. L'isolant en laine de bois permet de réguler l'hygrométrie pour éviter la condensation à l'intérieur du mur.

Serre ouverte





CONSTRUCTION EN PIERRE ET BOIS

La pierre et la végétation en toiture permettent d'intégrer le diogène dans son paysage. L'utilisation des matériaux de proximité immédiate permet cette adaptation naturelle et sa durabilité.

toit : structure en bois, isolation et végétalisation (poutres principales et secondaires, panneaux bois, films d'étanchéité et anti racine, drainage et substrat)

gouttière et récupération des eaux pluviales : l'eau est filtrée avant d'être stockée dans la cuve

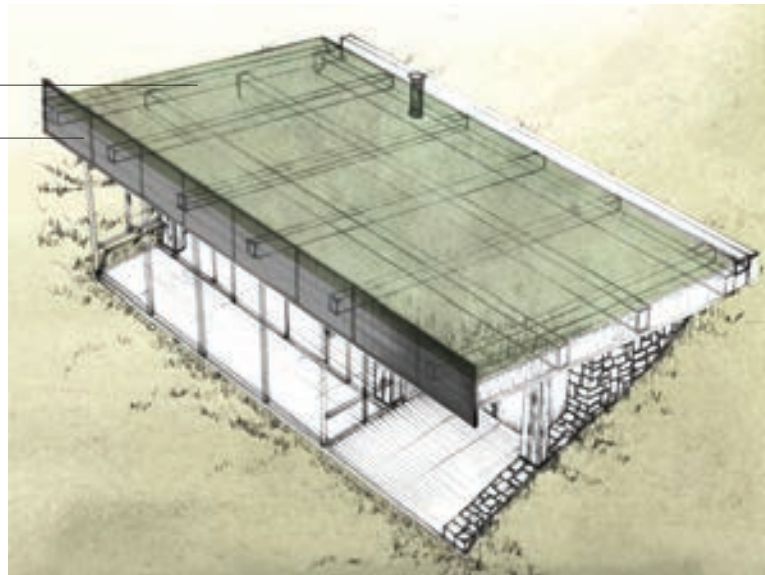
La toiture végétalisée permet d'intégrer le diogène dans la continuité de la pente et du paysage. Les panneaux photovoltaïques et le débord de toiture protègent les vitrages du soleil haut d'été.

cuve de stockage de l'eau de pluie (800L)

mur de soutènement en pierre (ép. 50cm), isolant rigide en fibres de bois (ép. 20cm), film d'étanchéité et drainage

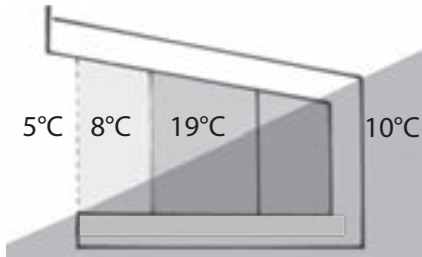
ballon d'eau chaude raccordé au poêle

plancher : caisson en bois, isolant en fibres de bois, sur semelles en pierre et drainage (pierres concassées)



Grâce à la serre, à ses épais murs de soutènement et l'inertie du sol, l'enveloppe du diogène est peu déperditive. Elle capte l'énergie du soleil par le simple vitrage de la serre et le double vitrage de la paroi thermique.

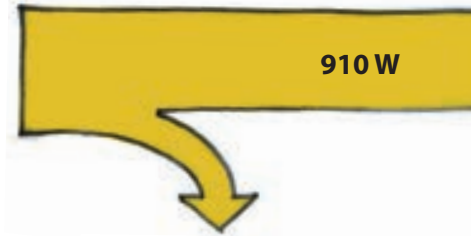
Hiver 5°C



Déperditions
de l'enveloppe
925 W

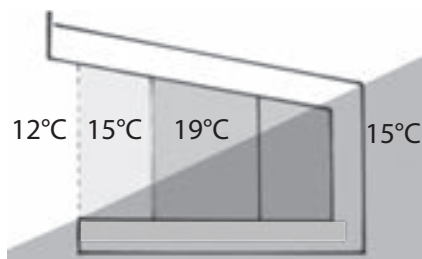


Énergie apportée
par le solaire
passif
910 W



perdes par
réflexion : 30%

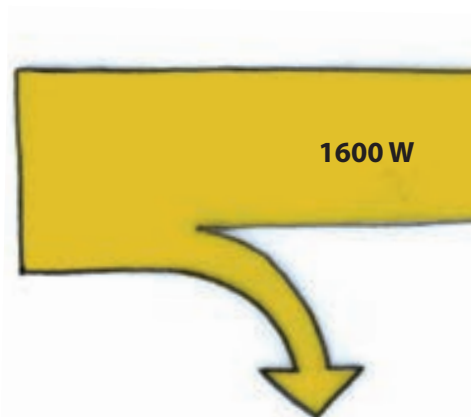
Printemps/Automne 12°C



Déperditions
de l'enveloppe
400 W

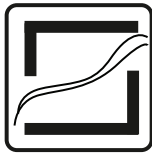
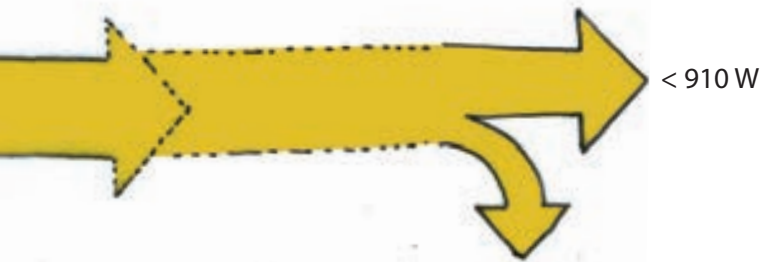


Énergie apportée
par le solaire
passif
1600 W

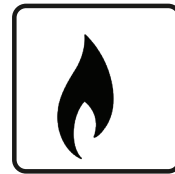


perdes par
réflexion : 30%

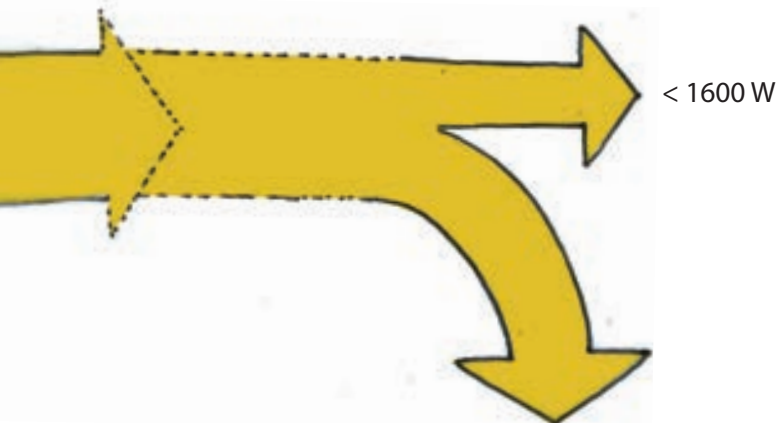
LE CHAUFFAGE



Pertes par ventilation naturelle



Le poêle à biomasse va servir à chauffer l'espace et compléter les apports solaires et internes lors des périodes ensoleillées.



Pertes par ventilation naturelle

Chaleur suffisante apportée par le rayonnement solaire passif

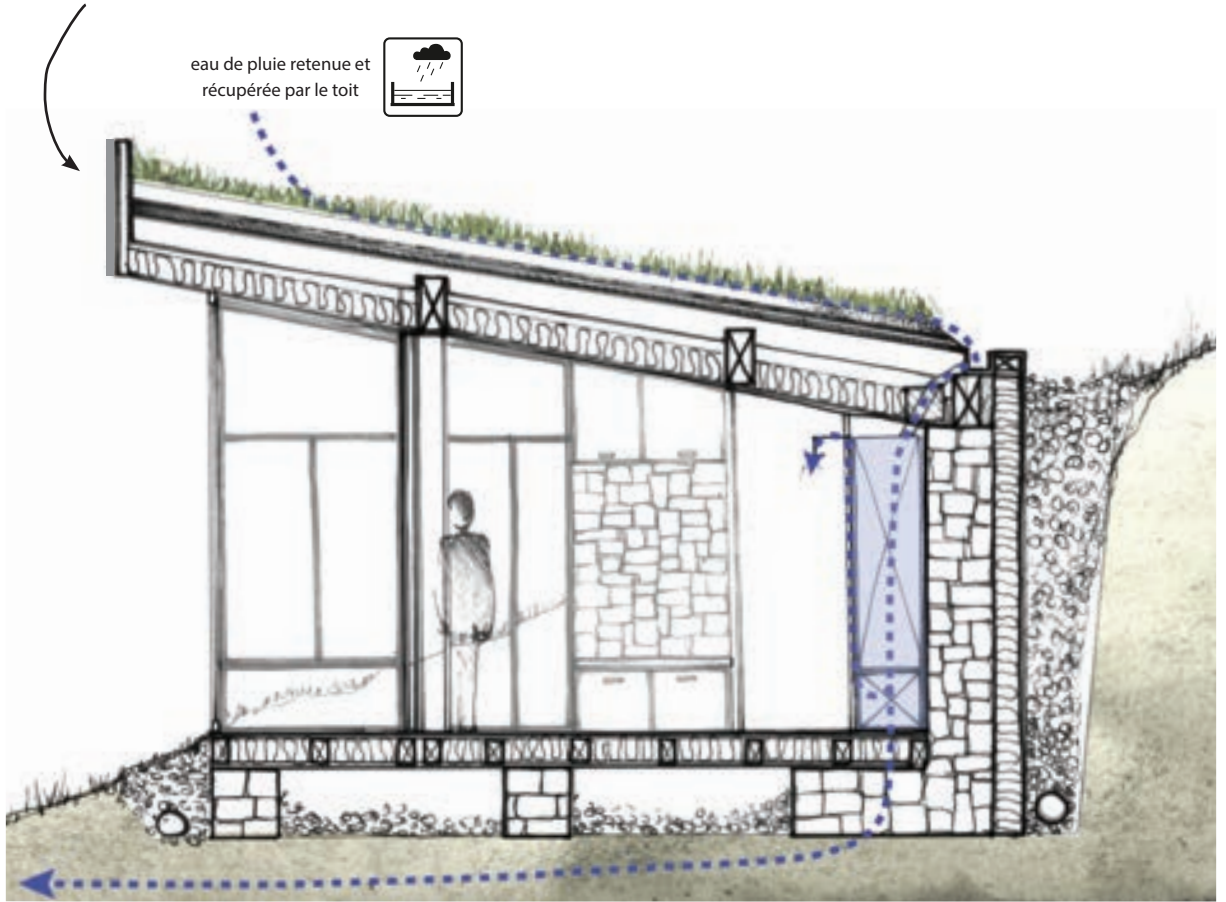


L'inertie des murs de pierre épais va permettre de garder une température de confort lorsqu'il y a du soleil.

panneaux photovoltaïques installés sur le débord de toiture, les réseaux sont installés dans l'épaisseur du toit



eau de pluie retenue et récupérée par le toit

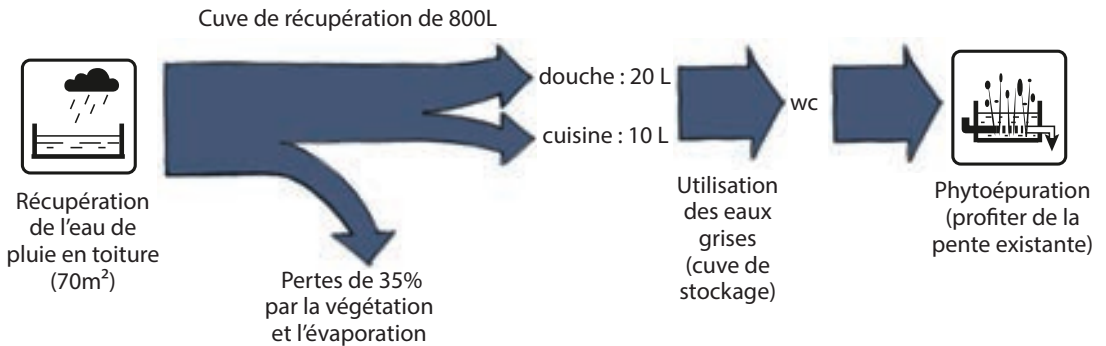


la pente où est installé le diogène permet d'aménager des bassins de phytoépuration

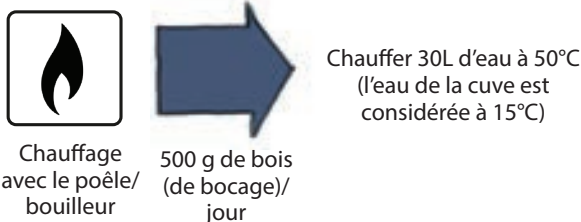
l'eau est conservée dans une cuve puis passe par un ballon d'eau chaude relié au poêle pour la douche, le lavabo ou l'évier de la cuisine, l'eau grise est conservée dans une cuve au-dessus des wc pour la chasse d'eau

RÉCUPÉRATION D'EAU ET ÉLECTRICITÉ

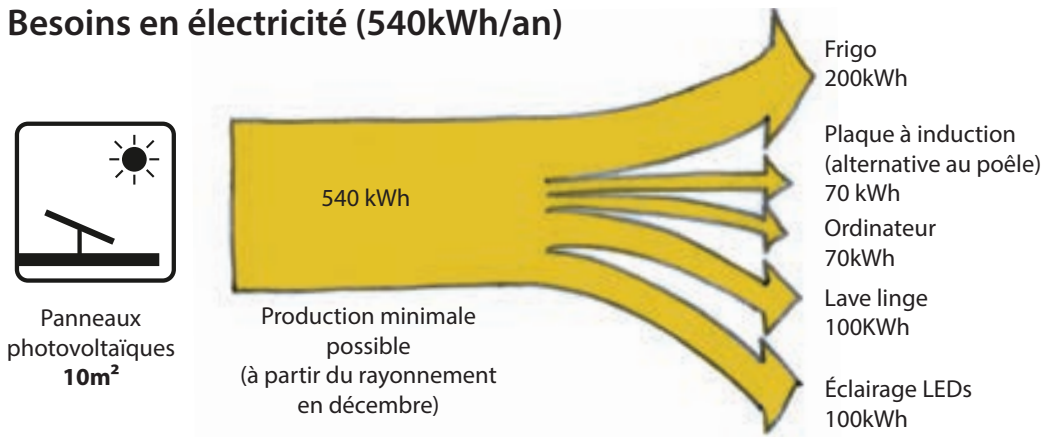
Besoins en eau (60L/jour)



Chauffer l'eau : la biomasse



Besoins en électricité (540kWh/an)





SYNTHÈSE

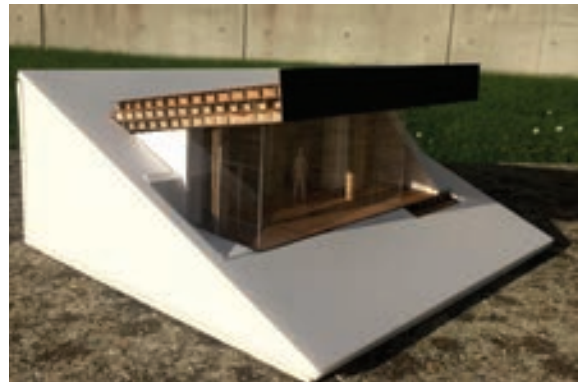
Vue du diogène





SYNTHÈSE

Détail & maquette





source : gite-ocean-et-marais-vendeen.com

ÎLE DE NOIRMOUTIER

France



Latitude : 46° 58' N

Longitude : 2° 13' 0

Altitude : 20 m

Manuel Leon



LE SITE

Géographie / Histoire / Culture
Contexte environnemental
Données et analyses climatiques

LE PROJET

Intentions
Stratégies
Spatialité et usages
Structure et matériaux

L'ÉNERGIE

Besoins
Productions
Comparatifs

SYNTHÈSE

Diagrammes de Sankey



1

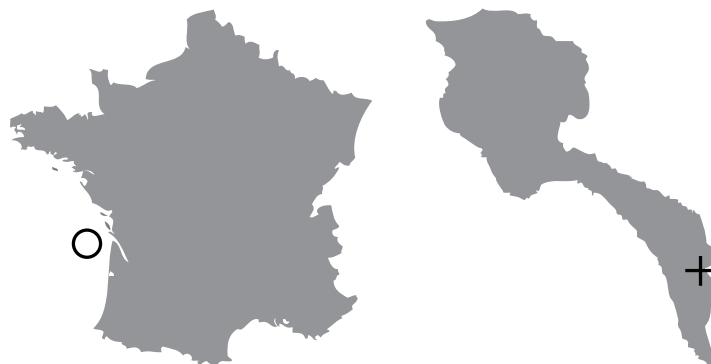


2



3

L'ÎLE DE NOIRMOUTIER

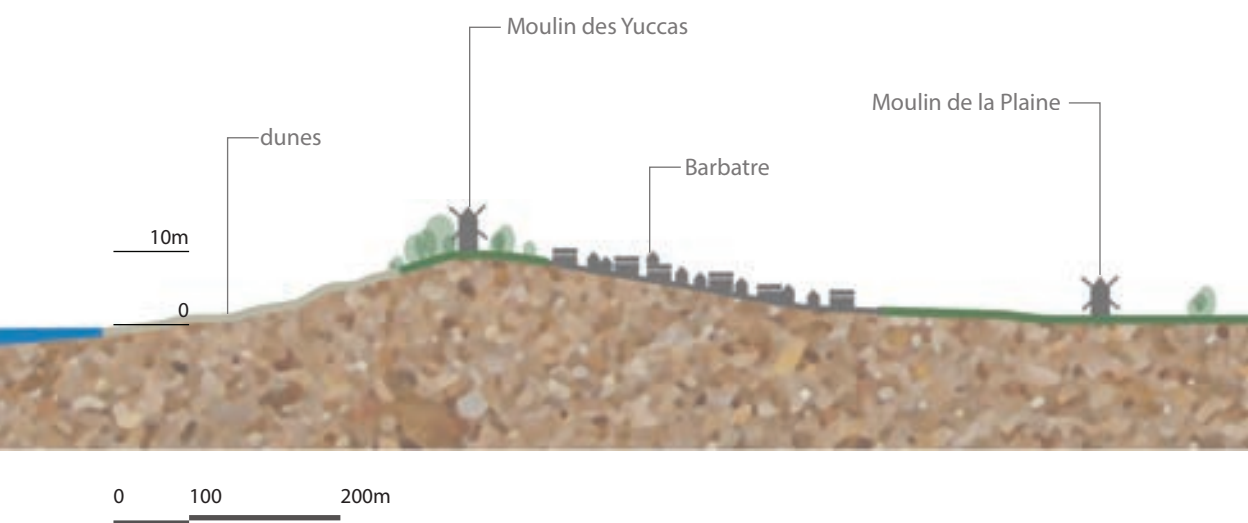


Noirmoutier est une île de l'océan Atlantique, située au nord-ouest de la Vendée, sur la partie septentrionale du golfe de Gascogne. Elle se trouve au sud de l'estuaire de la Loire, au nord-est de l'île d'Yeu et au sud-est de Belle-Île-en-Mer. Séparée du continent par le détroit de Fromentine, situé à son extrémité sud, elle ferme la baie de Bourgneuf. Avec une surface de 48 km², l'île s'étend sur près de 20 km de long. Son point culminant se situe au nord-est, au Bois de la Chaize avec une altitude de 20 mètres.

Habitée depuis la préhistoire, l'île obtient son nom au V^e siècle à l'arrivée des moines bénédictins. Au XV^e siècle, la production des céréales est importante et on compte 48 moulins dans l'île. Aujourd'hui, on en compte encore une vingtaine.

Jusqu'aux années soixante-dix, l'île était reliée par le passage de Gois, chaussée d'environ 4,5 km de long, submergée à marée haute et praticable à marée basse. Aujourd'hui, l'île est reliée par un pont.

Le tourisme est la principale activité économique de l'île offrant aux visiteurs un nombre important d'hébergements. Cependant, l'activité maritime reste très importante sur l'île qui possède ainsi trois ports. L'ostréiculture est présente au port de Noirmoutier et au port du Bonhomme. La pisciculture est aussi active. L'île jouit d'un climat favorable à la production d'une variété de pommes de terre locale : la Bonnotte, mais aussi de beaucoup d'autres variétés. Aujourd'hui une grande partie du territoire insulaire est couvert par des marais salants. Le sel et la fleur de sel y sont encore de nos jours récoltés de façon artisanale.



DES POLDERS ET DES MARAIS

Les terrains à bâtir sur l'île ne sont pas nombreux et ceux qui restent ne présentent pas d'atout particulier. Le vent est une des ressources la plus importante sur l'île, c'est pourquoi le site choisi pour implanter le diogène a pour but d'exploiter cette ressource.

Le polder de Sébastopol localisé sur la côte nord de l'île est construit pour protéger les marais et profiter des montées des eaux journalières pour la récolte du sel. Le polder se présente comme un support très avantageux pour le diogène. Entre



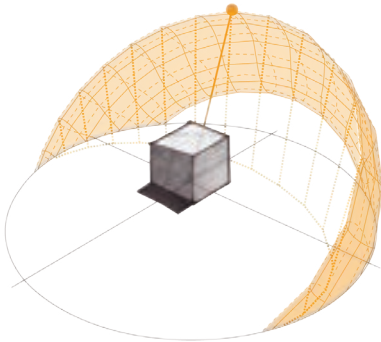
l'île et la mer le polder offre au diogène une espace dégagé pour profiter de la force du vent.

Alors qu'on prévoit une montée des eaux de 1 m d'ici 2050, le polder est un dispositif déjà existant qui peut aider à pallier à cette problématique. Surélever le diogène est une solution à explorer. Des exemples des constructions sur pilotis sont présents dans la région comme les cabanes à pêche au carrelet.

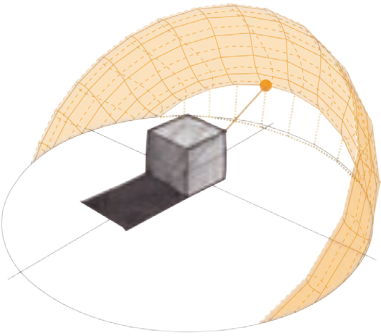


Course du soleil

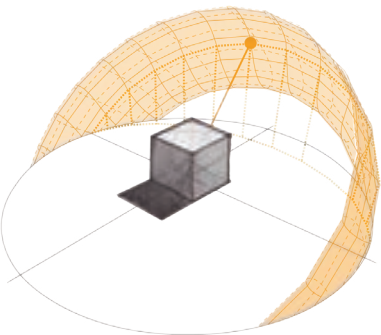
Sur l'île de Noirmoutier la hauteur relative du soleil varie entre 18° l'hiver et 63° l'été. Cette hauteur est mesurée pendant le solstice et l'équinoxe à 12h.



Pendant le solstice d'été, le 21 juin, le soleil se localise à une hauteur de 63° et un azimut de 143° .



Pendant le solstice d'hiver, le 21 décembre, le soleil se localise à une hauteur de $18,4^\circ$ et un azimut de $164,1^\circ$.



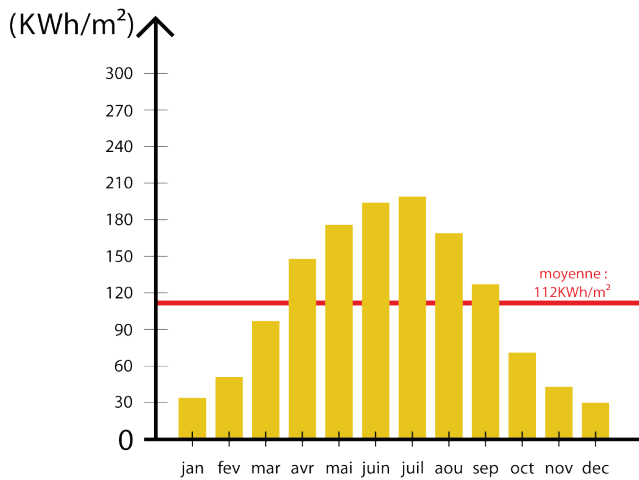
Pendant l'équinoxe de printemps, le 21 mars, le soleil se localise à une hauteur de $40,3^\circ$ et un azimut de $154,9^\circ$.

Pendant l'équinoxe d'automne, le 21 septembre, le soleil se localise à une hauteur de $42,5^\circ$ et un azimut de $159,9^\circ$.

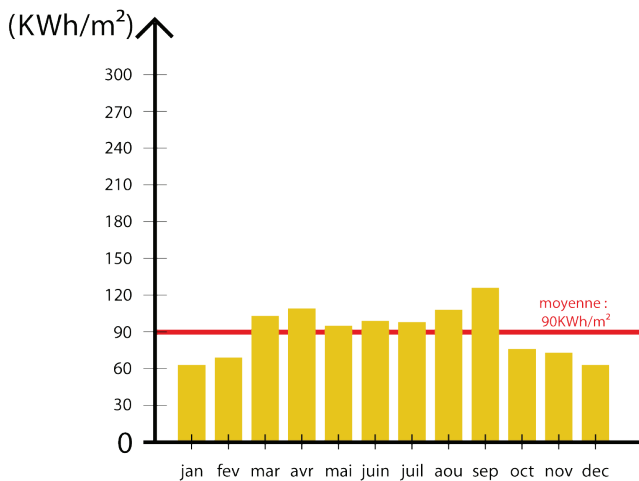
CONTEXTE CLIMATIQUE

Un climat tempéré de type Méditerranéen

Le climat de l'île est particulièrement doux grâce à l'influence de l'océan Atlantique. Les hivers sont doux et les étés sont tempérés.

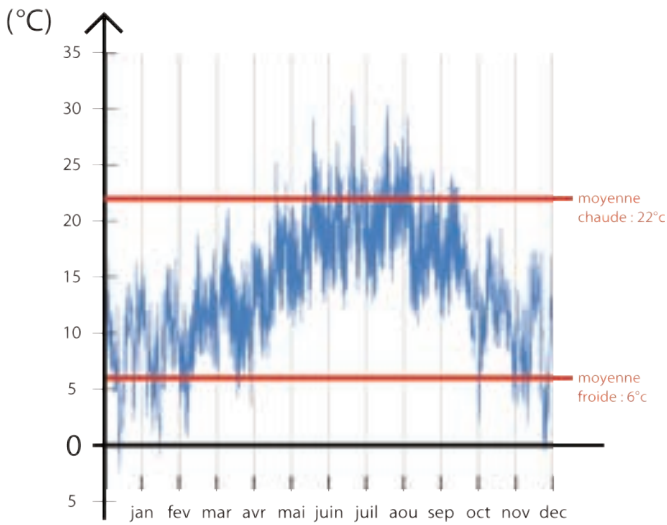


Le rayonnement horizontal global cumulé annuel est de 1340 kWh/m². Le gisement n'est pas négligeable.



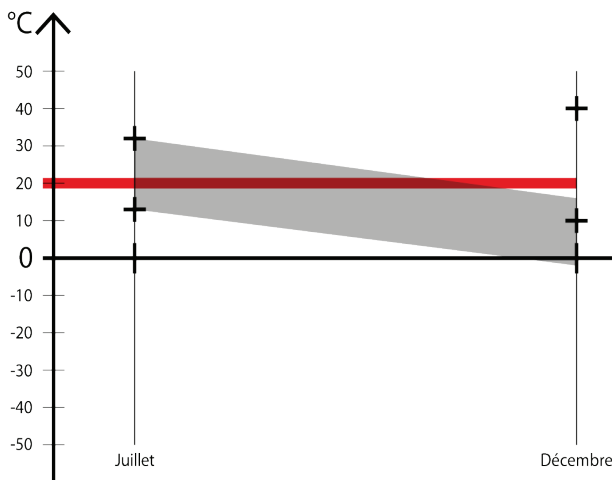
Le rayonnement sur la façade sud annuel cumulé est de 1077 kWh/m².

Profil de températures



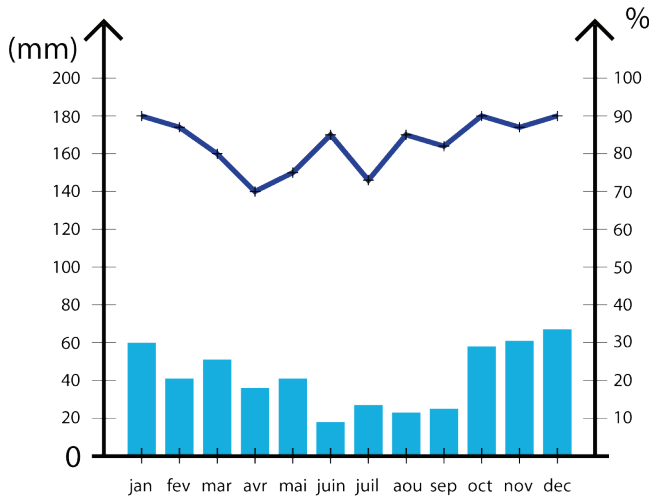
En été les températures oscillent entre 32°C et 13°C, avec une moyenne de 22°C.

En hiver l'écart de température se situe entre 16°C et -2°C avec une moyenne de 7°C.



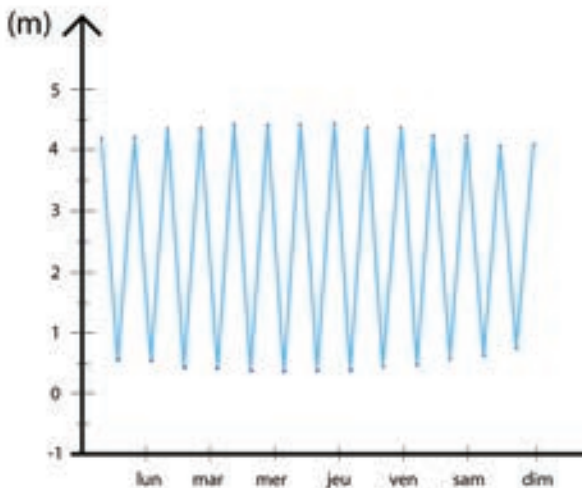
La plupart du temps les températures à Noirmoutier se trouvent dans la zone de confort, entre 18°C et 24°C.

Précipitations



Les précipitations annuelles cumulées sont de 507 mm/an. La moyenne par mois est de 42 mm/an. L'humidité relative est élevée. Cela peut présenter des problèmes de confort en été dus aux températures élevées.

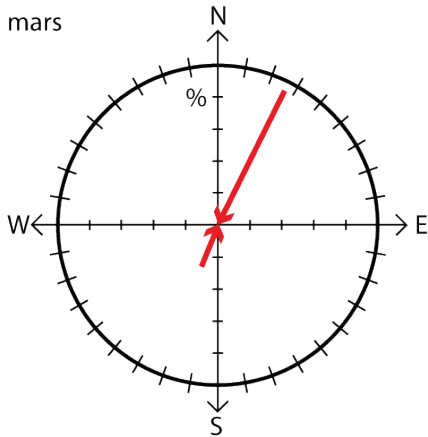
Marées



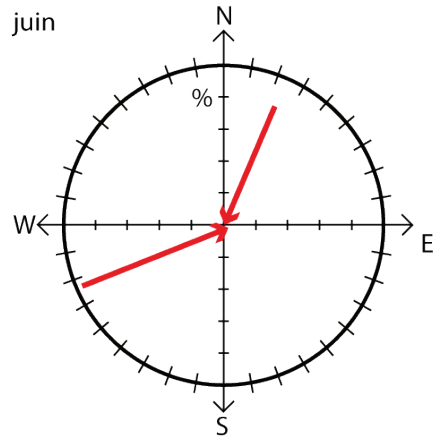
Le cycle de marées se répète tous les 12h, ce qui fait deux hautes mers et deux basses mers chaque jour. La hauteur maximale de la marée haute est de 5,7m.

Vents

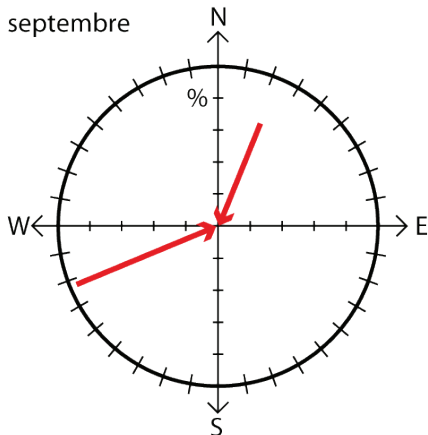
Les vents dominants à Noirmoutier soufflent depuis le nord-est et le sud-ouest. Ils varient en direction et en intensité le long de la journée. Leur vitesse peut arriver à 11,4 m/s. Par sa position l'île est soumise à des rafales avec des vitesses très importantes, jusqu'à 72 Km/h (20 m/s).



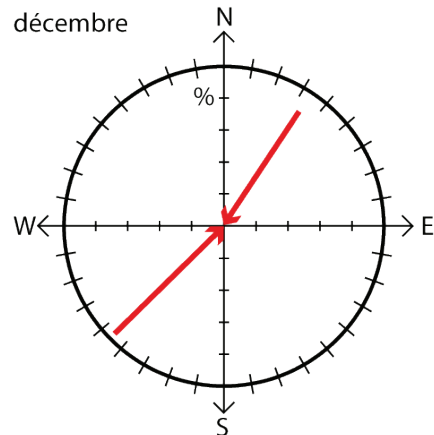
jour = 4,2 m/s
nuit = 9,2 m/s
rafales = 61 km/h



jour = 4,3 m/s
nuit = 3,9 m/s
rafales = 35 km/h

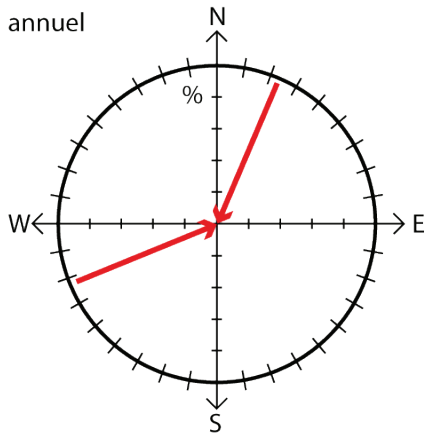


jour = 0,1 m/s
nuit = 8,4 m/s
rafales = 50 km/h



jour = 2,9 m/s
nuit = 7,4 m/s
rafales = 33 km/h

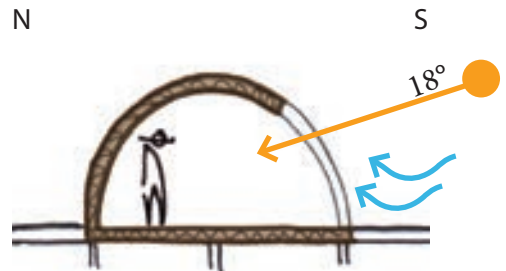
SYNTHÈSE



min = 0,0m/s
 moy = 9,2 m/s
 moy = 9,2 m/s
 rafales max = 72 km/h

Gisement du vent à 7m = 700 kWh/m²/an

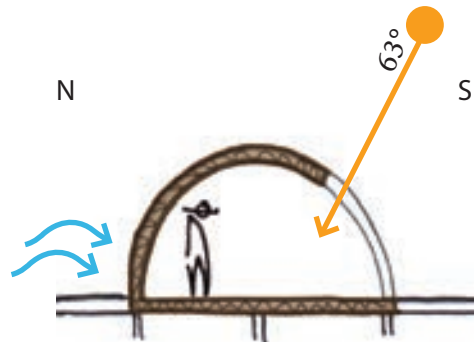
Saison froide



Vent jour : 2,9m/s
 Vent nuit : 7,4m/s
 Température maximale : 16°C
 Température moyenne : 7°C
 Température minimale : -2°C

D.J.U. 18 = 1 788

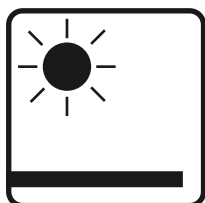
Saison chaude



Vent jour : 4,3m/s
 Vent nuit : 3,9m/s
 Température maximale : 37°C
 Température moyenne : 22°C
 Température minimale : 13°C

D.J.U. 25 = 7

CONTEXTE ET RISQUES



Soleil

1340 kWh/m²/an

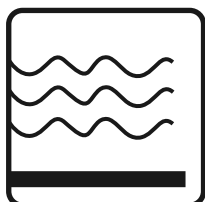
Ce rayonnement peut être exploité par des systèmes solaires actifs.



Pluie

507 mm/an

La récupération des eaux de pluie est envisageable, couplée avec un système de recyclage des eaux grises.

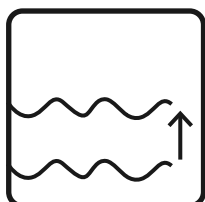


Vent

4,8 m/s en moyenne

Ces vitesses permettent l'exploitation d'une éolienne.

Des risques de rafales de plus de 70 Km/h et des ouragans sont présents.



Monté des eaux

Les risques de montée des eaux, d'immersion et de rognage des côtes sont à prendre en compte.

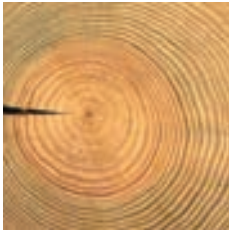
source : windfinder.com / meteociel.fr

RESSOURCES ET MATÉRIAUX



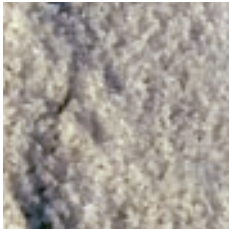
Chêne vert

Cette essence peut être utilisée pour la construction. Il existe sur l'île un patrimoine traditionnel de restauration et de construction de bateaux en bois.



Pin maritime

Utilisé autrefois pour le gemmage (récolte de la sève) il est aujourd'hui utilisé comme bois d'œuvre et bois d'industrie.



Sel

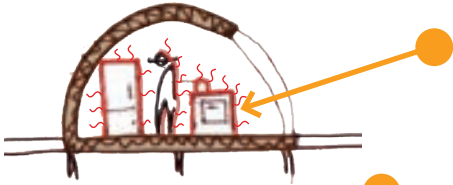
Ressource économique toujours exploitée sur l'île.



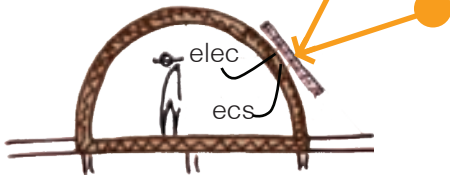
Sable

Utilisé dans la construction et l'entretien des polders.

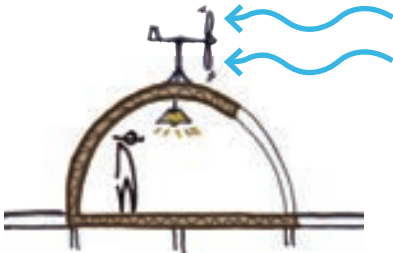
STRATÉGIES



Maximiser les apports solaires et profiter des apports internes.



Capter le rayonnement solaire avec des systèmes actifs (thermique, photovoltaïque).



La production d'électricité grâce au vent.

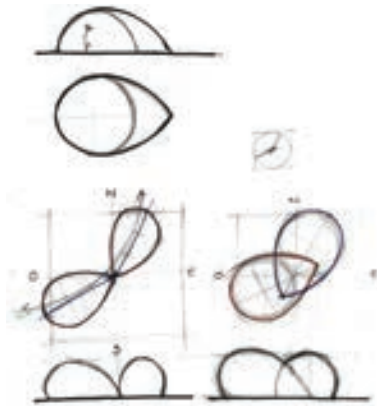


La ventilation naturelle permet le renouvellement d'air mais amène des déperditions thermiques.

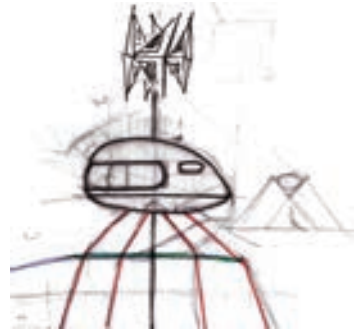
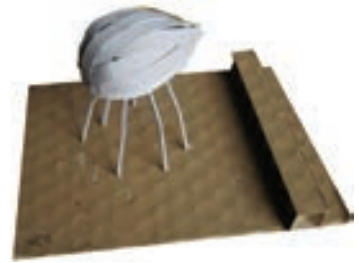


Forme compacte et aérodynamique pour protéger contre les rafales.

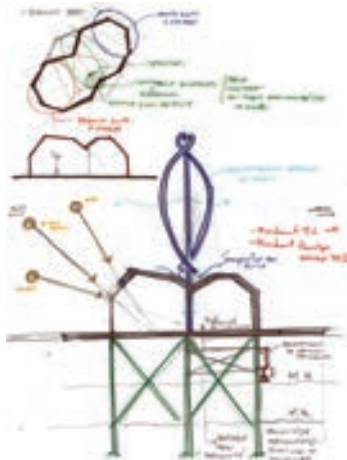
INTENTIONS ET RECHERCHES



Compact et aérodynamique. Disposition par rapport aux vents dominants.



Un bâtiment sur pilotis pour éviter les marées hautes et la montée des eaux.



Quelle technique constructive?
Quel système de production d'énergie?



0 1 _____ 10

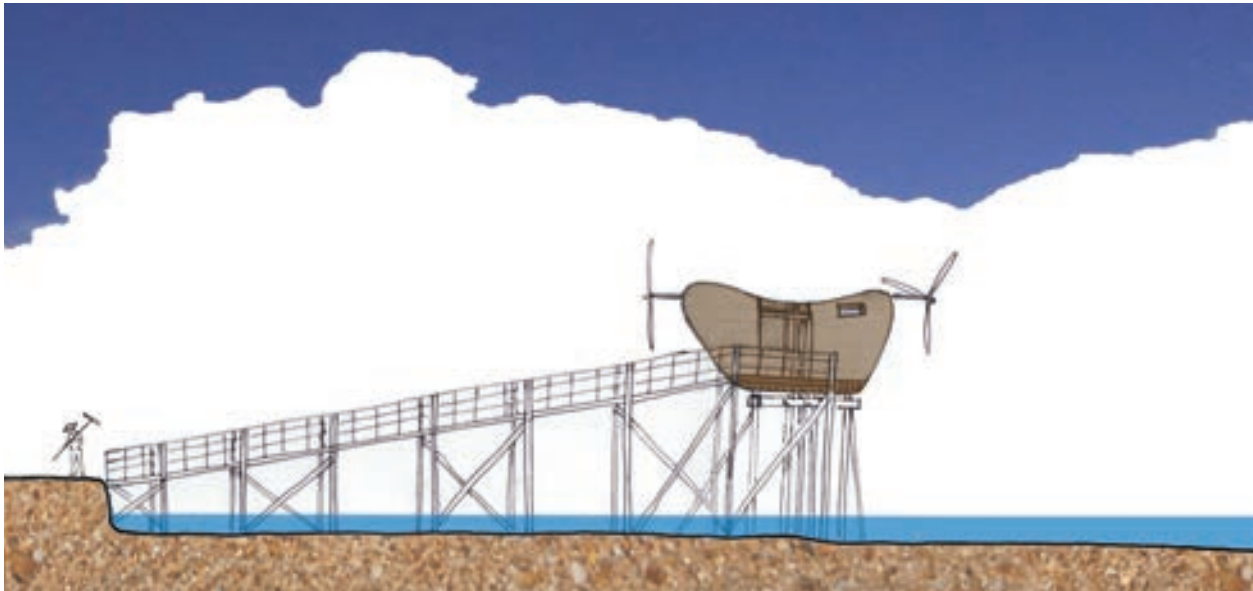


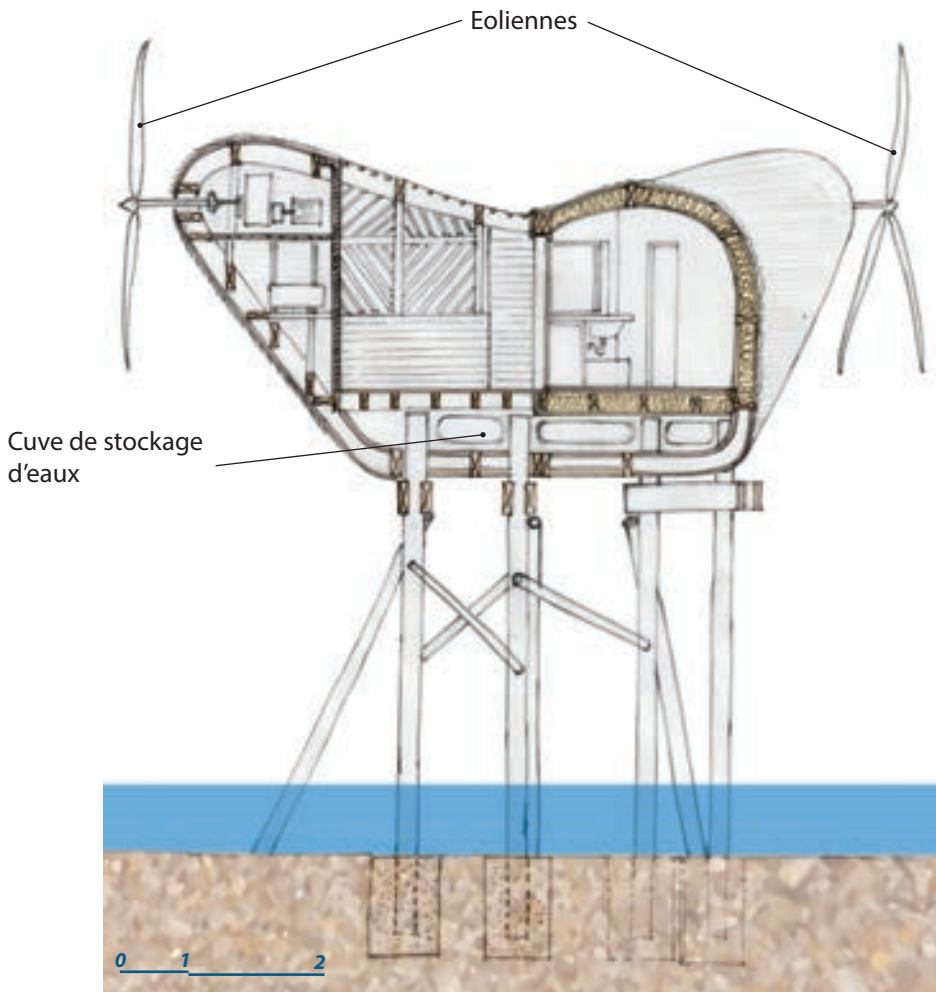
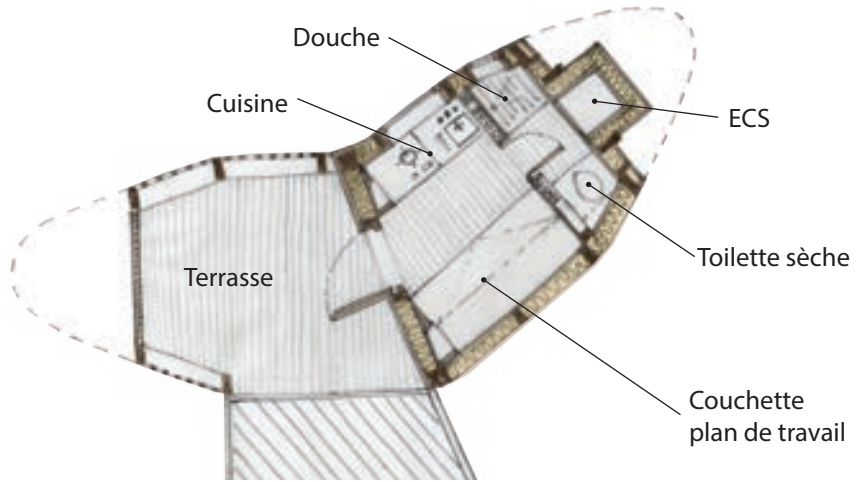
HABITAT POUR UN SAUNIER

L'activité du saunier est saisonnière, mais s'étale pendant toute l'année. En hiver le saunier réalise des travaux d'entretien des canaux et des bassins, et prépare le terrain pour recevoir l'eau de mer. En été, la récolte du sel commence. Entre les récoltes le saunier peut se consacrer à d'autres activités (agriculture, maraîchage, viticulture).

Le diogène a été conçu en prenant compte l'intermittence de cette activité de saunier. La cabane peut accueillir une personne pendant plusieurs jours, voir quelques semaines. Elle n'est pas le substitut de la résidence principale du saunier.

Par sa compacité le diogène incite à un mode de vie frugal. Offrant le strict nécessaire c'est un endroit de repos et de recueillement. Il est constitué d'une couchette transformable en plan de travail. Dans le même espace on trouve une petite cuisine et un évier. Il dispose aussi d'une salle de bain partagée avec des toilettes sèches. Une partie externe protégée du soleil et du vent lui sert de terrasse et éventuellement de lieu pour faire pousser quelques plantes.





USAGES

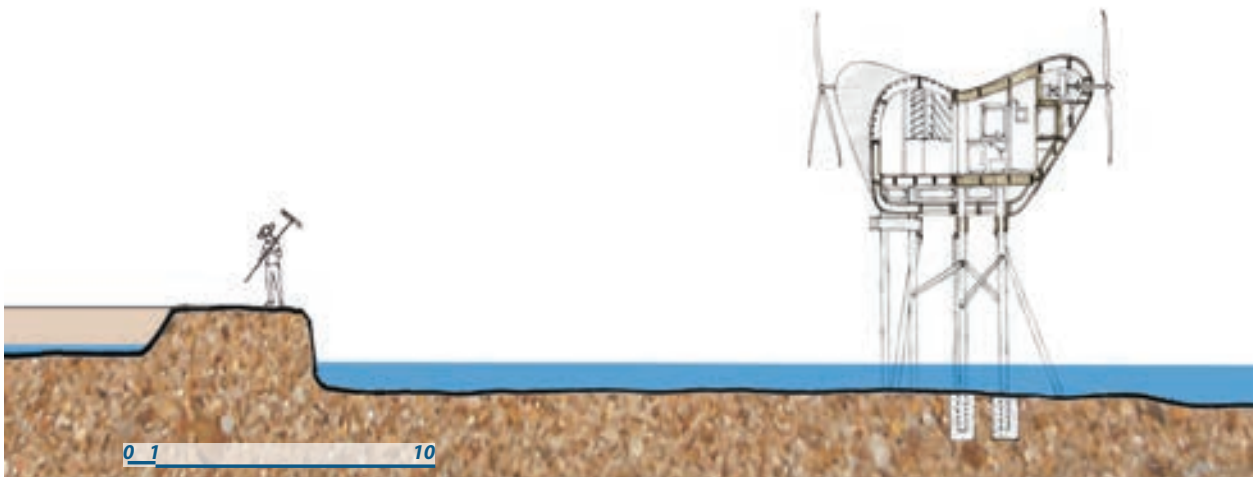
Le projet a été développé sur des critères d'architecture minimale, avec une conception énergétique la plus autonome possible. Il s'agit d'un petit bâtiment qui permet d'assurer les fonctions essentielles de vie. Les espaces de vie sont regroupés dans un seul espace adaptable selon l'activité réalisée. Espace de couchage, de travail, de cuisine sont tous réunis sur 7,5 m² de surface habitable.

Le diogène répond au site avec une forme très compacte et aérodynamique. Cela permet au bâtiment de mieux résister aux vents et d'optimiser la production d'énergie des éoliennes.

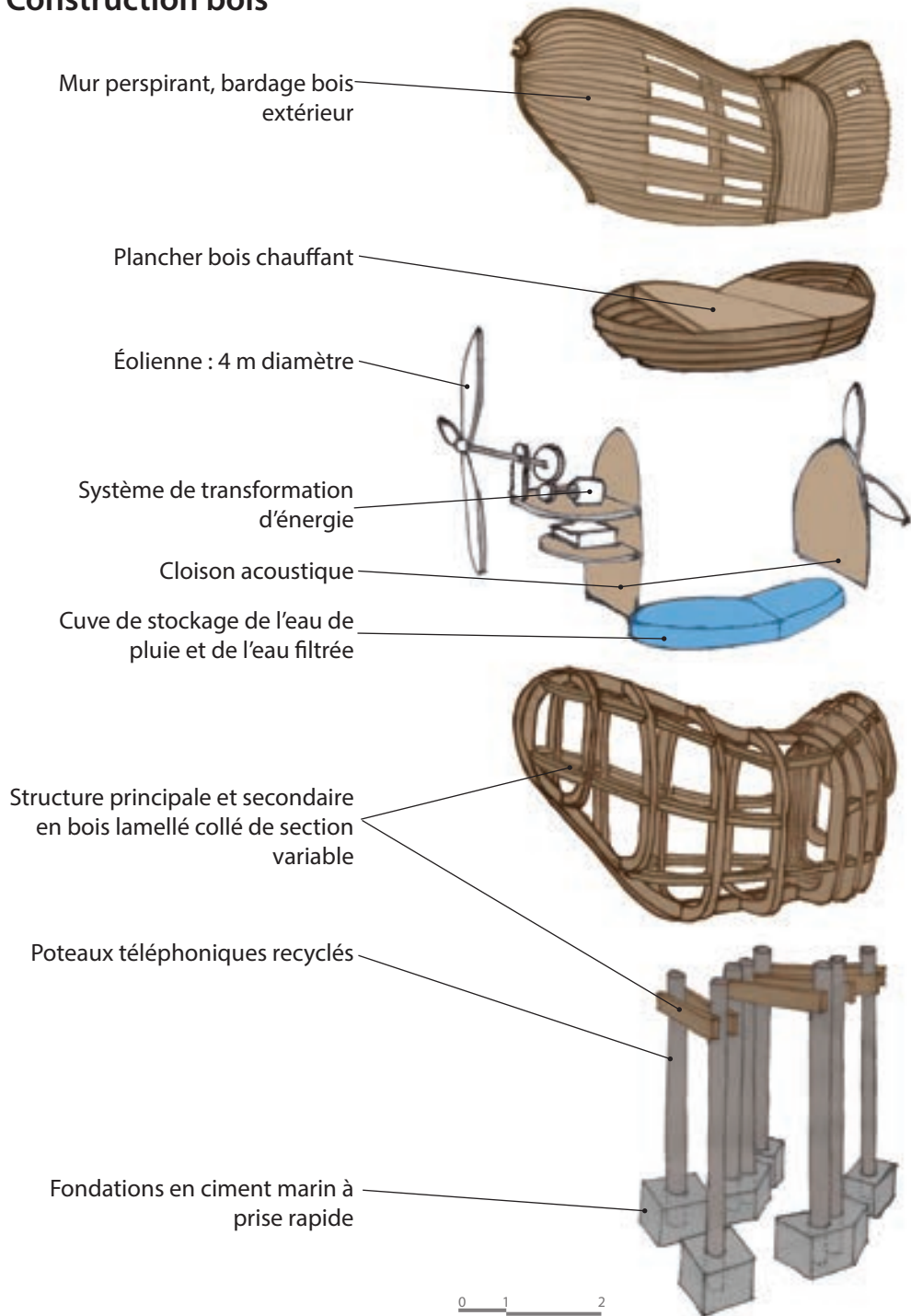
La cabane est construite en bois de chêne vert, essence abondante sur l'île. La structure est réalisée en lamellé collé, technique adéquate à la forme particulière du diogène.

L'enveloppe également en bois, est un mur perspirant pour ossature bois qui aide à réguler l'hygrométrie intérieure et assure au même temps une bonne isolation en période de froid.

Tous les besoins électriques sont couverts par la production des deux éoliennes. Le surplus de la production peut-être stocké dans des batteries. Il est possible d'envisager que ce surplus soit injecté à un réseau local d'énergies renouvelables. Le chauffage est assuré par un réseau au sol. L'eau de pluie est récupérée et ensuite filtrée avant d'être consommée par le saunier.



Construction bois



STRUCTURE ET MATÉRIAUX

Bilan de surfaces

Surface habitable : 7,5 m²

Surfaces de l'enveloppe :

Plancher bas : 7,5 m²

Plancher haut : 7,5 m²

Murs : 25 m²

Total surfaces déperditives : 40 m²

surfaces opaques : 38 m²

surfaces vitrées : 2 m²

Coefficient de transmission thermique

U Plancher bas : 0,23 W/m² °C

U Plancher haut : 0,13 W/m² °C

U Murs : 0,13 W/m² °C

U global : 0,24 W/m² °C

Déperditions

Hiver :

Surfaces opaques : 1758 kWh/an

Surfaces vitrées : 2336 kWh/an

Total : 4094 kWh/an

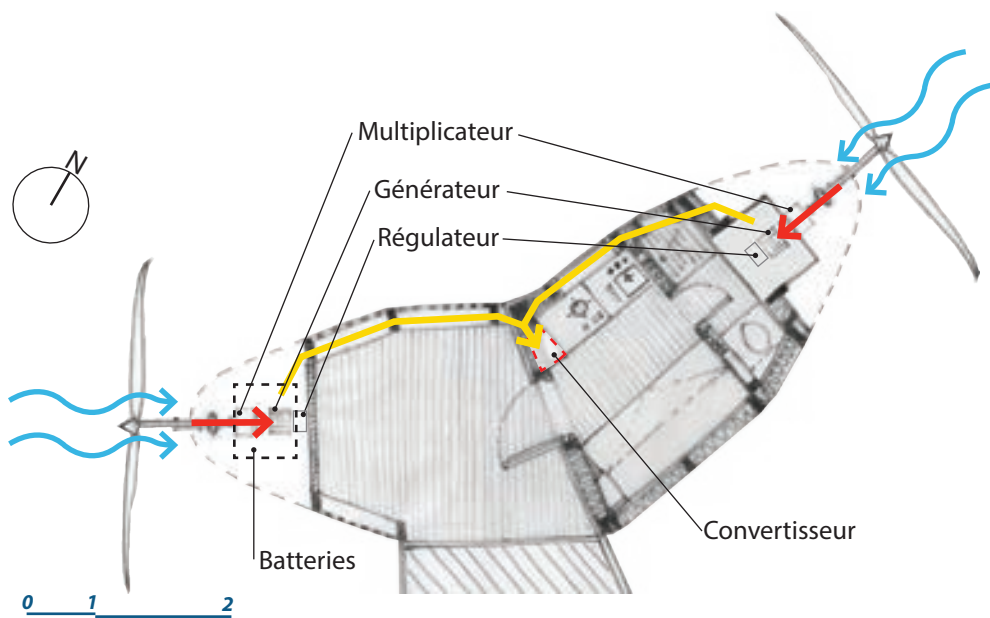
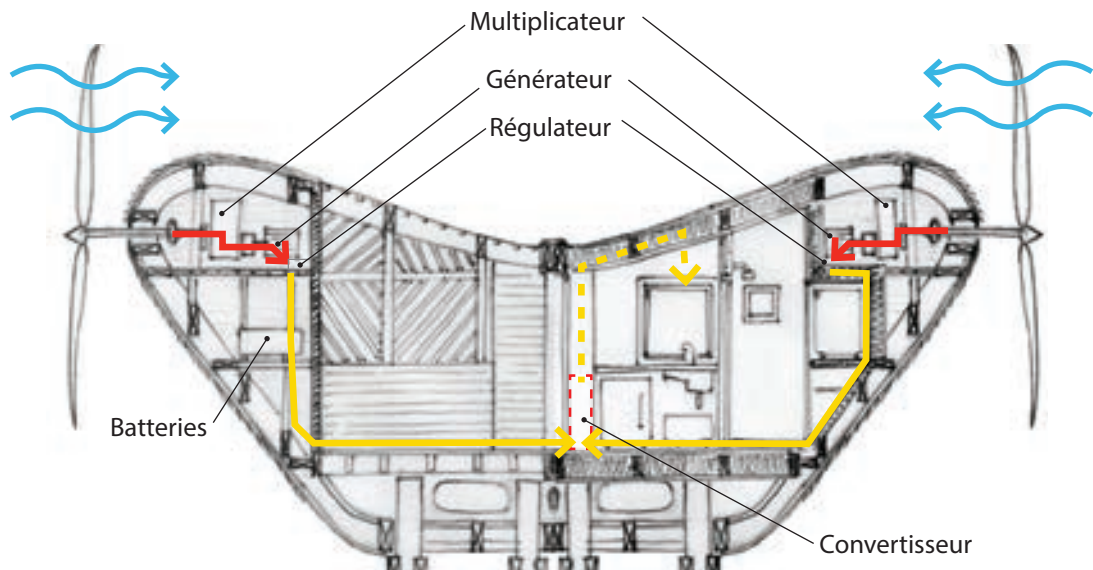


Schéma de distribution de l'énergie

PRODUCTION

La production d'énergie est assurée par l'utilisation de deux éoliennes positionnées dans la direction des vents dominants : nord-nord-est, ouest-sud-ouest. Avec une vitesse moyenne des vents de 4,8 m/s et un diamètre des éoliennes de 4 m chacune, la production d'énergie peut être calculée de la façon suivante :

$$P = 1/2\rho_0 \times C_p \times (\pi/4) \times D^2 \times V^3$$

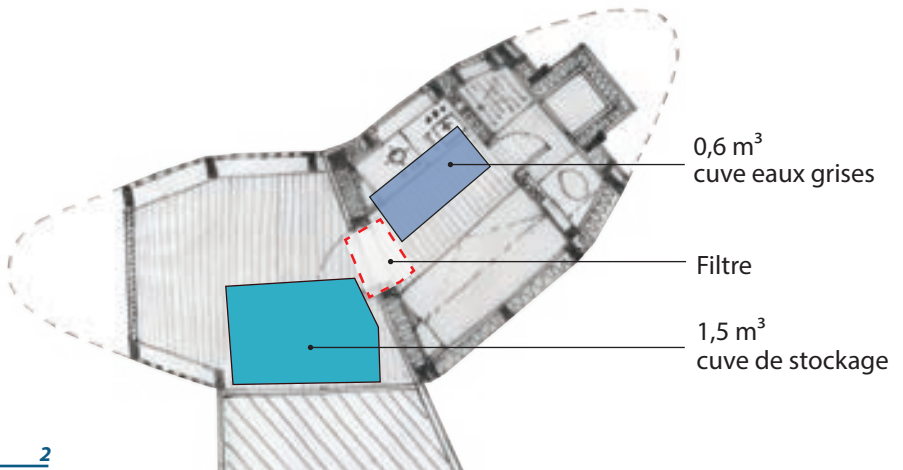
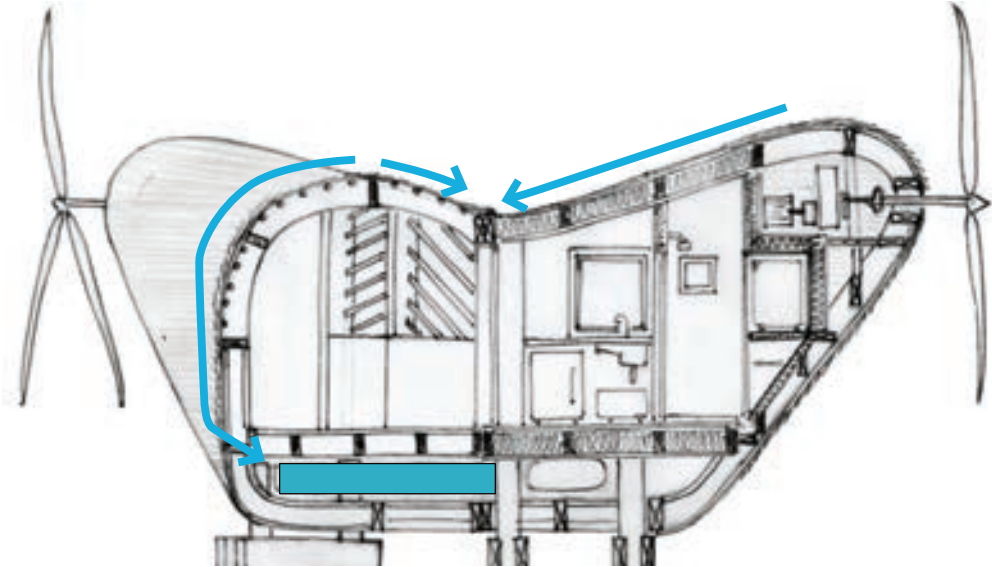
(ρ_0 : masse volumique de l'air 1,23 kg/m³ ; C_p : coefficient de performance 0.4 ; D : diamètre de la surface de balayage ; V : vitesse du vent)

L'énergie mécanique sera transformée en énergie électrique pour le fonctionnement quotidien du diogène. Chaque éolienne a une puissance théorique de 330 W. Cela équivaut à 2600 kWh/an d'énergie électrique, après les pertes dues aux performances et à la transformation de l'énergie mécanique en électricité.

Besoins et Consommation d'énergie

Electricité spécifique:
Réfrigérateur : 700 kWh/an
Cuisine : 200 kWh/an
Bouilloire : 100 kWh/an
Ordinateur : 50 kWh/an
Radio-réveil : 40 kWh/an
Éclairage LED : 50 kWh/an
sous-total : 1140 kWh/an
Chauffage : 1960 kWh/an
E.C.S. : 420 kWh/an
total : 3520 kWh/an

Récupération de l'eau de pluie en toiture



Dimensionnement de la cuve de stockage :

récolte mensuelle estimée : 450 l/mois

eaux filtrées : 450 l/mois

surplus de récolte : 300 l/mois

marge de manœuvre : 300 l/mois

total : 1500 l/mois = 1,5 m³

RÉCUPÉRATION DE L'EAU DE PLUIE

Besoins

Entouré par la mer, l'accès à l'eau potable du saunier est restreint. Le seul moyen de se procurer de l'eau potable est à travers la récupération et le filtrage des eaux de pluie. Avec une pluviométrie peu constante, surtout en été, le saunier doit être économe en l'utilisation de l'eau potable. Le projet propose des toilettes sèches pour réduire la consommation.

Les besoins en eau sont les suivants :

- Eau potable totale : 18 l/jour (eau de pluie filtrée)

Boisson : 2 l/jour

Arrosage : 1 l/jour

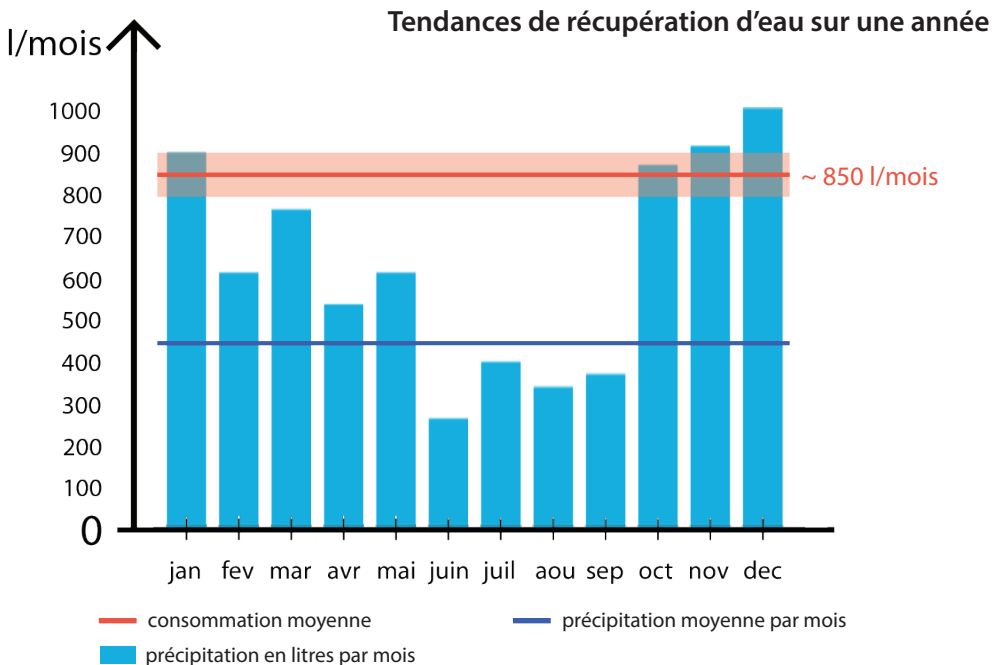
Cuisine : 5 l/jour

Douche : 10 l/jour

- Eau propre : 10 l/jour (eaux grises filtrées)

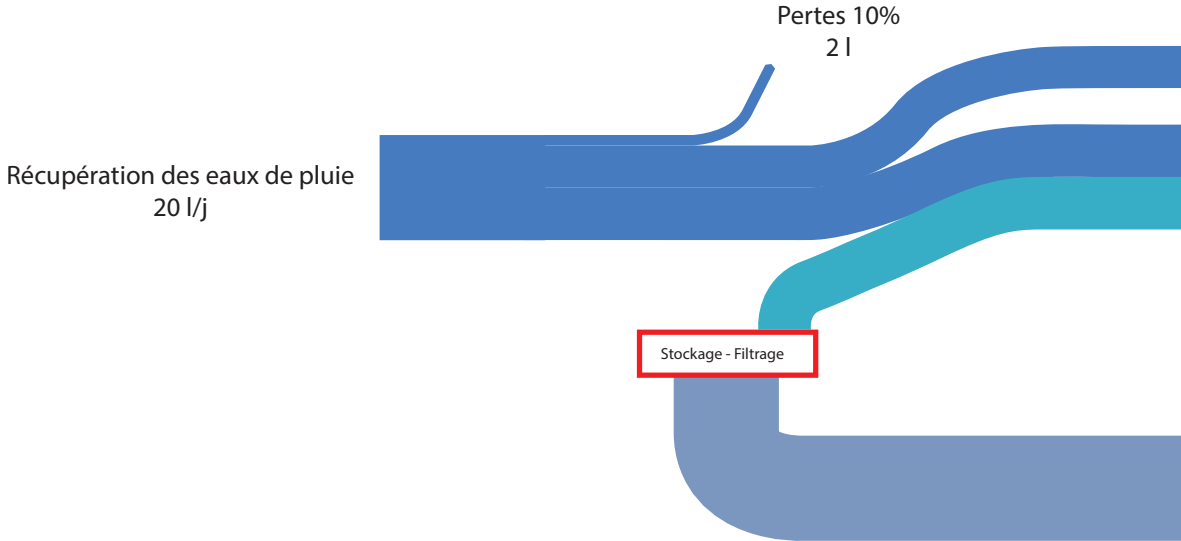
Ménage-Lessive-Vaisselle

La surface de récupération d'eau est de 15 m² environ.

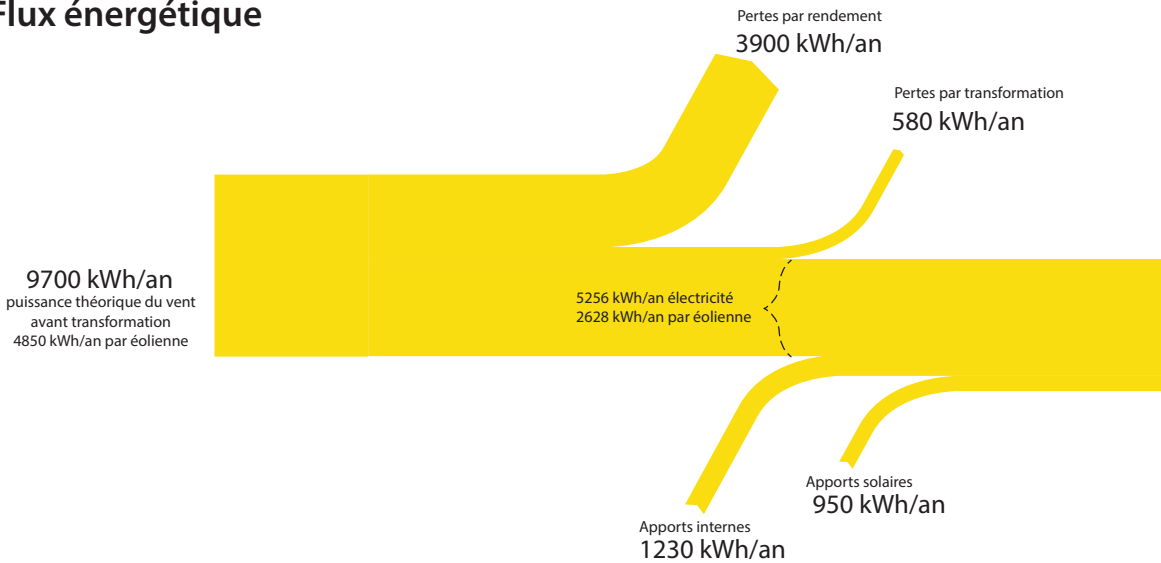


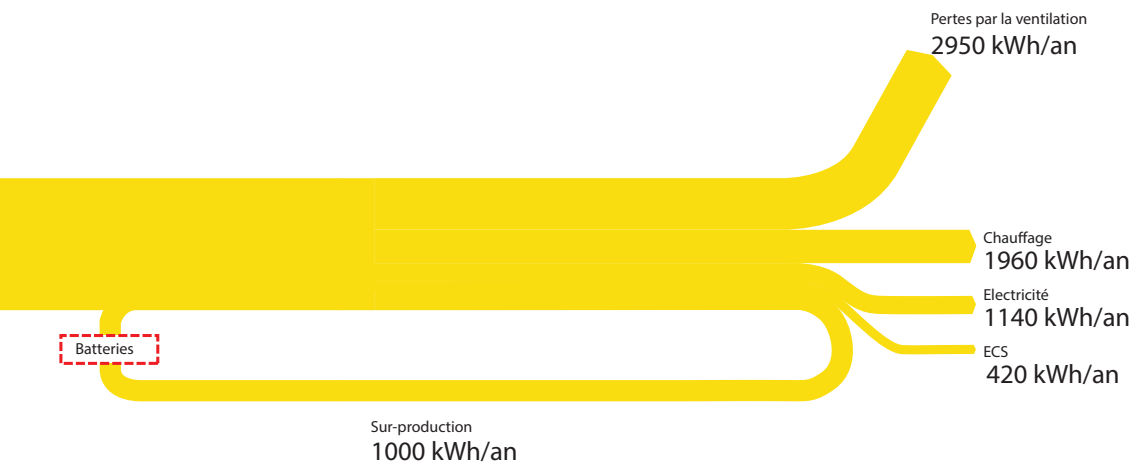
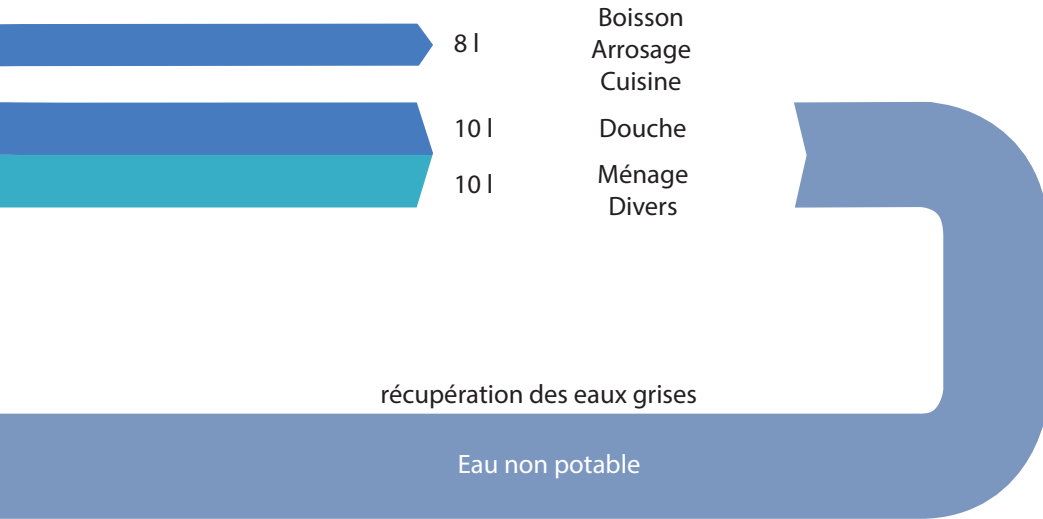
source : meteonorm

Flux de l'eau



Flux énergétique











© Jakob Plaschke - *Khayelitsha Township* (<http://flickr.com/photos/JakobPlaschke>)

LE CAP

Afrique du Sud



Latitude : 33° 55' S
Longitude : 18° 25' E
Altitude : 42 m

Paul Chevalier





LE CONTEXTE

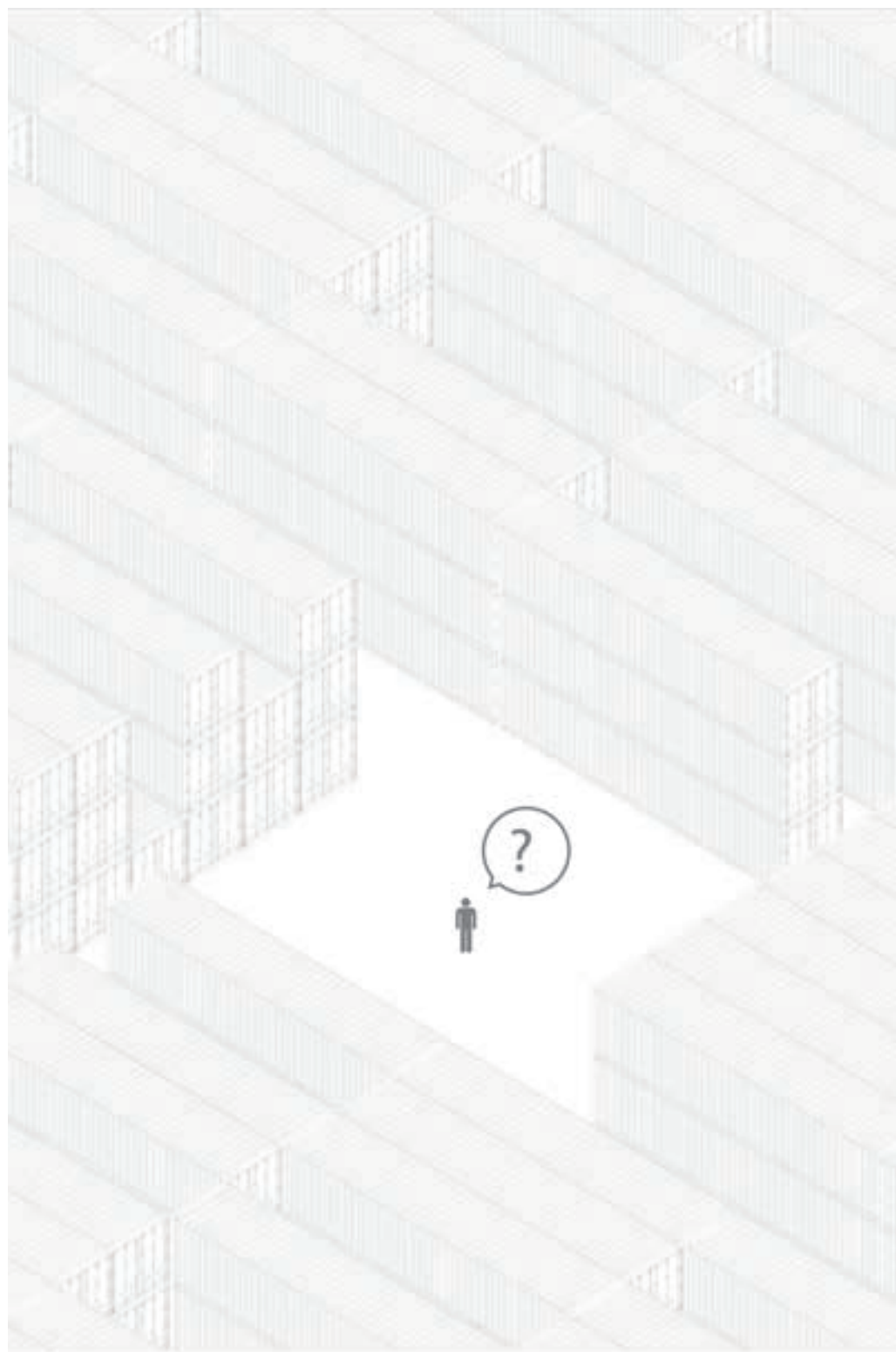
Cape Town 2050
Contexte climatique

HOME PROJECT

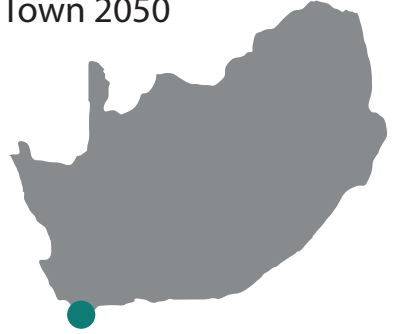
Implantation territoriale
Mise en oeuvre et inertie thermique
Le confort thermique
Les réponses aux besoins

PERSPECTIVES

Un modèle évolutif / adaptable



Cape Town 2050



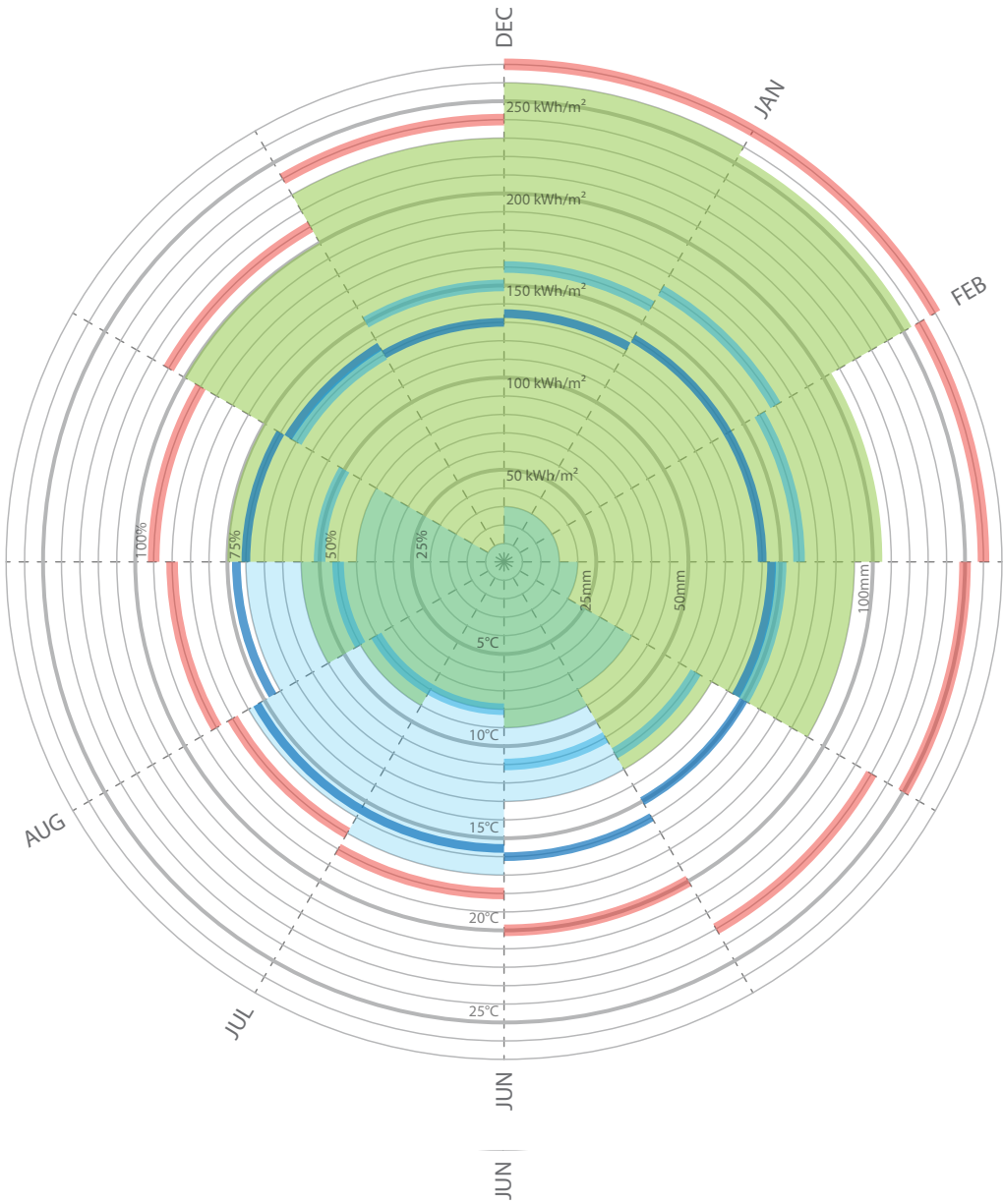
La crise énergétique est globale, le pic pétrolier a bel et bien eu lieu et c'est toute la production pétrolière qui est au point mort.

Comme beaucoup de secteur d'activité qui dépendaient de cette ressource tarissable et qui n'ont pas su se tourner vers des énergies plus durables, le transport maritime d'import-export est en faillite généralisée.

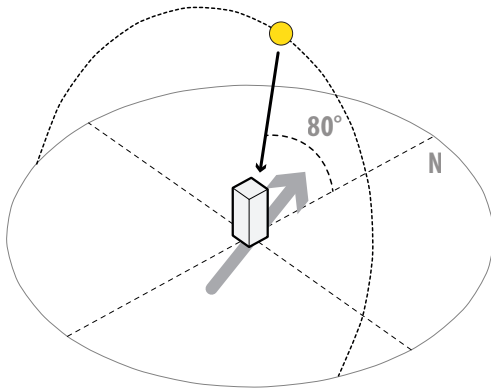
Comme la plupart des ports internationaux de commerce, le port de Cape Town est devenu le cimetière de dizaines de *super-tankers*, mais surtout de milliers de *shipping containers*, désormais inutiles, à l'abandon.

Face à cette situation, le gouvernement Sud-Africain a pris l'initiative de réquisitionner toutes ces boîtes métalliques afin de s'en servir pour loger les populations les plus démunies, qui continuent d'affluer massivement dans les quartiers informels de Cape Town : les *townships*.

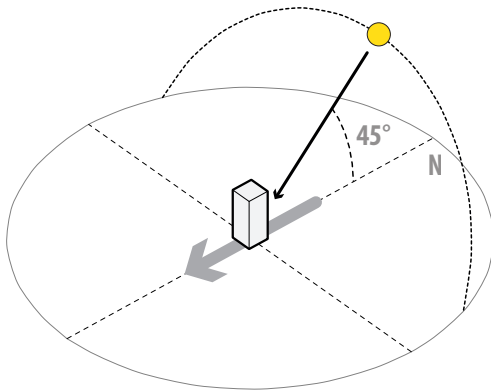
Cette opération gouvernementale a été baptisée «*Home Project*».



- Rayonnement global horizontal (en kWh/m²)
- Précipitations (en mm)
- Humidité relative (en %)
- Température moyenne en journée (en °C)
- Température moyenne de nuit (en °C)



21 DÉCEMBRE



21 JUIN



Le contexte climatique

Bien que l'emploi de conteneurs comme logement ne soit pas une idée nouvelle, tout l'enjeu de cette initiative était de pouvoir adapter cette structure métallique aux conditions climatiques en présence.

Le climat de Cape Town est de type méditerranéen.

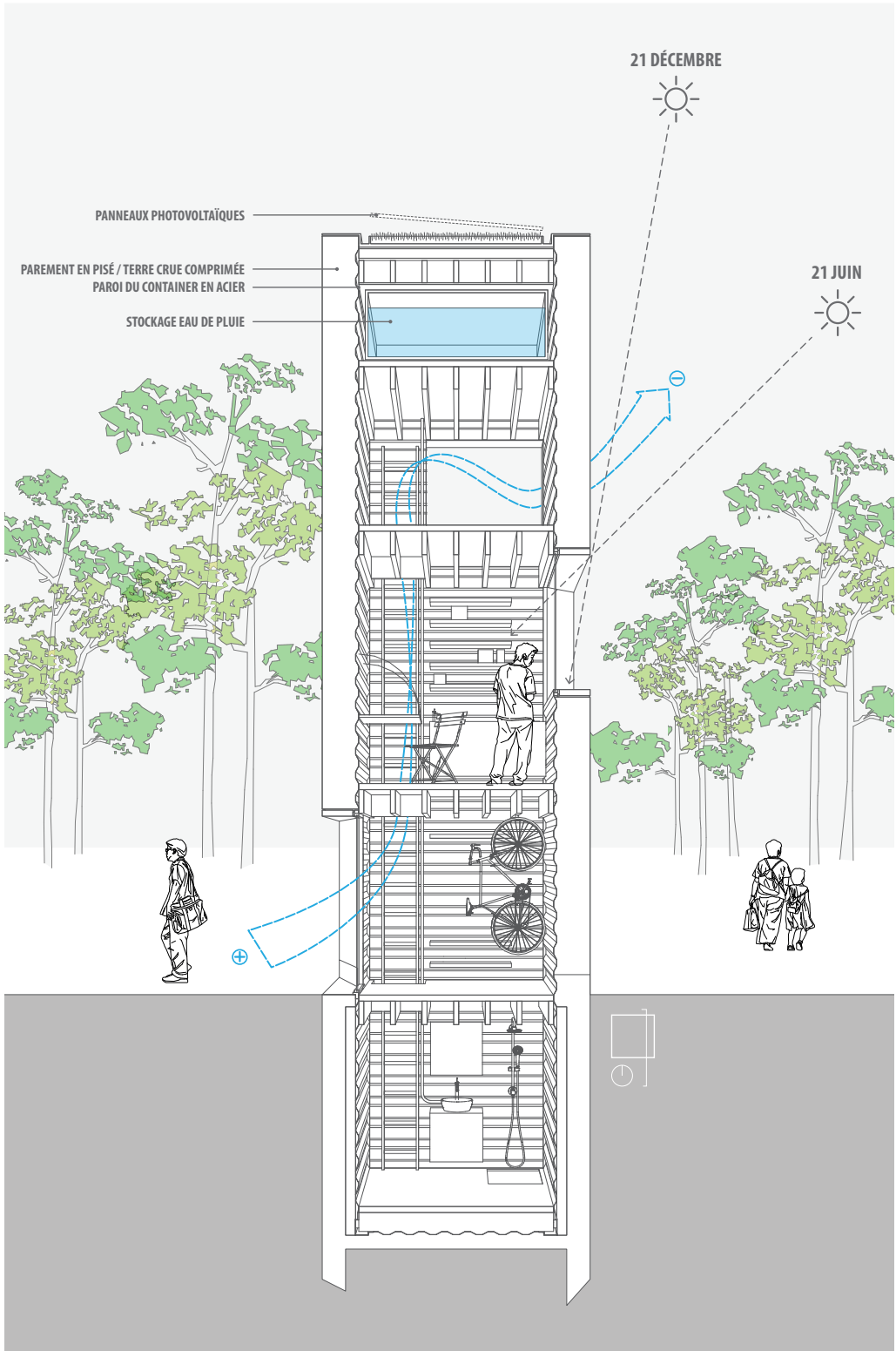
Durant la saison estivale d'octobre à mars la température moyenne en journée est comprise entre 19°C et 27°C.

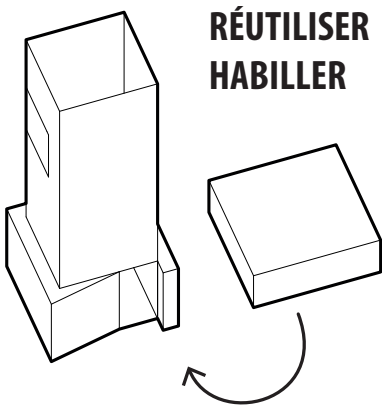
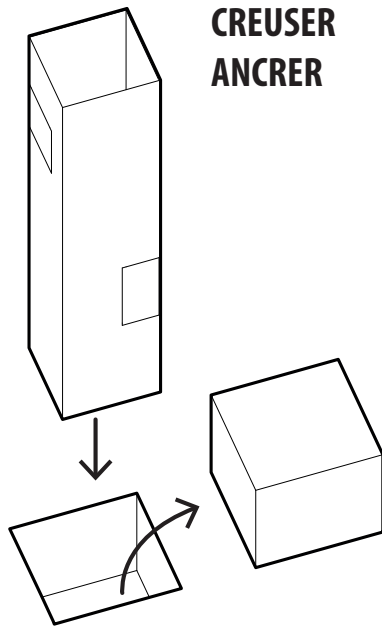
Pendant la saison hivernale, la température moyenne minimale en journée est 17°C. Ces données plutôt clémentes sont à mettre en relief avec deux facteurs importants : le rayonnement global et la différence de température entre le jour et la nuit.

Premièrement, le rayonnement horizontal global (2000 kWh/m²/an), assez significatif, pose problème en termes de surchauffe, surtout au sein de structures métalliques tels que les conteneurs par exemple.

Enfin, l'importante variation de température entre le jour et la nuit (environ 10 °C d'écart) pose également problème en matière de confort thermique nocturne, surtout en période hivernale.

C'est avec ces contraintes que la démarche *Home Project* a dû composer afin de proposer un habitat confortable.





Mise en œuvre et inertie thermique

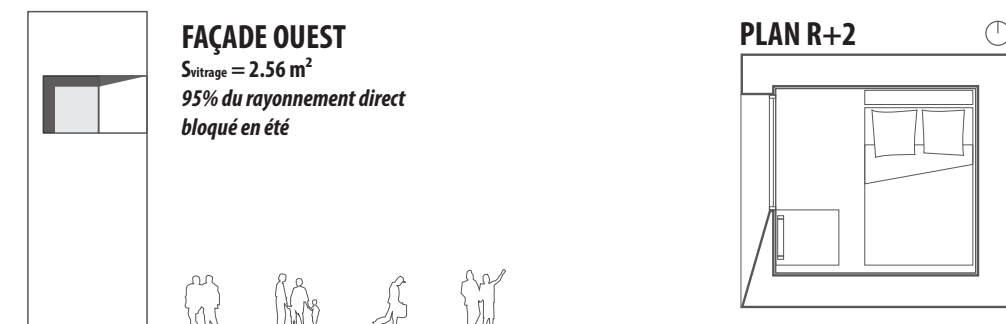
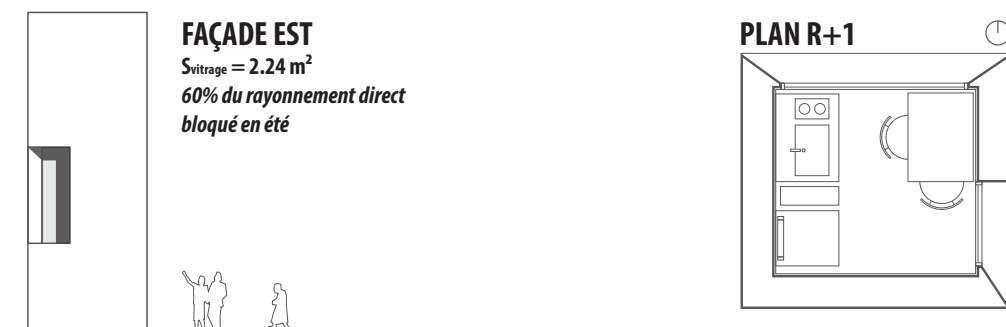
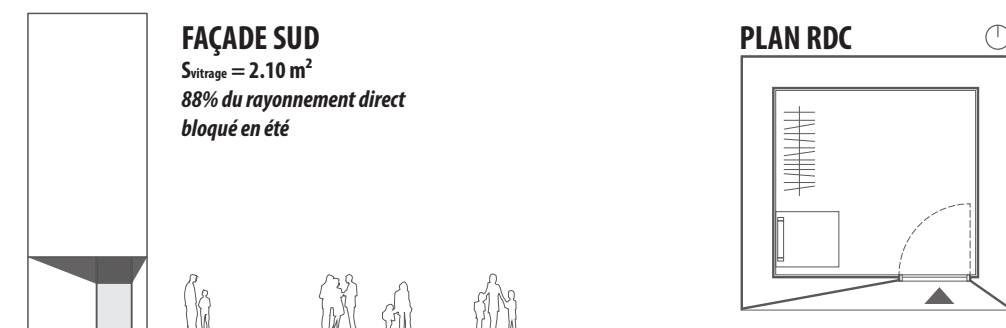
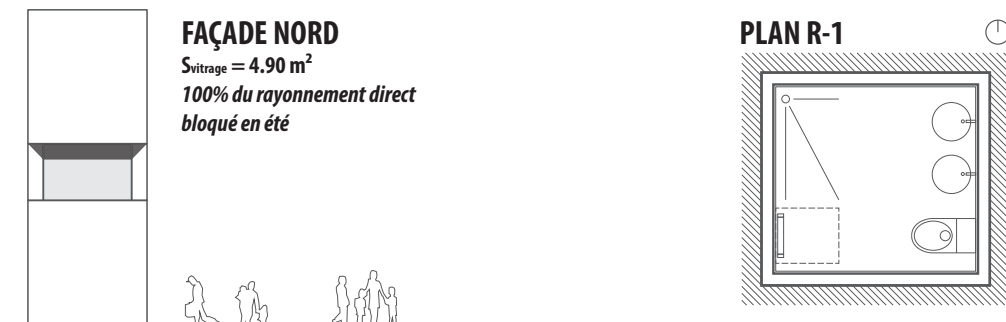
Home project s'appuie sur une volonté de mise en œuvre facile, couplée à une utilisation de matériaux permettant un déphasage thermique conséquent, et ce dans le but de stocker la chaleur du rayonnement solaire dans la journée pour la restituer durant la nuit. Le but étant d'avoir un environnement intérieur confortable thermiquement à tout moment, et particulièrement la nuit où les températures chutent.

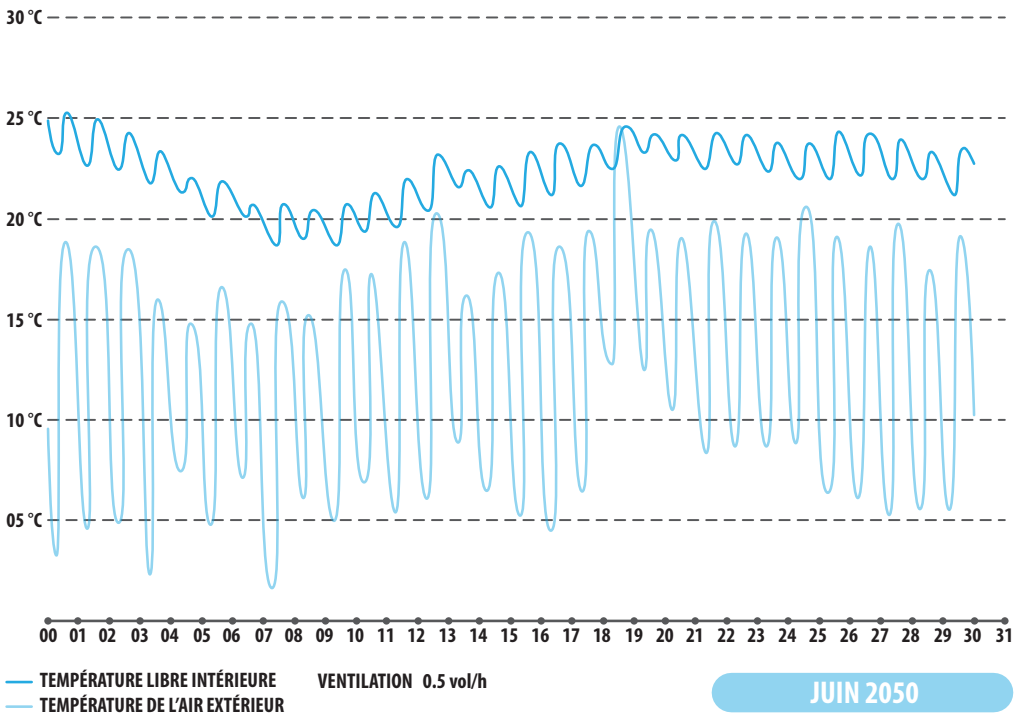
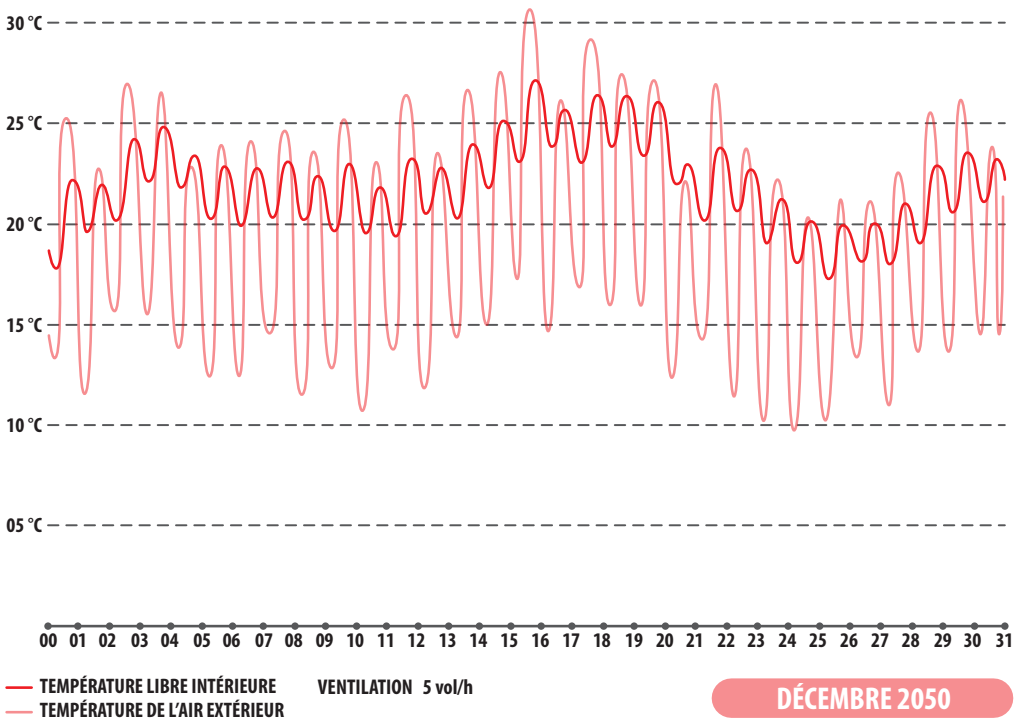
Il a donc été nécessaire d'ajouter de la masse à l'enveloppe du conteneur, qui se compose d'une simple structure métallique.

La contrainte d'économie de moyen et de matériau a fait pencher la balance en faveur de la terre crue, ressource locale peu chère et durable.

Cette terre est issue du déblai nécessaire à l'enfouissement d'une partie du conteneur dans le sol. Ce dernier, disposé à la verticale, est ancré dans le terrain. Entre les parois métalliques et le sol, on coule du béton grossier qui sert par la suite de soubassement pour ériger le parement en pisé. Par empilement et par coffrages successifs, on recouvre le conteneur de terre comprimée (déblais) sauf aux endroits des réservations pour les fenêtres. Ainsi, l'enveloppe du logement dispose d'assez de masse pour permettre le déphasage thermique souhaité.







Le confort thermique

Le projet ne s'appuie pas sur les capacités isolantes de la terre crue, qui sont par ailleurs assez faibles, mais bien sur sa capacité calorifique. L'enveloppe peut absorber une grande quantité de chaleur provenant du rayonnement solaire (3.1 kWh/K), cependant cette dernière met un certain temps avant de traverser le mur. Cette chaleur est finalement restituée vers l'environnement intérieur au moment où on en a le plus besoin, c'est à dire la nuit, lorsque les températures extérieures sont en dessous du seuil de confort de 17°C.

En hiver, les ouvertures en façade permettent de capter un maximum d'apports solaires, jusqu'à 6 kWh/jour au mois de Juin. A contrario, il est essentiel de se protéger de ce rayonnement direct en été pour éviter les surchauffes. Cela est permis à 75% par la combinaison de deux facteurs, un soleil très haut dans le ciel (80° à l'azimut le 21 Décembre), et des vitrages renforcés de 40 cm dans la façade.

La modélisation du projet dans le logiciel *Casanova*, d'où sont tirés les graphiques ci-contre, a permis de déterminer l'ordre de grandeur du renouvellement d'air nécessaire au maintien d'une température libre confortable au sein du projet tout au long de l'année. En été notamment, un renouvellement de 5 vol/h est nécessaire pour toujours être confortable (ventilation naturelle).

BESOINS EN ÉLECTRICITÉ

ORDINATEUR PORTABLE 16 W	48	Wh
CHARGEUR TÉLÉPHONE 4 W	16	Wh
TÉLÉVISION 34 W	136	Wh
LED (x10) 8 W	40	Wh
FRIGIDAIRE / CONGÉLATEUR 20 W	480	Wh
BOUILLOIRE 3000 W	750	Wh
PLAQUES DE CUISSON 3300 W	1650	Wh
EAU CHAUDE SANITAIRE	105	Wh

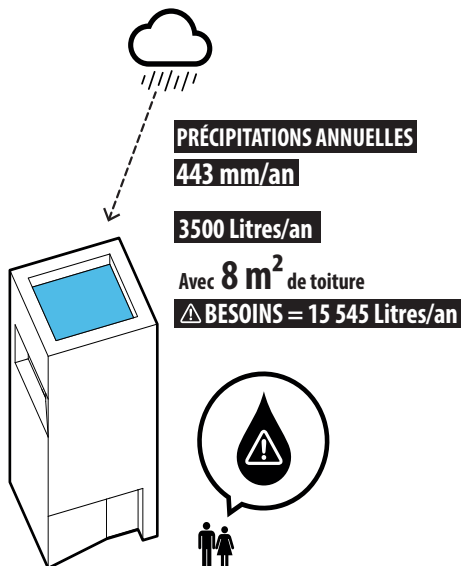
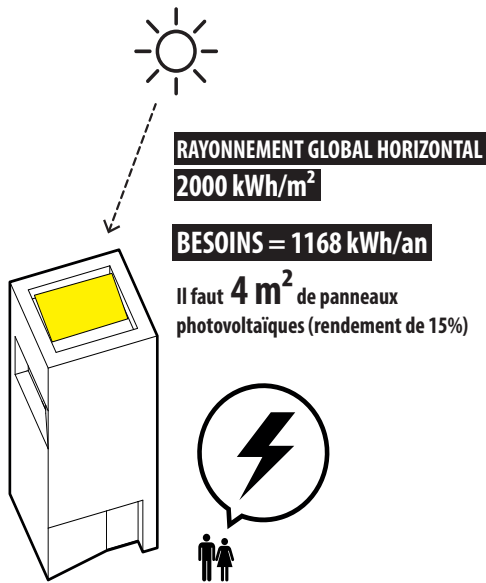
TOTAL 3.2 kWh/jour
1168 kWh/an

BESOINS EN EAU

BOIRE	3	L/j
VAISSELLE + CUISINE	1	L/j
TOILETTES SÈCHES	0	L/j
HYGIÈNE	4.6	L/j
<i>DOUCHE</i>	33	L/j

TOTAL 41.6 Litres/jour
15 545 Litres/an

Les réponses aux besoins



Dans un contexte de crise énergétique, pouvoir subvenir localement à ses besoins et ce de façon indépendante est primordial. Le projet est autonome en termes de confort thermique d'hiver et d'été comme on l'a vu précédemment.

Dans la même optique d'auto-suffisance, l'analyse climatique a révélé un important rayonnement global horizontal, synonyme de fort potentiel photovoltaïque pour subvenir aux besoins en consommation électrique des deux habitants de ce projet.

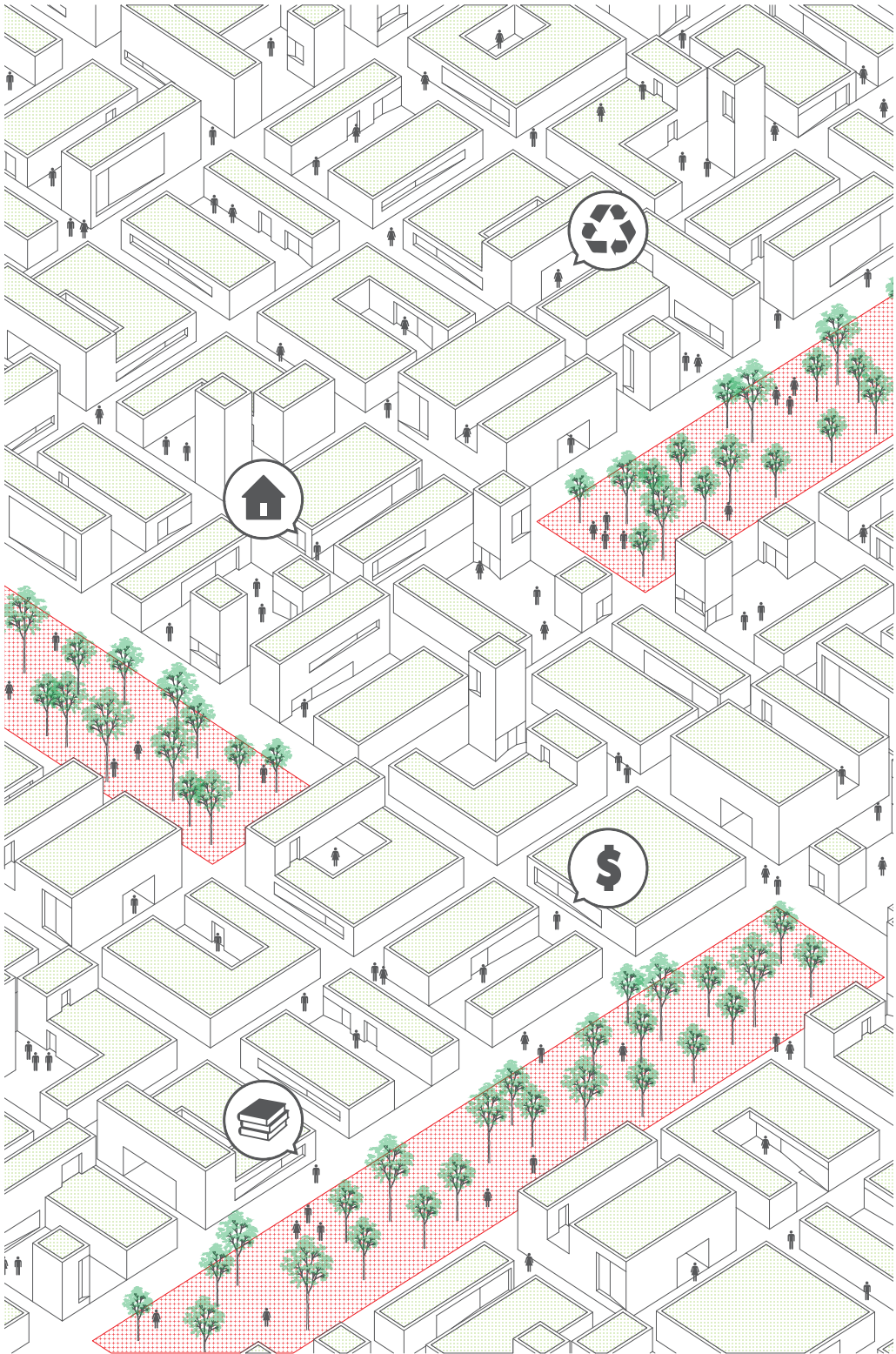
Les calculs ci-contre attestent de ce potentiel.

Cependant, les choses sont plus compliquées en ce qui concerne les besoins en eau (sanitaire et potable).

Les précipitations sont assez faibles à Cape Town, fait typique d'un climat de type méditerranéen. Et en effet, on constate que les 8 m² de toiture servant à la collecte de l'eau de pluie ne suffisent pas à assouvir les besoins en eau des deux occupants.

Dans les faits, ils permettent d'y subvenir à l'exception des 33L/jour «nécessaires» à la prise de deux douches.

C'est ce genre de constat qui pousse *Home project* à se développer au-delà du logement individuel, afin d'entrer dans une logique de mutualisation des ressources à l'échelle de l'îlot, du quartier.



Un modèle évolutif / adaptable

À long terme, l'initiative *Home Project* a pour but de s'étendre et de s'appliquer au delà du simple logement.

Le réemploi d'une structure aussi modulable qu'un conteneur se prête particulièrement bien à la déclinaison de différentes typologies, en gardant un principe de mise en œuvre et d'architecture bioclimatique viable, durable.

La construction du logement, son étude, dans un cadre presque humanitaire est ici une base au processus de création du quartier, avec ses équipements, ses commerces...

Le contexte, le climat, les ressources, sont ici moteurs de ce processus, afin de donner un nouveau visage aux *townships* de Cape Town.





San Pedro de Atacama vu depuis les fouilles archéologiques de Pukarà de Quitor - source : *Google maps*

ATACAMA

Chili



Latitude : 22° 55'S
Longitude : 68° 12'O
Altitude : 2438 m

Morgane Besse



LE SITE

Histoire / Culture

Données et analyses climatiques

LE PROJET

Implantation

Intentions

Stratégie bioclimatique

Structure et matériaux

Spatialité et usages

L'ÉNERGIE

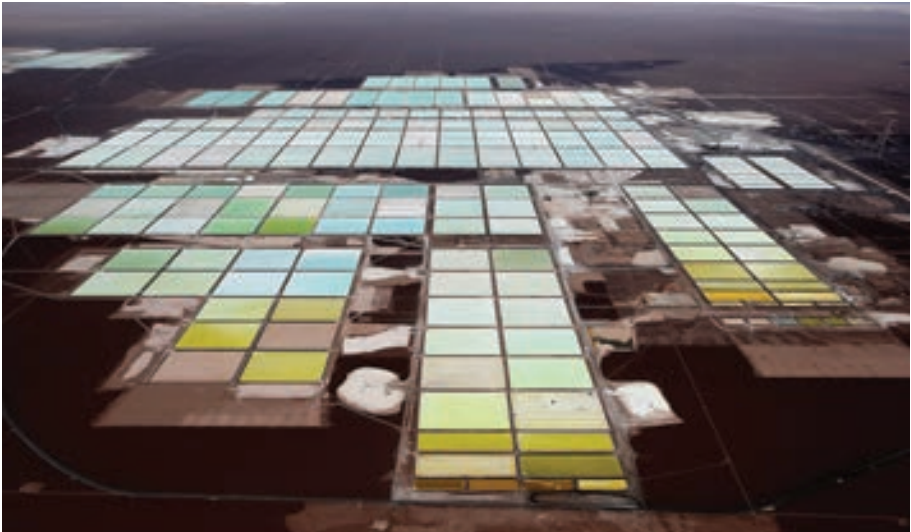
Besoins

Production

SYNTHÈSE



1



2



3



SAN PEDRO DE ATACAMA

Le désert d'Atacama est une zone climatique *tropicale désertique hyper aride* située au nord du Chili. Il se caractérise donc par une forte sécheresse. Cependant, des villages s'y sont constitués bien avant l'ère inca. C'est le cas de San Pedro de Atacama, village-oasis au milieu du désert.^A

Aujourd'hui centre touristique du nord du Chili, San Pedro de Atacama est le point de départ d'excursions pour aller voir les geysers del Tatio, le salar d'Atacama, la cordillère des Andes, ou des fouilles archéologiques. Se trouvent également en plein désert des mines de cuivre et de lithium, ainsi que des observatoires astronomiques.^B

Face à cette grande sécheresse, les habitants de San Pedro de Atacama ont développé un réseau de canaux alimentant le village depuis les deux sources d'eau à proximité du village : el rio Puritama et el rio Purificada. L'utilisation et l'entretien de ce réseau sont encadrés par un rituel traditionnel : un habitant chargé des eaux, le Puricamani, est nommé chaque année par les habitants. L'eau étant limitée, c'est lui qui organise l'irrigation mensuelle, une distribution alternée, permettant à chaque habitant de s'approvisionner en eau pendant une heure et ce une à deux fois par mois. Cependant, l'accès à l'eau de village est de plus en plus difficile, car celle-ci est convoitée par l'industrie minière et le tourisme.^C

A. https://fr.wikipedia.org/wiki/San_Pedro_de_Atacama
B. https://fr.wikipedia.org/wiki/Désert_d%27Atacama
C. <http://www.tourisme-chili.com/l-eau-a-san-pedro-de-atacama.htm>



1



2

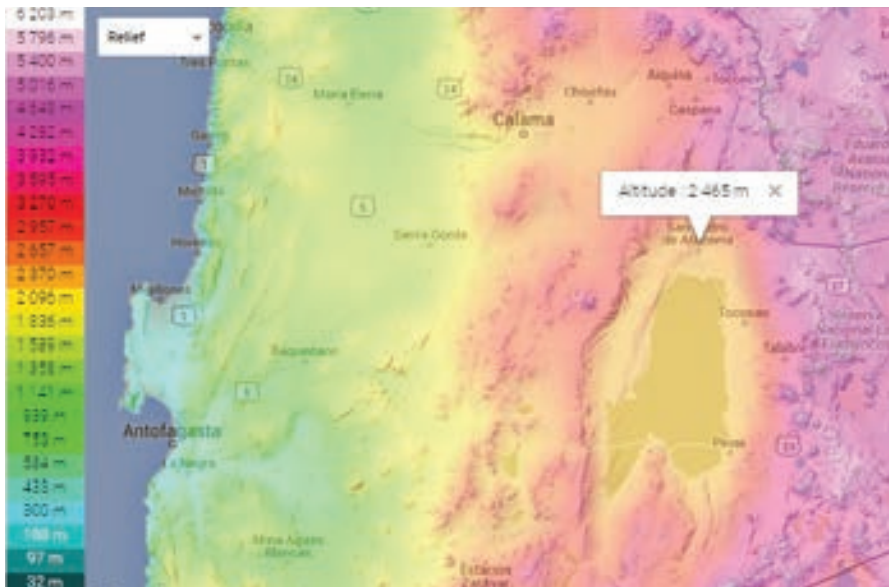
LE SITE

Histoire / Culture



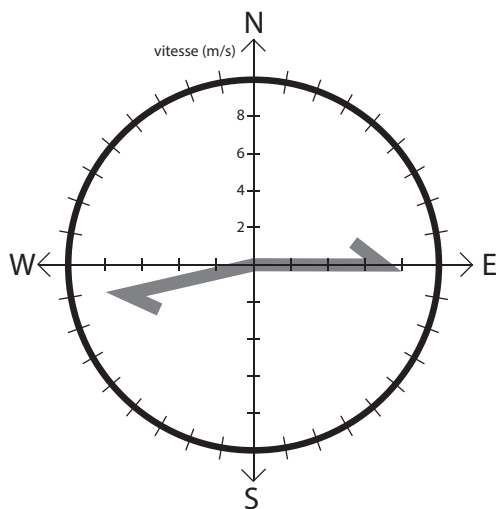
Le village est éclaté en plusieurs petits hameaux interconnectés. Les habitations sont basses (la plupart du temps de plain-pied) et peu ouvertes. Les murs sont construits en terre crue, les toits en charpente bois puis couverture en bois ou en tôle ondulée. Chaque habitation possède sa cuve de stockage d'eau potable située en hauteur. La végétation est fortement présente.

1/2/3. Habitations et rues de San Pedro de Atacama
Source : Google maps



Relief du désert d'Atacama

Source : Google

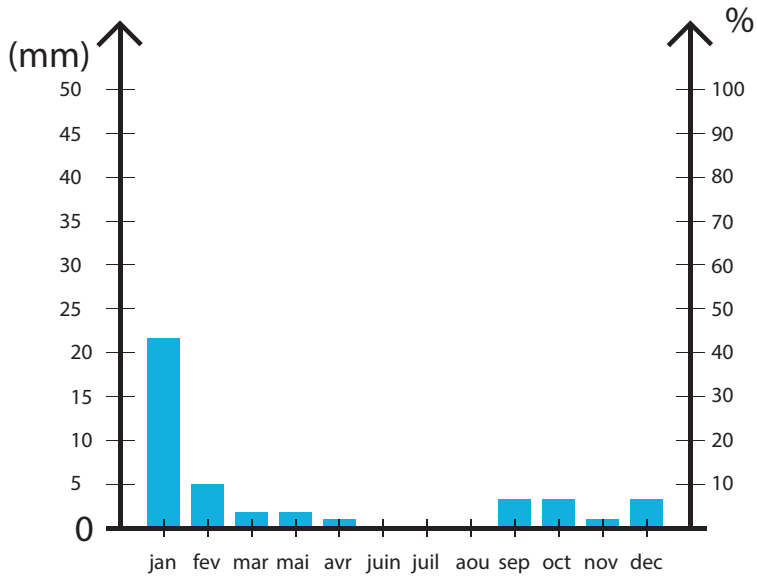


Le désert d'Atacama est très sec et aride pour trois raisons : il est situé sous l'anticyclone du Pacifique sud, il est traversé par un courant d'air froid provenant des régions polaires et il est entouré des chaînes montagneuses (la cordillère des Andes et le long du littoral) arrêtant les nuages portés par les vents d'est et d'ouest.

Pour plus d'informations, cf. https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9sert_d%27Atacama

Les vents dominants sont des vents est et ouest/sud-ouest avec une vitesse moyenne de 7,5 m/s à 10 m de hauteur, soit une jolie brise sur l'échelle de Beaufort. Source : Windfinder

UN CLIMAT TRÈS SEC



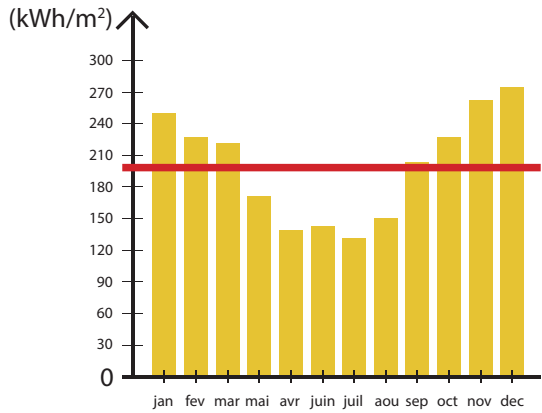
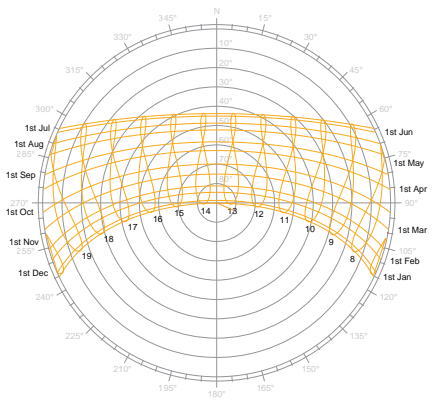
Les précipitations annuelles sont très faibles. Elles s'élèvent en moyenne à 42mm/an. Cependant, de forts orages se produisent de plus en plus, causant des inondations (cf 1997 et 2015). Source : Climate-data.org



Inondation dans le désert d'Atacama - mars 2015

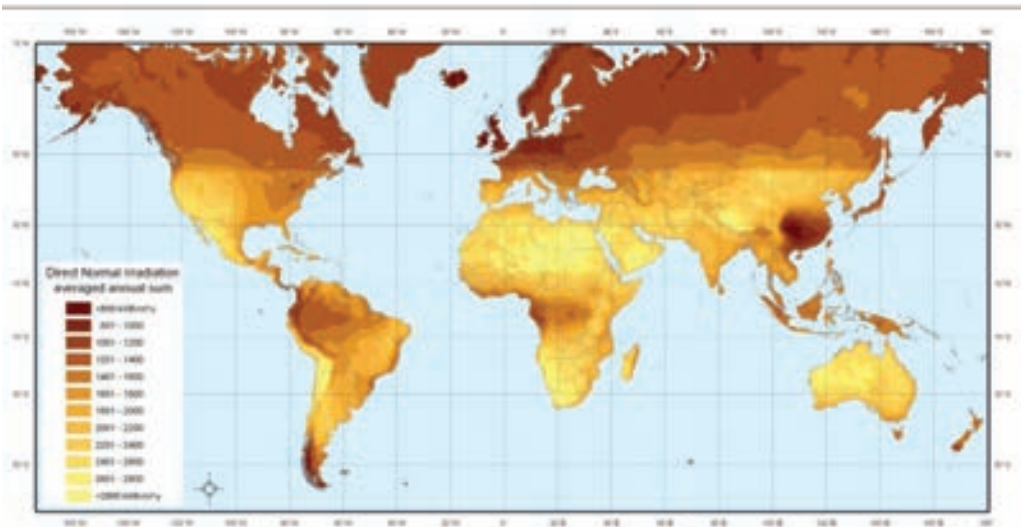
© Pablo Sanhueza AFP

FORT POTENTIEL SOLAIRE



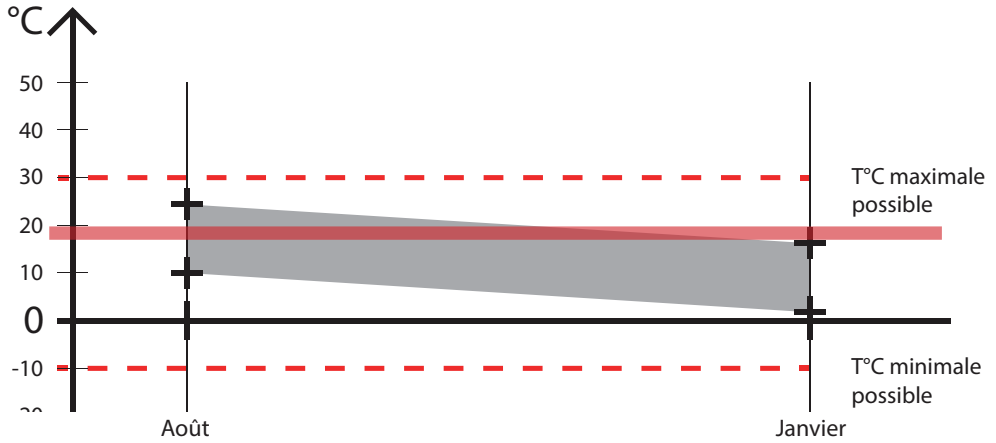
Le soleil rayonne selon un axe de 45° au solstice hiver et de 90° au solstice d'été. Source : Ecotect

Gisement solaire mensuel moyen sur une surface horizontale : 200 kWh/m². Source : Météonorm

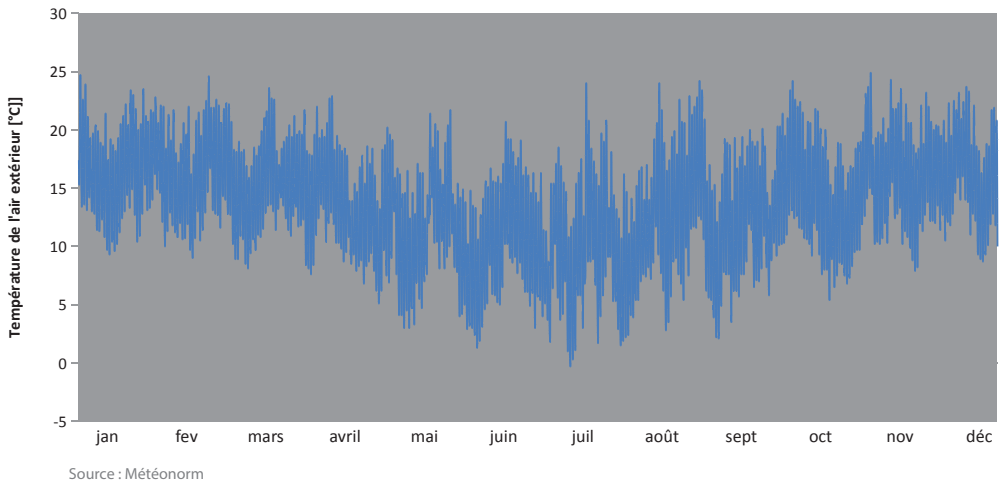


Carte de l'irradiation solaire horizontale mondiale. San Pedro de Atacama est situé dans une zone où le gisement solaire est élevé. Source : NASA (données de juillet 1983 à juin 2005)

TEMPÉRATURE JOURNALIÈRE

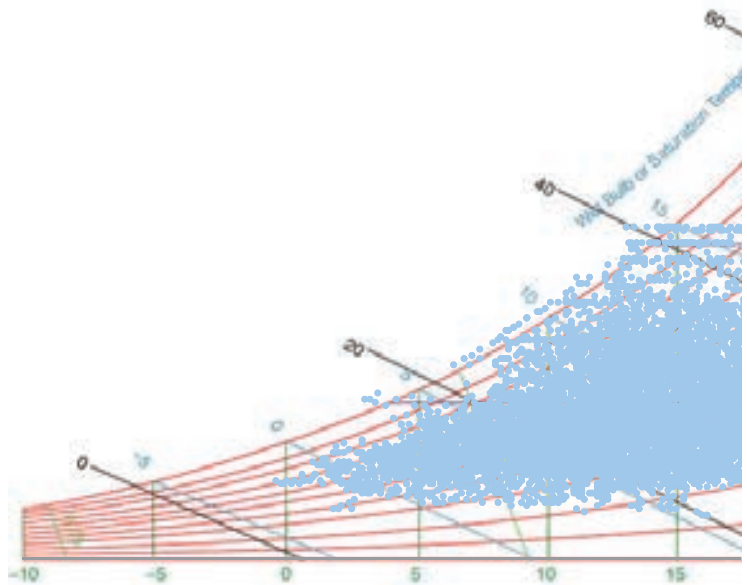


Le maximum quotidien en été est de 25 à 30 °C et de 18 à 25 °C en hiver. Cependant, les minimums nocturnes sont sous zéro une bonne partie de l'année et peuvent atteindre -10 °C. Même si les températures sont légèrement plus faibles en hiver, une amplitude journalière moyenne de 15 °C marque une grande différence entre le jour et la nuit. La température de confort (18°C) est très peu atteinte la nuit et le matin. Source : Climate-data.org



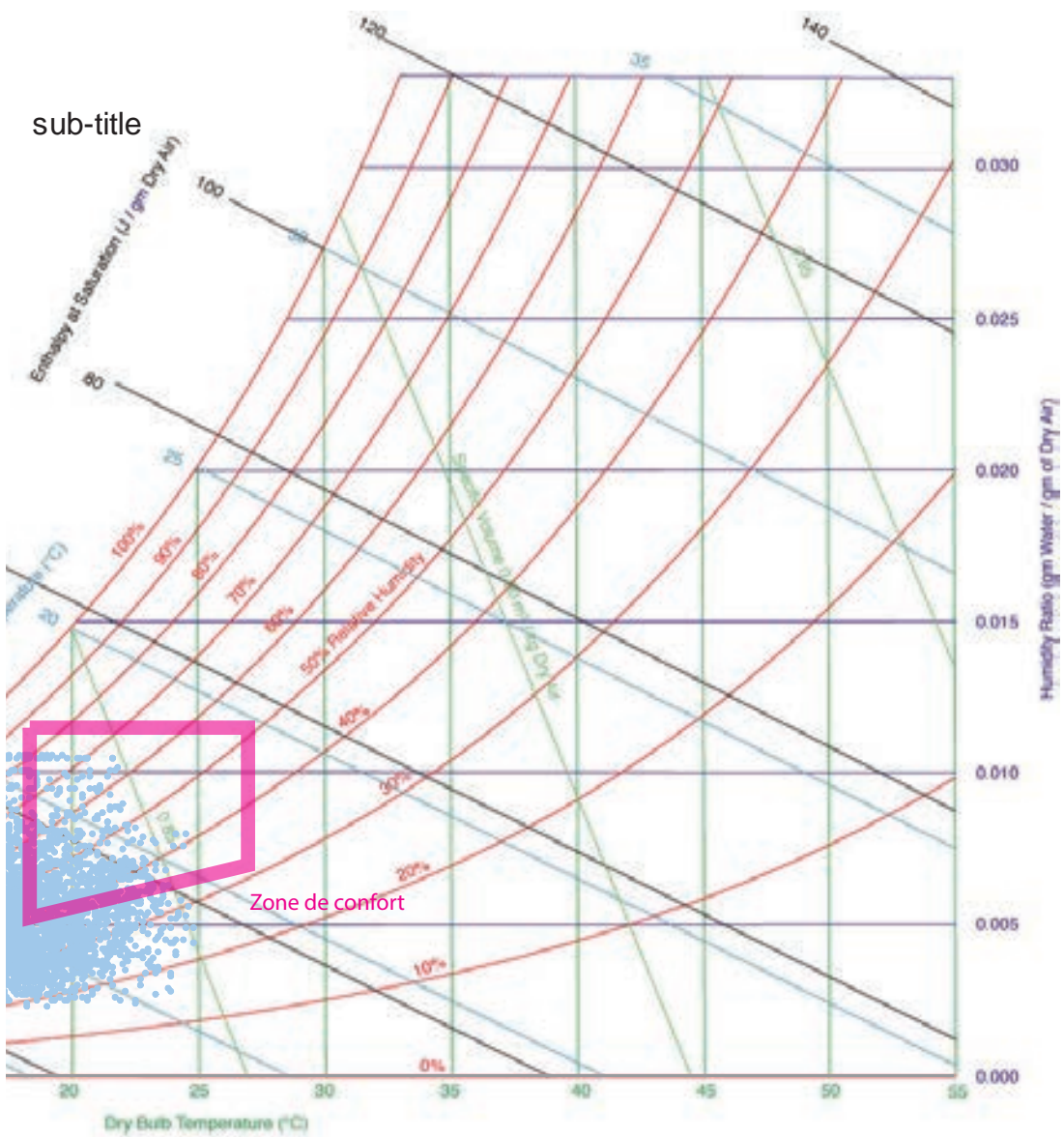
Psychrometric Chart

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



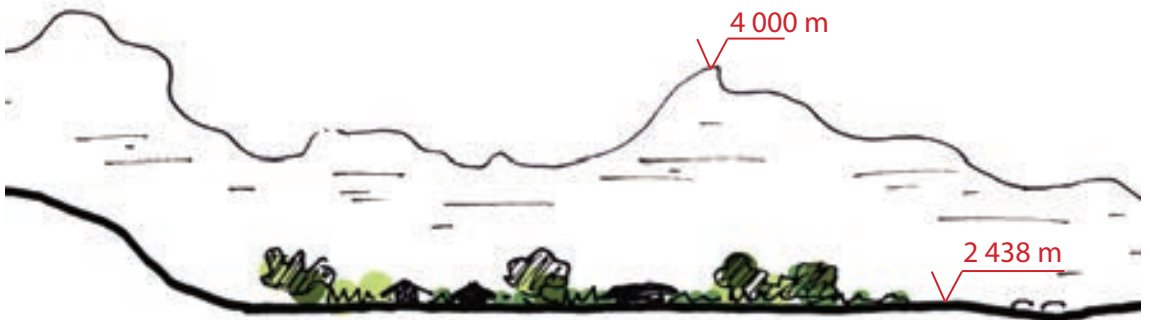
Source : Météonorm

DES BESOINS DE CHAUD PLUS QUE DE FROID





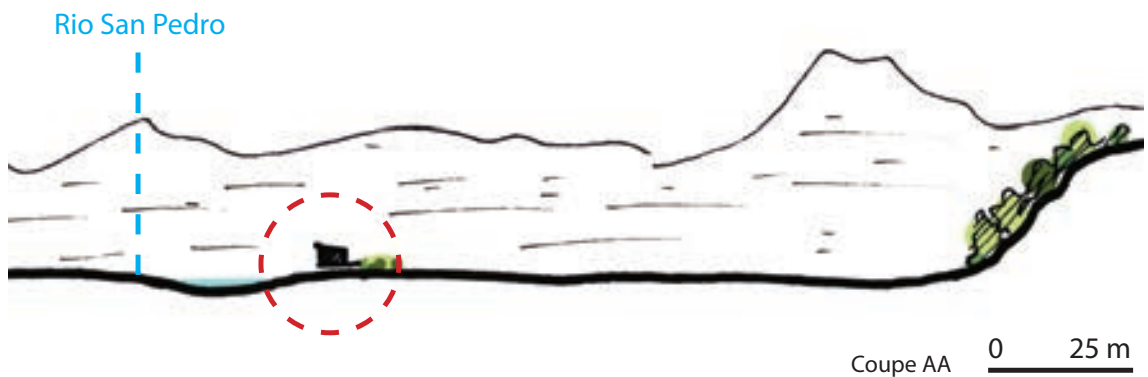
L'habitat est destiné à un archéologue séjournant à San Pedro de Atacama pour une durée d'un an. Il se situe au nord du village, près des fouilles archéologiques Pukarà de Quito.

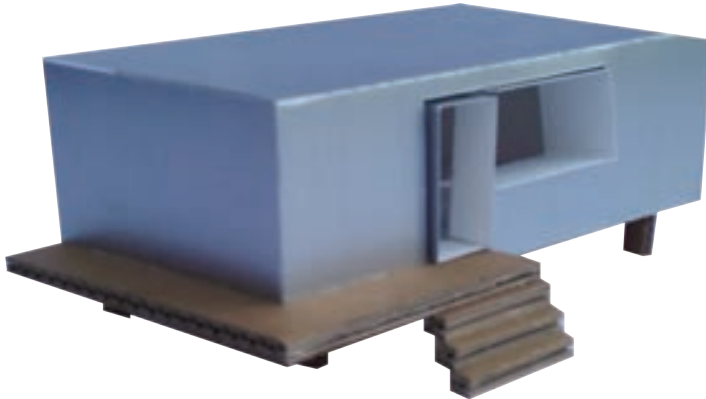


UN LOGEMENT POUR UN ARCHÉOLOGUE



Implanté près du Rio San Pedro, l'archéologue peut donc avoir accès à un point d'eau facilement. Il peut également se rendre sur son lieu de travail à pied.





Évolution du projet



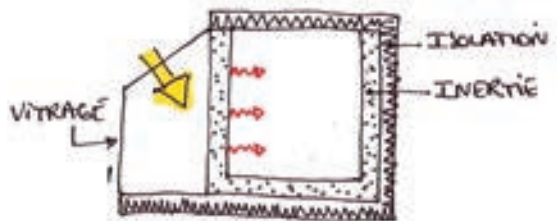
LE PROJET

Intentions

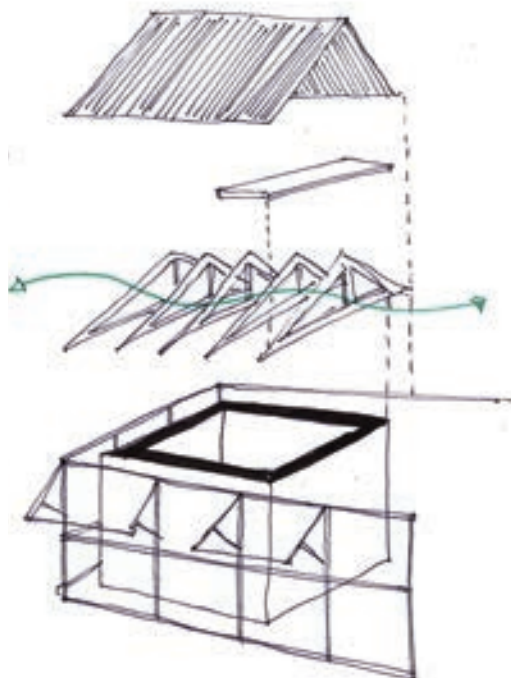
Se surélever, être
immergé dans le
paysage



2 enveloppes
Mur capteur à gains
indirects + mur simple



Surtoiture,
ventilation naturelle
en journée



LE PROJET

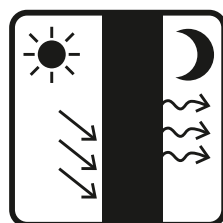
Stratégie bioclimatique



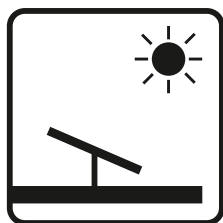
Récupération des eaux de pluie et de rivière



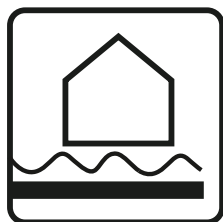
Bénéficier des apports solaires



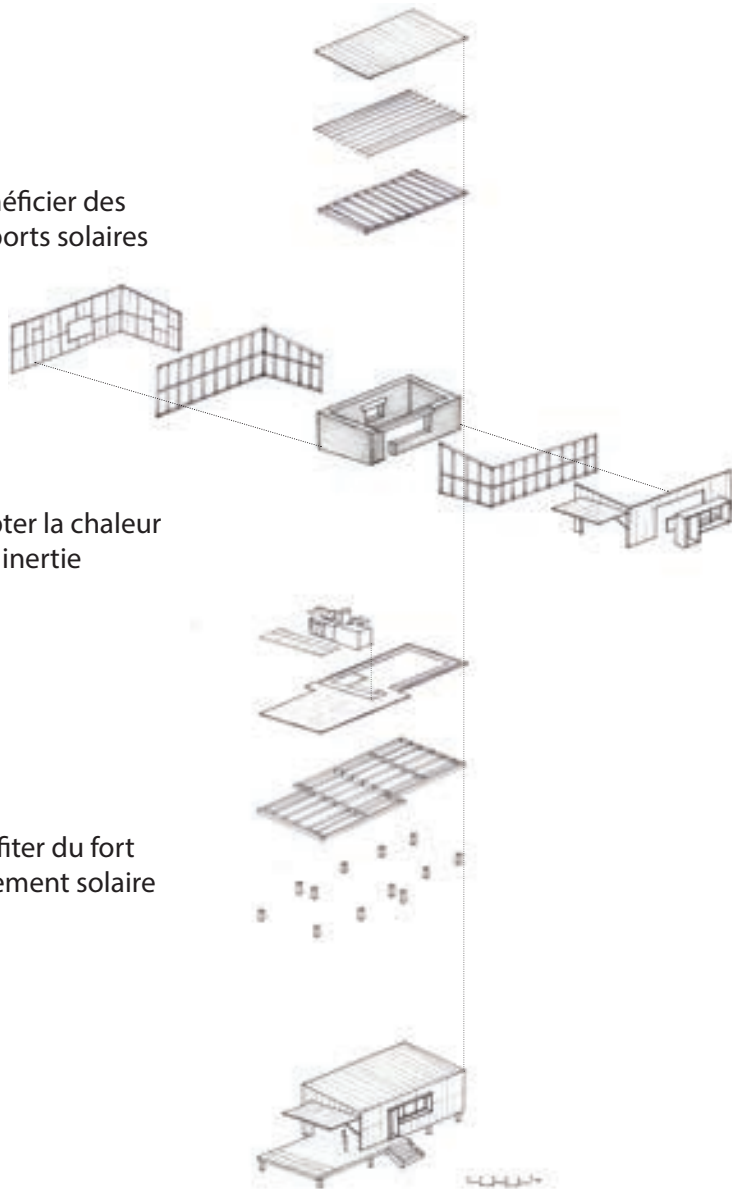
Capter la chaleur par inertie

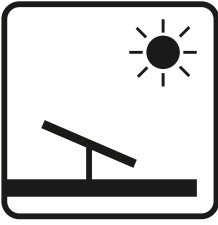


Profiter du fort gisement solaire



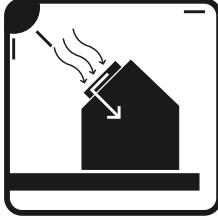
Se surélever





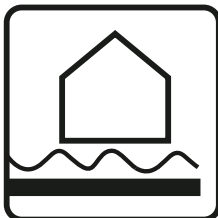
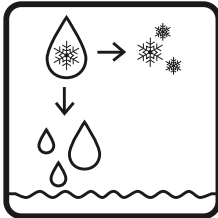
ÉNERGIE SOLAIRE

Le ciel du désert d'Atacama n'étant pratiquement jamais nuageux, l'installation de panneaux photovoltaïques et thermiques sur batterie permet de répondre aux besoins journaliers en électricité et ECS.



STOCKER ET DÉSALINISER

La collecte des eaux pluviales permet une autonomie de 29 jours. L'eau du Rio San Pedro est aussi pompée pendant 1h30 chaque mois (temps autorisé pour chaque habitant du village). Elle est ensuite filtrée et désalinisée pour être potable et répondre aux besoins journaliers d'un habitant.

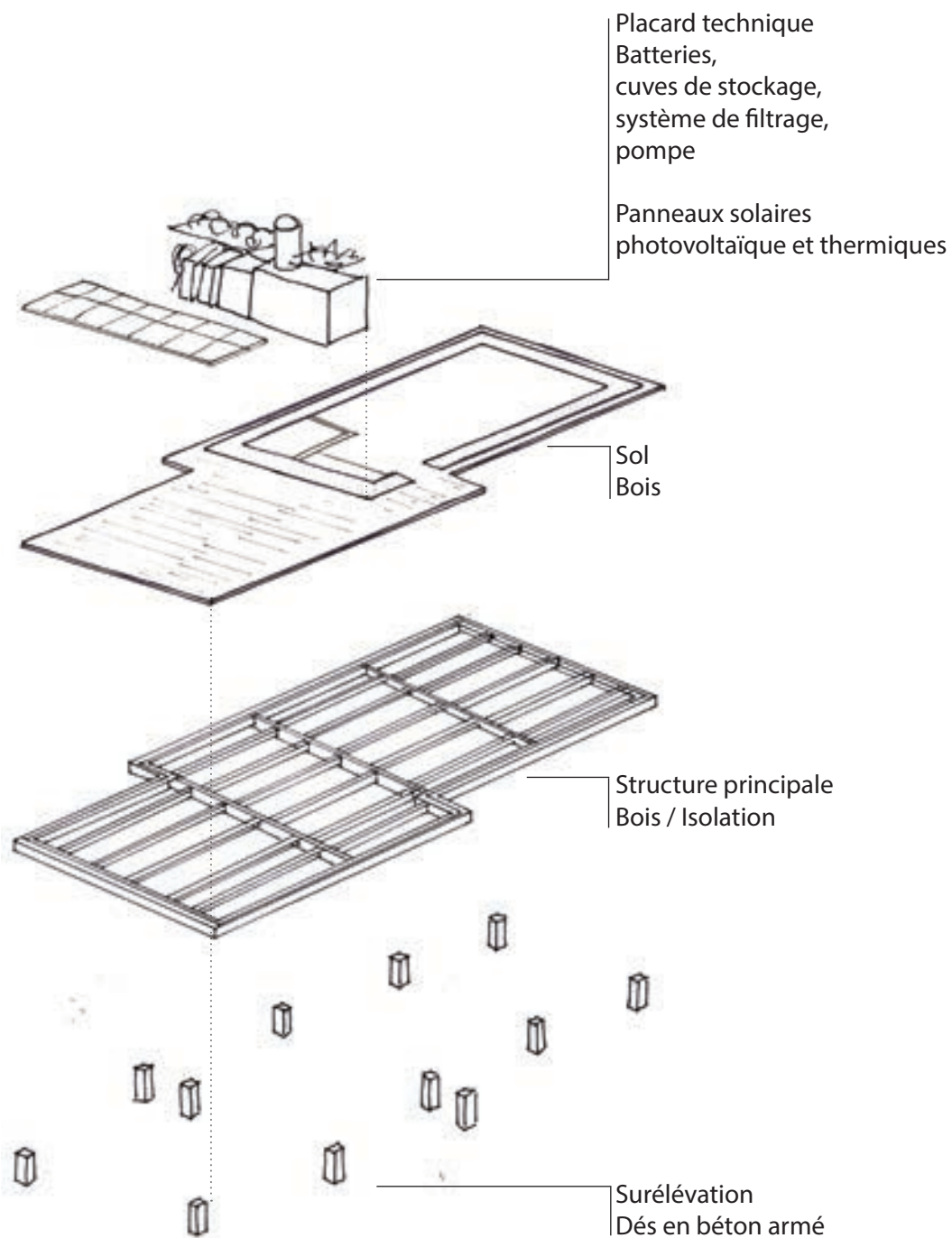


SE SURÉLEVER

Le projet est implanté à quelques mètres du Rio San Pedro. L'habitation est surélevée de 80 cm pour se protéger de possibles inondations.

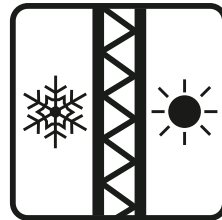
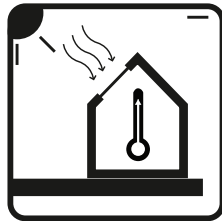
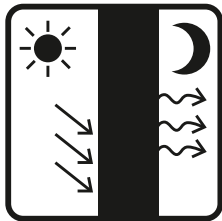
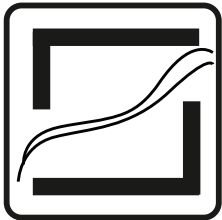
LE PROJET

Stratégie bioclimatique

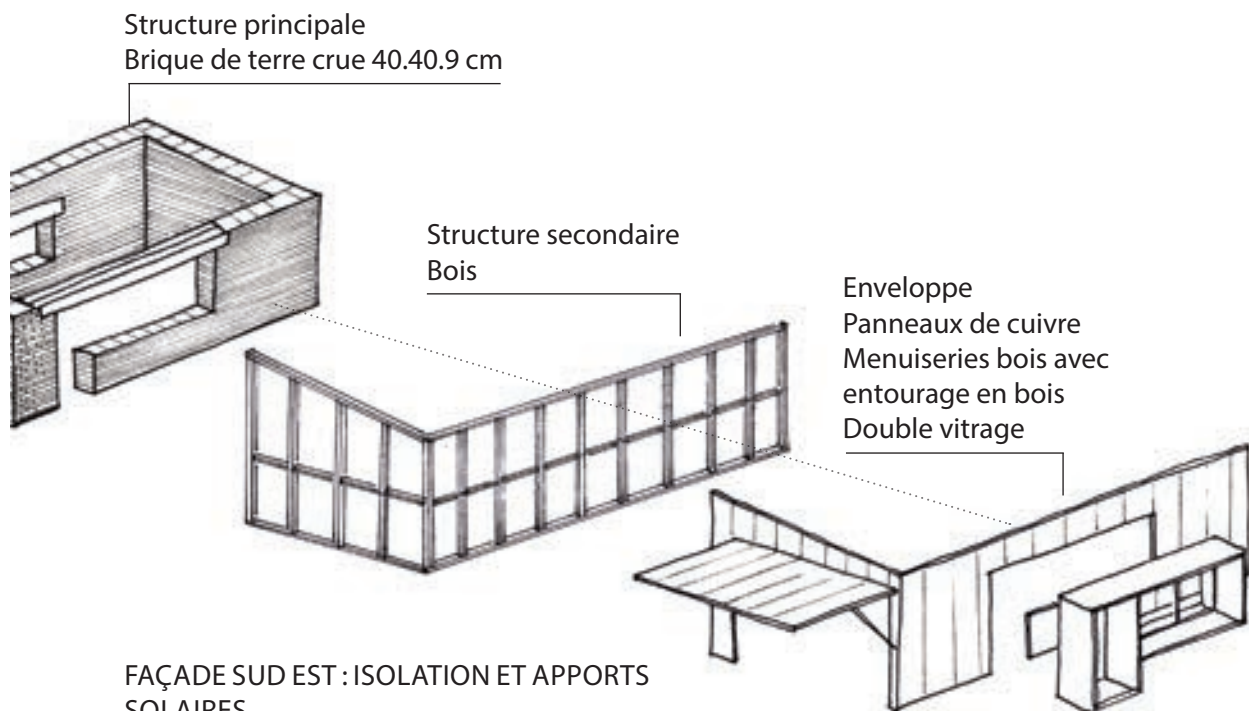


Enveloppe nord ouest
Double vitrage

Structure secondaire
Bois

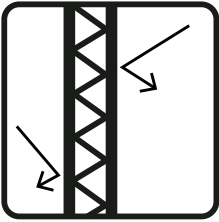


FAÇADE NORD-OUEST : INERTIE
L'enveloppe du bâtiment profite de la forte amplitude journalière des températures. Un mur capteur exposé nord-ouest stocke l'énergie solaire la journée et la retransmet la nuit à l'intérieur du logement, cela répond aux besoins de chaud. Le mur de terre crue de 40cm d'épaisseur permet un déphasage de 12h. Les fenêtres sont entourées d'un cadre en bois afin de limiter les transferts de chaleur entre l'intérieur, la double peau et l'extérieur.



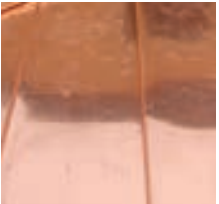
FAÇADE SUD EST : ISOLATION ET APPORTS SOLAIRES

L'enveloppe des murs peu ou pas exposés au soleil est différente. Le mur de terre crue est alors protégé par un bardage en cuivre. Il est percé d'une large fenêtre pour profiter des apports solaires du matin alors que la température extérieure est encore fraîche. Les locaux techniques, la cuisine et la salle de bain sont placés le long du mur sud afin de renforcer son isolation. Les quatre ouvertures favorisent la ventilation naturelle.



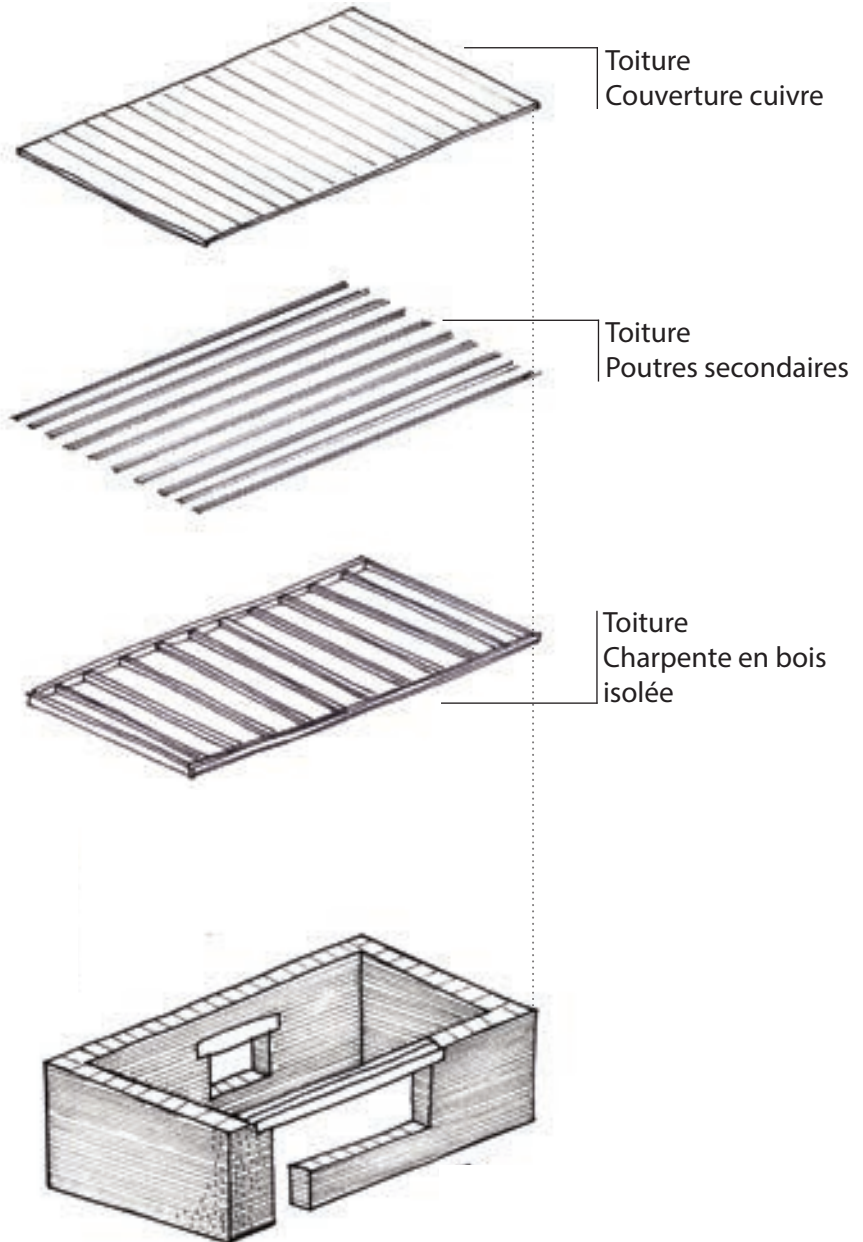
TOITURE

Le plancher, et la toiture sont en charpente bois isolée. L'air peut circuler entre les poutres secondaires afin de limiter la surchauffe en journée qui est due à la couverture en panneaux de cuivre.



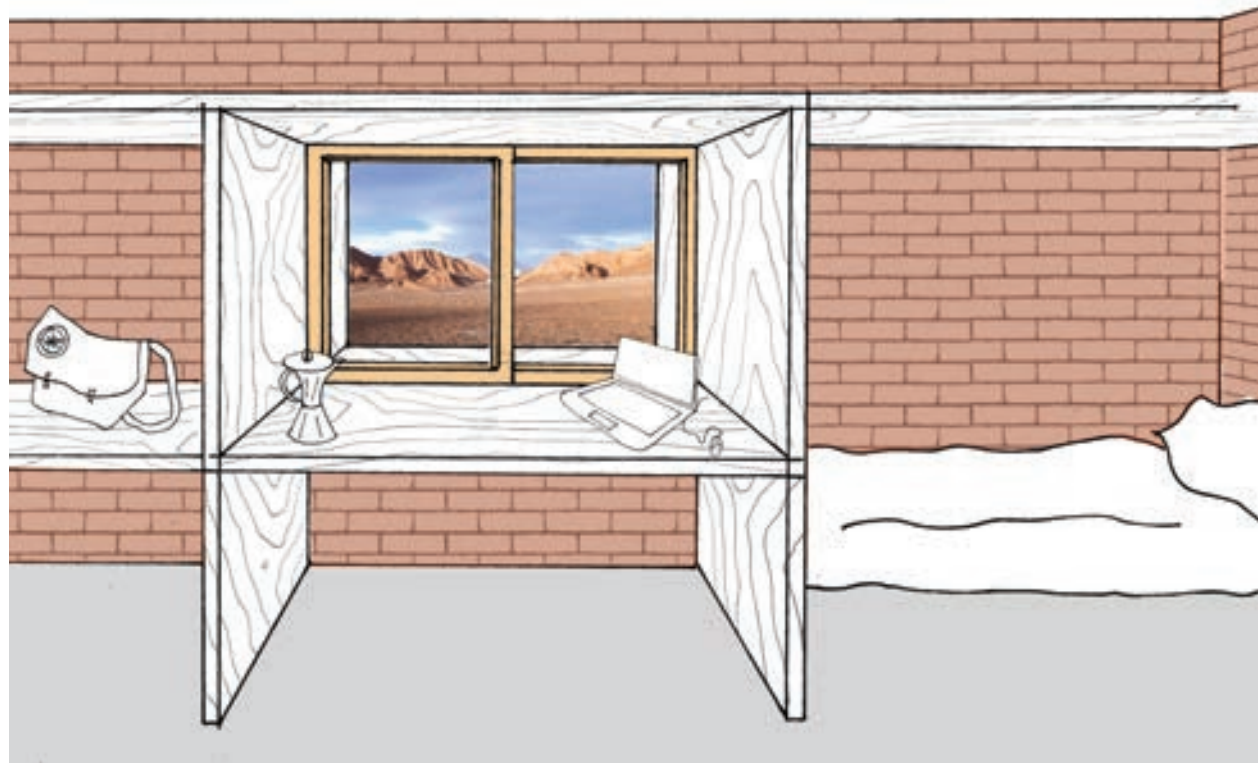
LE PROJET

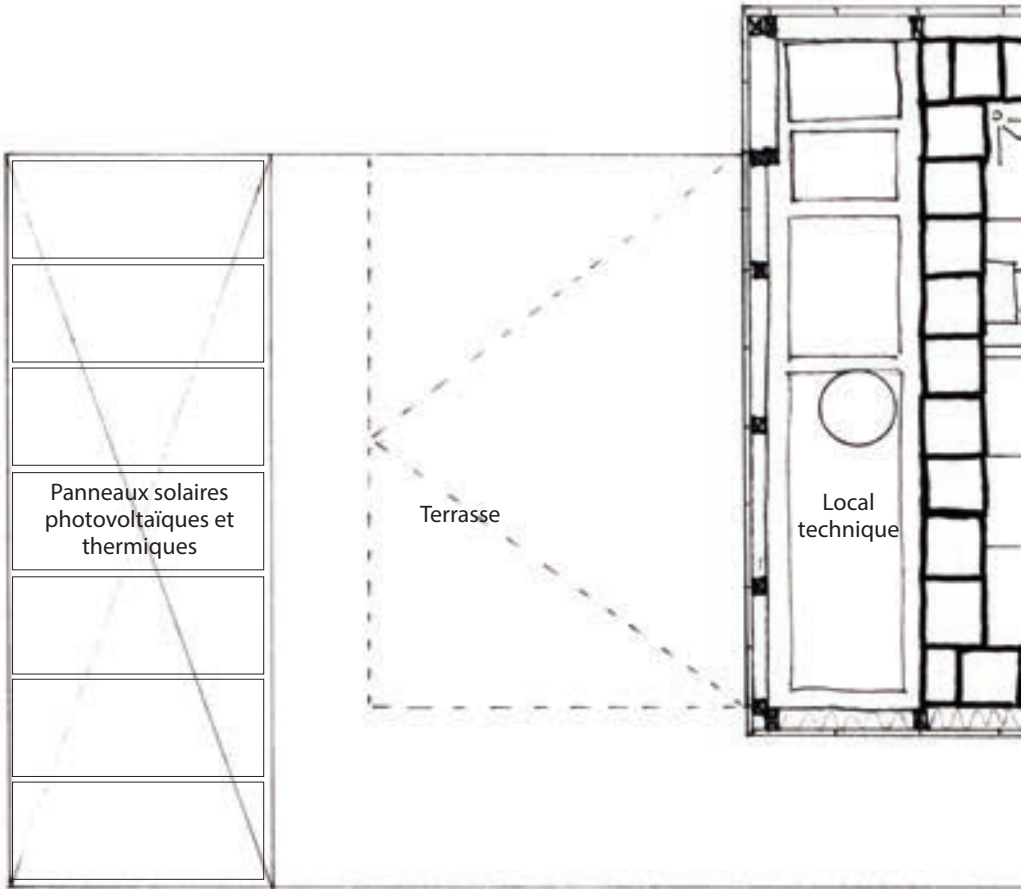
Stratégie bioclimatique





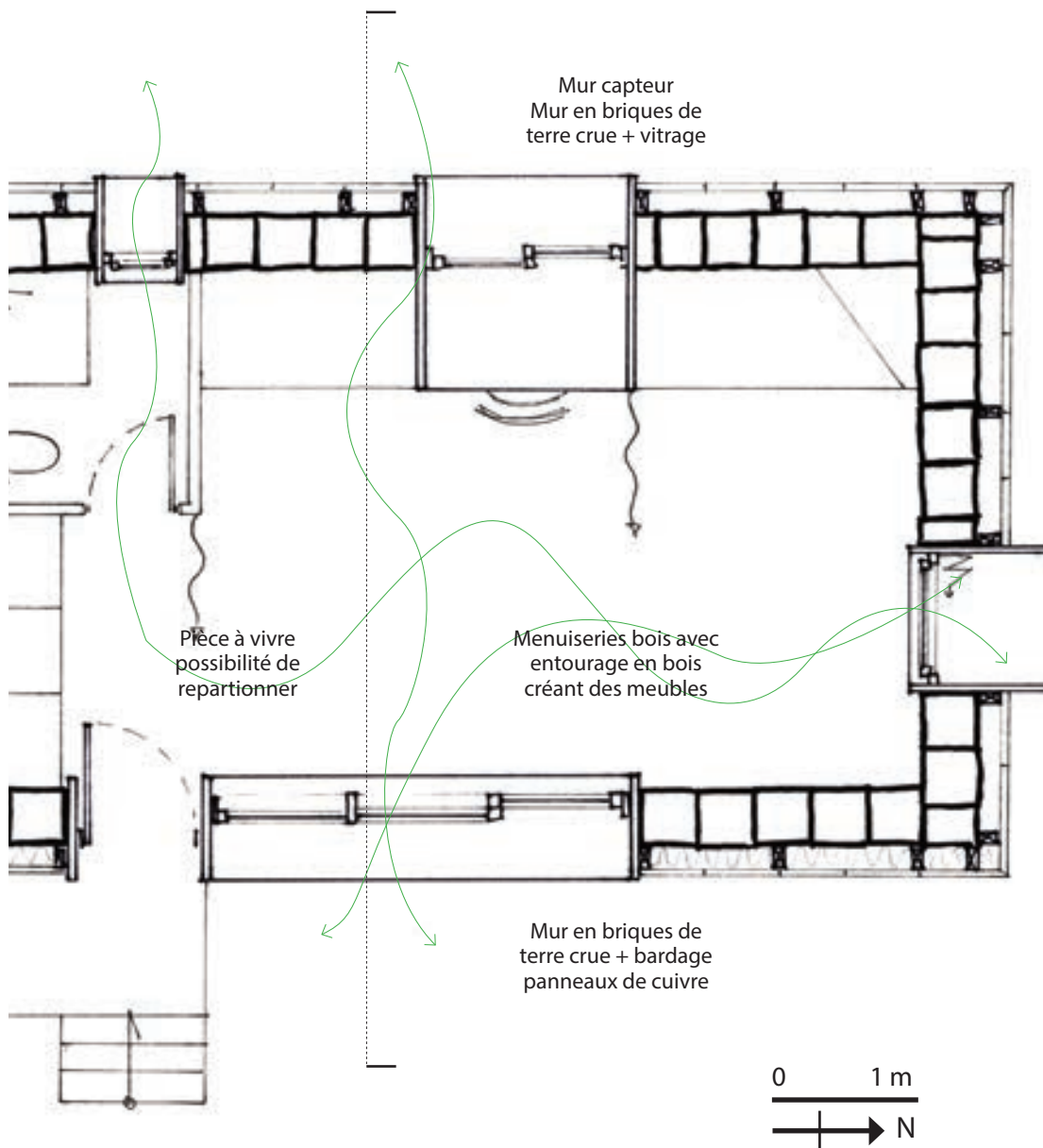
Base de l'image en arrière-plan : ©Lucas Burchard Señoret on flickr

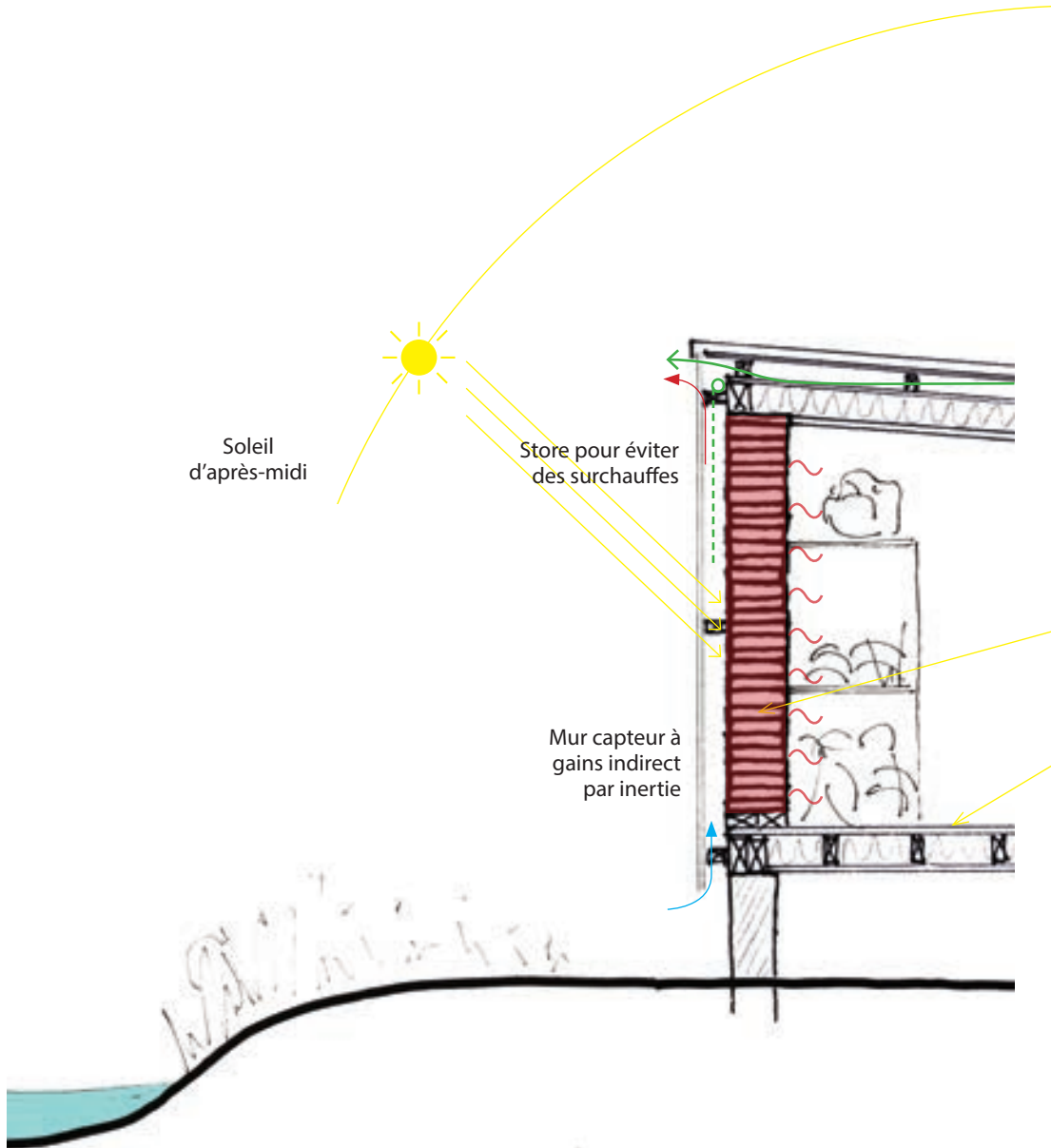




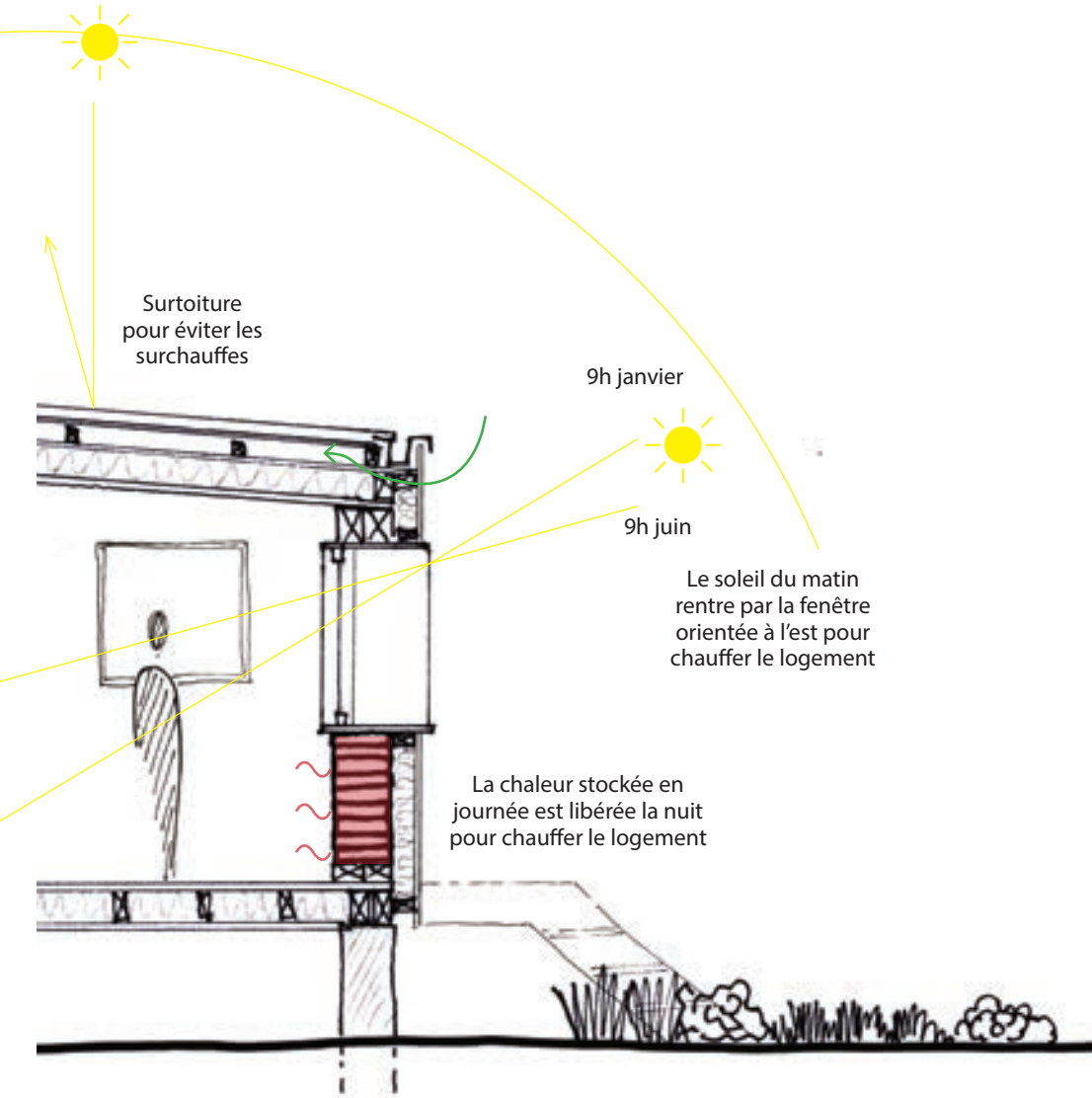
LE PROJET

Spatialité et usages



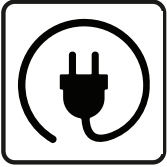


FONCTIONNEMENT DIURNE ET NOCTURNE



0 1 m





BESOINS D'ÉLECTRICITÉ

Appareil	Puissance (W)	Utilis
1 ordinateur	100	
1 réfrigérateur	150	
1 cafetière	1500	
1 lave-linge	2500	
Plaque à induction	150	
10 leds	50	
1 lave-vaisselle 6 couverts	800	
Pompe	40	
TOTAL		



BESOINS D'EAU

Source	Consommation (L/j)
Douche éco	32
Lessive tous les 2/3 jours	5
Lave-vaisselle tous les 2/3 jours	1,5
Ménage	5
Toilette personnelle	4
WC	22
Cuisine / boisson	12
TOTAL Eau potable	49,5
TOTAL Eau grise à filtrer	32

ÉNERGIE & FLUX

Besoins

Consommation par jour (h/j)	Consommation par jour (kWh/j)	Consommation par an (kWh/an)
3	0,30	109,5
6	0,90	328,5
0,34	0,51	186,2
0,25	0,63	228,1
1	0,15	54,8
7	0,35	127,8
0,16	0,13	46,7
0,05	0,002	0,7
	2,97	1082,2

PRODUCTION
D'ELECTRICITÉ LE MOIS LE
MOINS ENSOLEILLÉ

Mois de juillet
89 kWh_{ELEC}
6.7 m² panneaux solaires
photovoltaïques



PRODUCTION D'ECS
LE MOIS LE MOINS
ENSOLEILLÉ

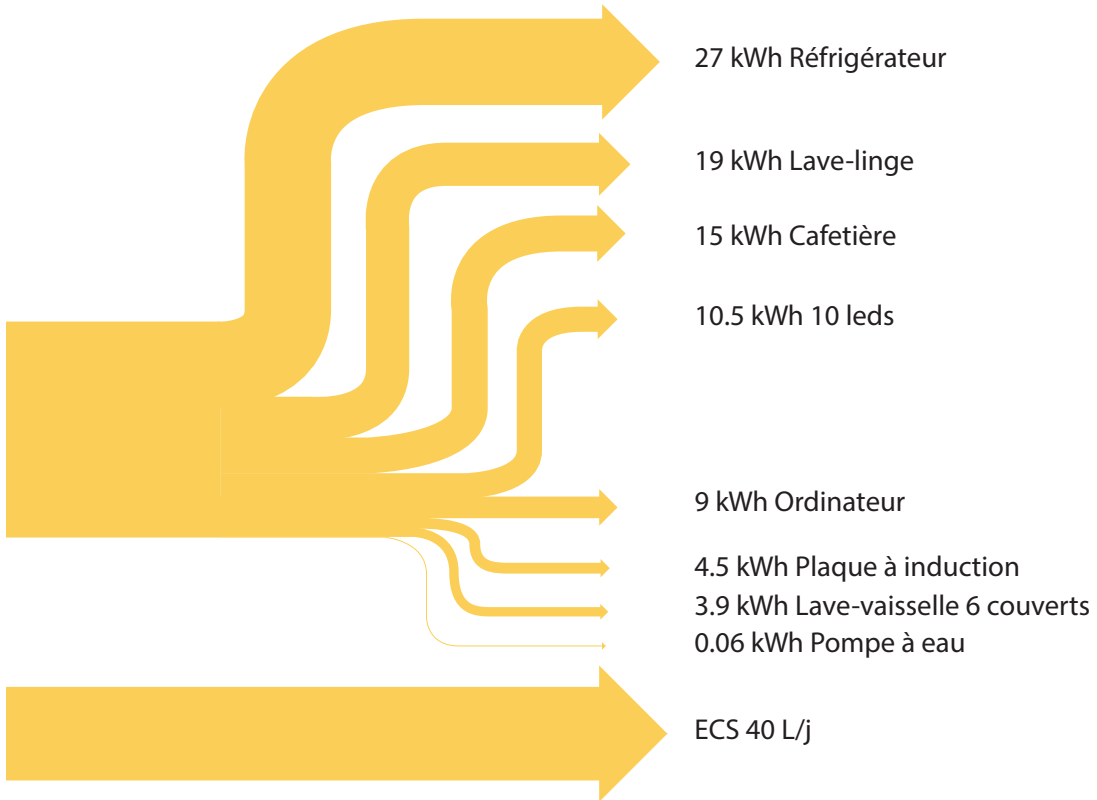
67 kWh_{TH}
1.3 m² panneaux solaires
thermiques



**Gisement solaire mensue
minimum sur une surface**
133 kWh/m²

**Gisement solaire mensuel
minimum sur une surface**
133 kWh/m²

ÉLECTRICITÉ ET ECS

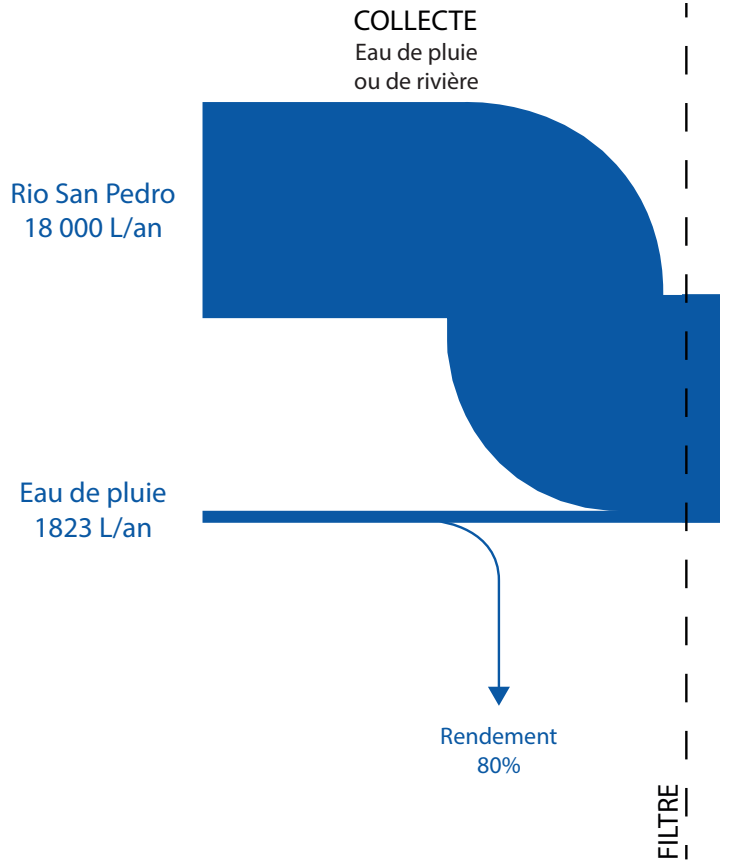


l horizontale	Rendement d'un panneau solaire photovoltaïque	Besoins d'électricité moyens mensuels du diogène (kWh/mois)	m ² nécessaire de PV
	10%	88,95	6,7

Energie nécessaire pour chauffer 1l d'eau d'1°C (Wh)	Energie nécessaire pour chauffer 40l d'eau de 12°C à 60°C (Wh/j)	Energie nécessaire pour chauffer 40l d'eau de 12°C à 60°C (kWh/mois)
1,162	2231	66,9

horizontale	Rendement d'un panneau solaire thermique	Besoins d'ECS moyens mensuels du diogène (kWh/mois)	m ² nécessaire de PV
	40%	66,9	1,3

RÉCUPÉRATION
D'EAU ANNUELLE

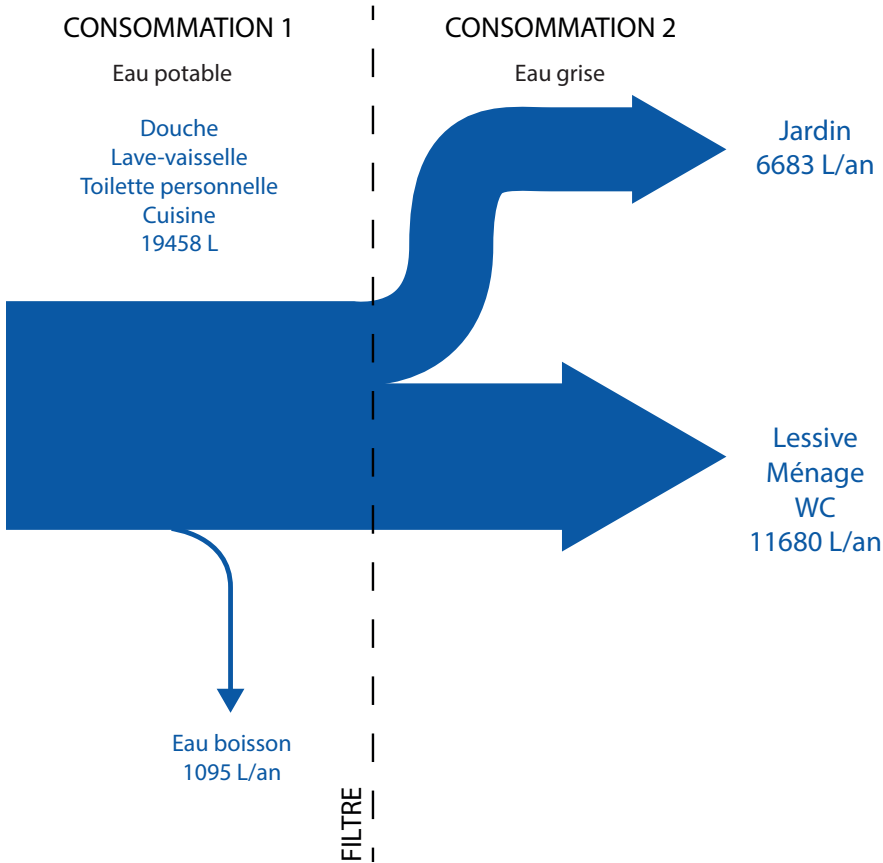


Surface toiture (m ²)	Pluviométrie annuelle
50	

Débit pompe à eau (l/h)	Temps de pompage (h)
1080	

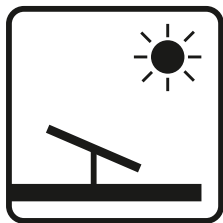
Total d'eau disponible (L/j)
58,6

EAU



(mm)	Rendement	Récupération eau de pluie (L/j)
42	0,8	4,6

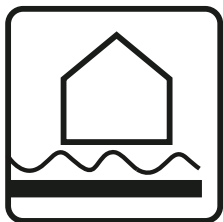
/mois	Récupération eau du rio (L/mois)	Récupération eau du rio (L/jour)
1,5	1620	54



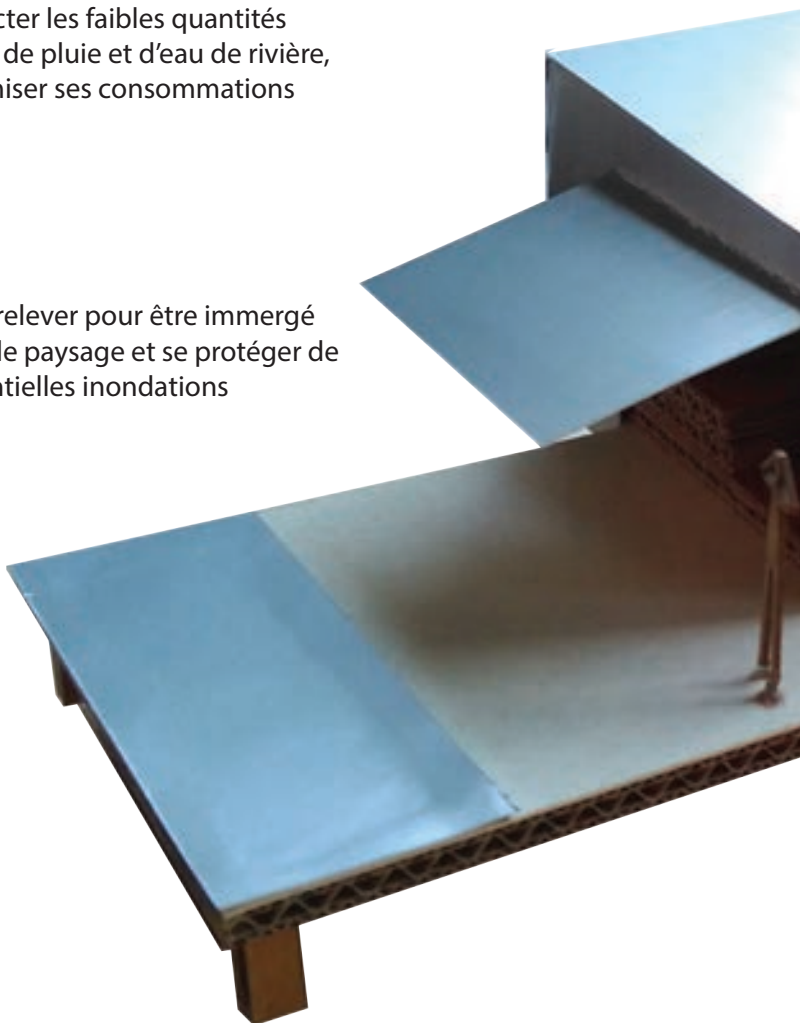
Profiter du fort gisement solaire pour produire de l'énergie



Collecter les faibles quantités d'eau de pluie et d'eau de rivière, optimiser ses consommations

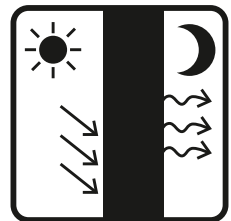


Se surelever pour être immergé dans le paysage et se protéger de potentielles inondations





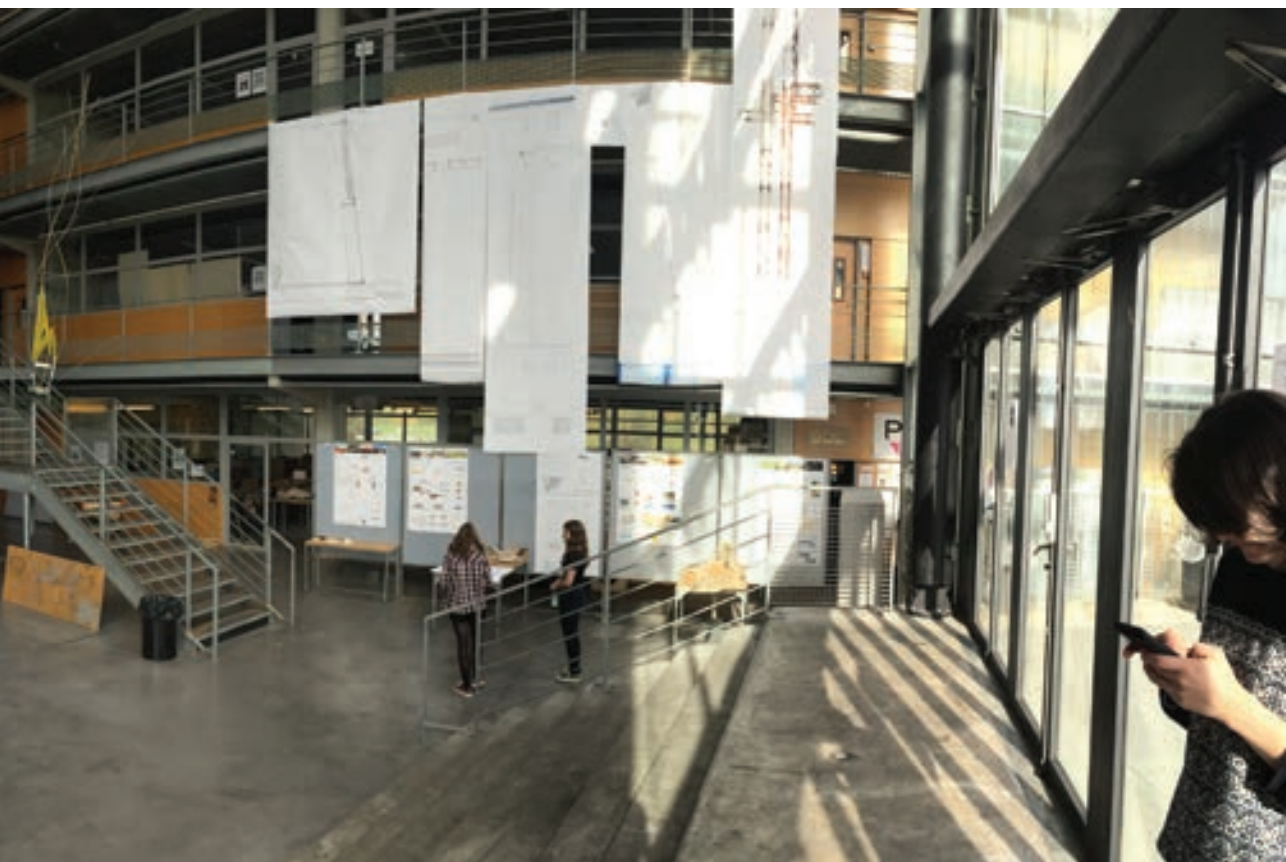
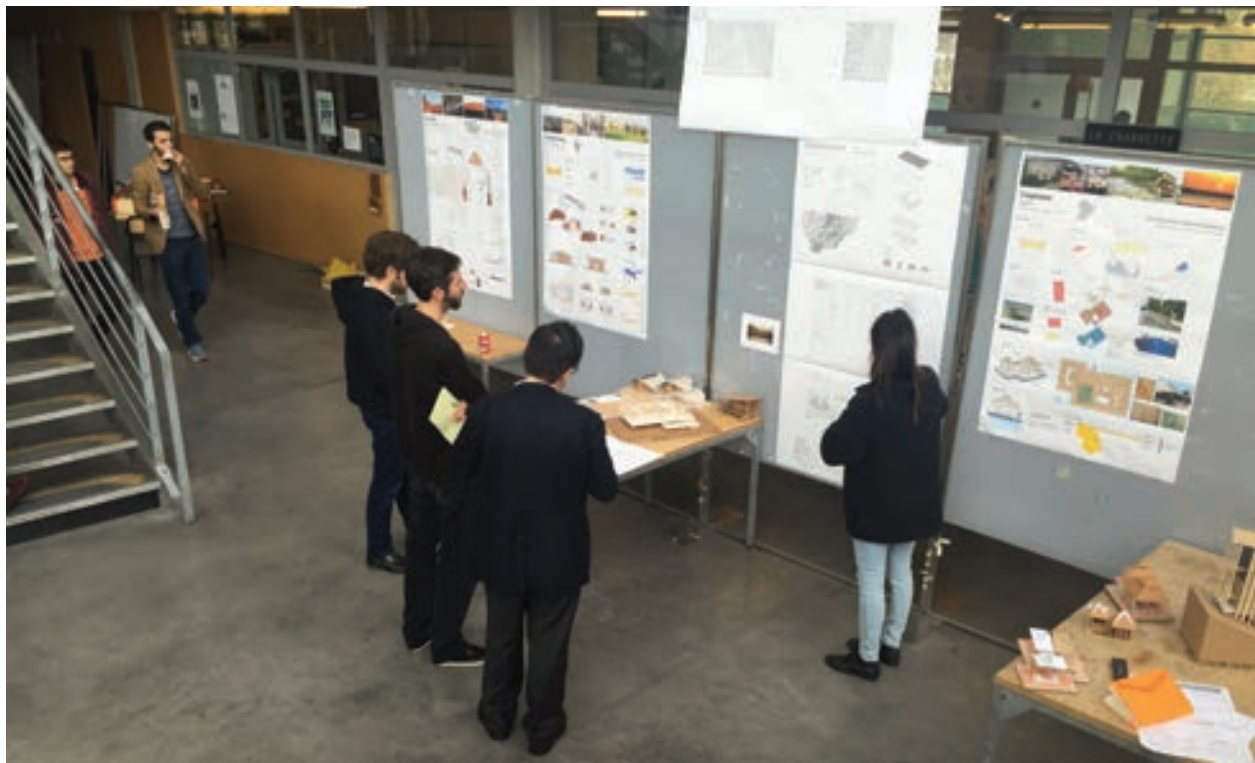
Profiter du fort gisement
solaire pour stocker puis
restituer de la chaleur



Profiter des apports solaires
dans la matinée











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, encadrés 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