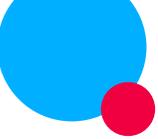


Séminaire du lab  
Jeudi 15 septembre 2022



# Bâtiments bioclimatiques et sobriété des usages

| Bruno PEUPOORTIER, MINES Paris - Joan GAUDIN, EAVT Paris-Est  
Marc DE FOUQUET, ENSA Nancy



# Bâtiments bioclimatiques et sobriété des usages

I – Des projets bioclimatiques

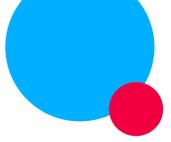
II – Concevoir le projet de l'esquisse au descriptif

III – Les outils utilisés

Séminaire du lab  
Jeudi 15 septembre 2022

# I Des projets bioclimatiques

| Joan GAUDIN, EAVT Paris-Est - Marc DE FOUQUET, ENSA Nancy



# Des problématiques préindustrielles

L'abri, l'architecture vernaculaire, la typologie architecturale



La hutte primitive de Jean-Baptiste Laugier, tirée de « Essai sur l'architecture », 1755 – Le buron (Lou Mozut)

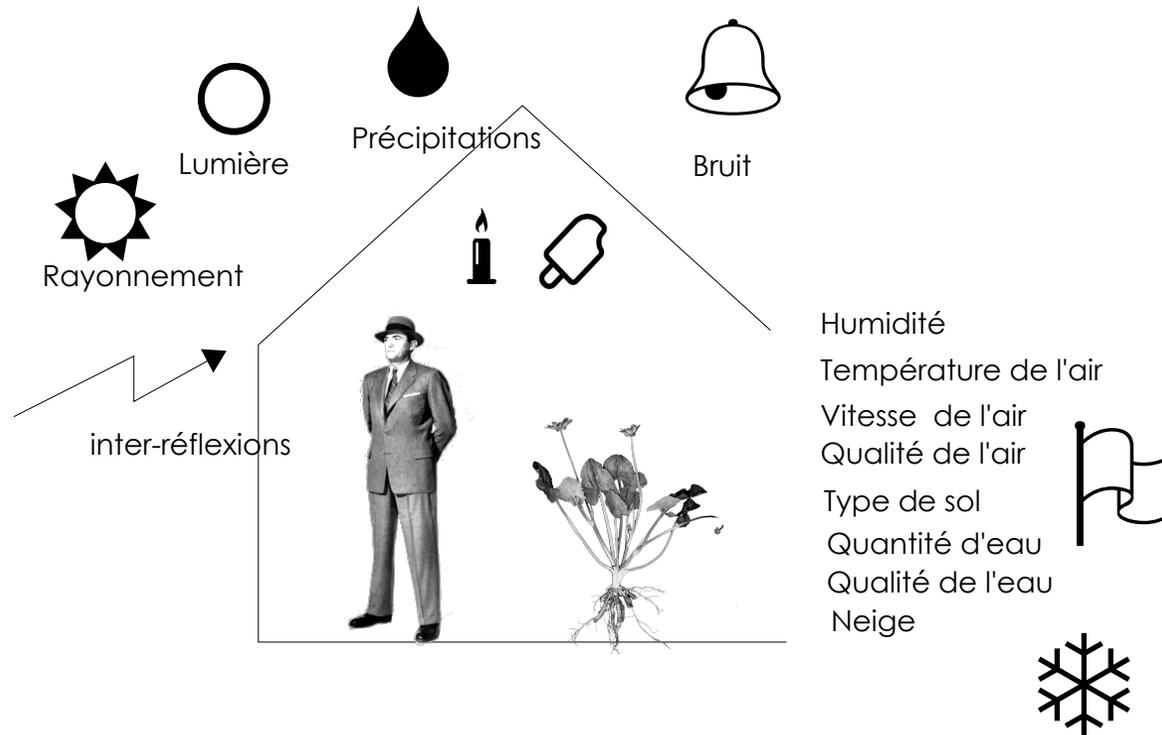




# La création de conditions de confort

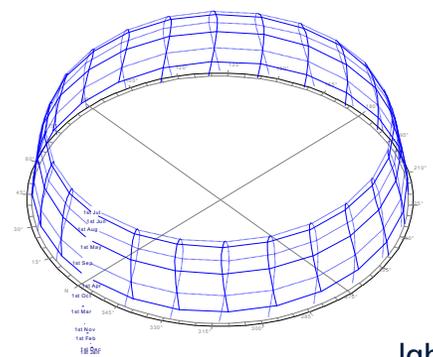
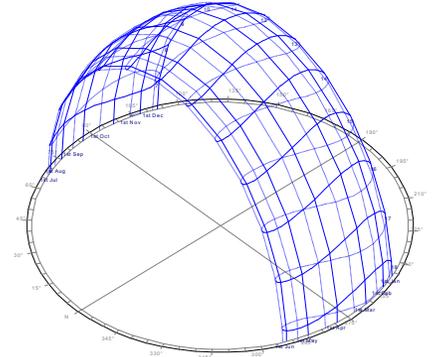
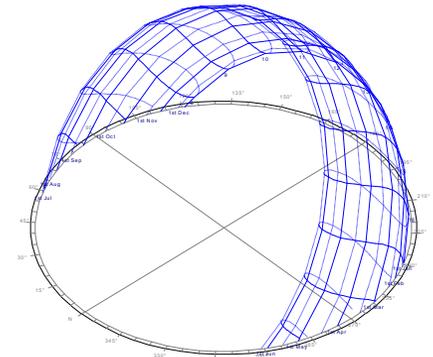
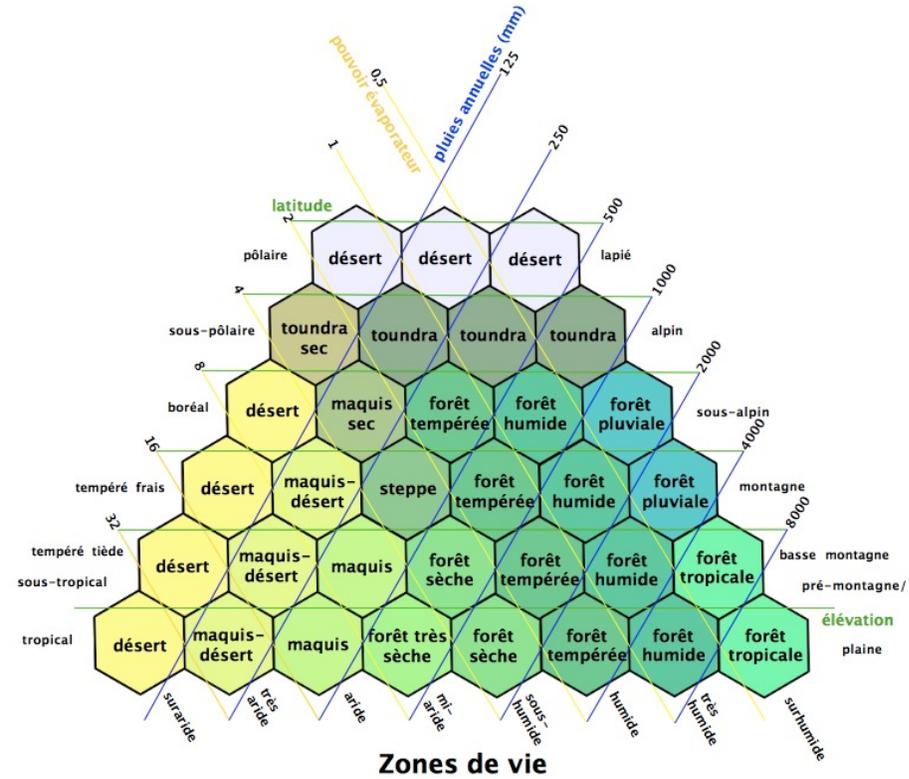
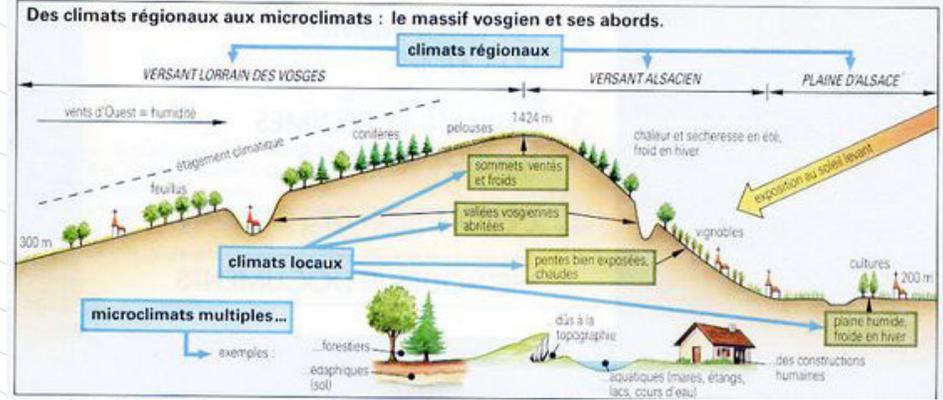
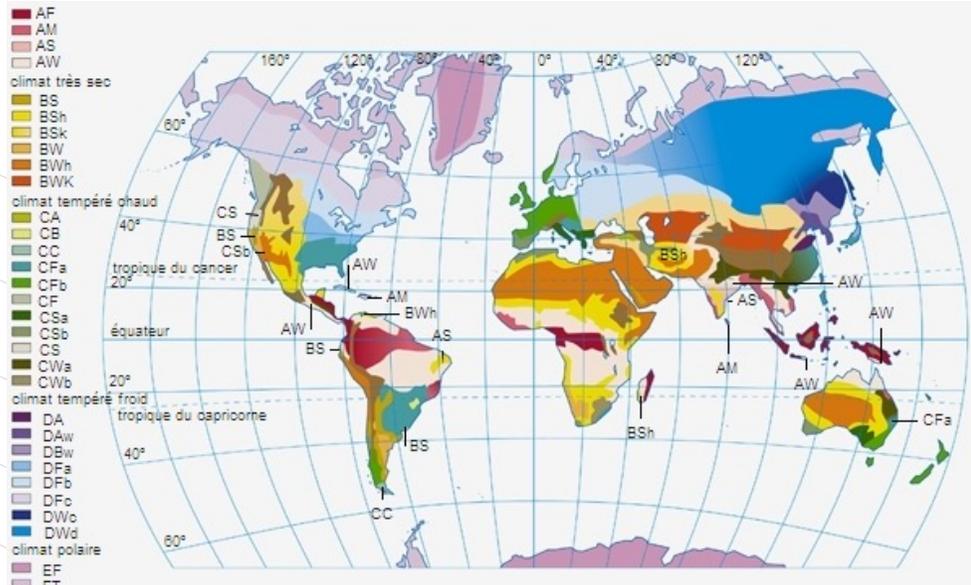
Economiser les moyens matériels et énergétiques

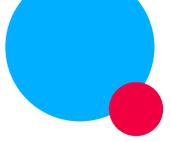
« Comment concevoir des édifices qui créent des conditions de confort adéquates à la vie humaine, dans un contexte donné, en économisant les moyens matériels et énergétiques liés à sa construction et à son utilisation ? »



# Climats régionaux, microclimats, biomes

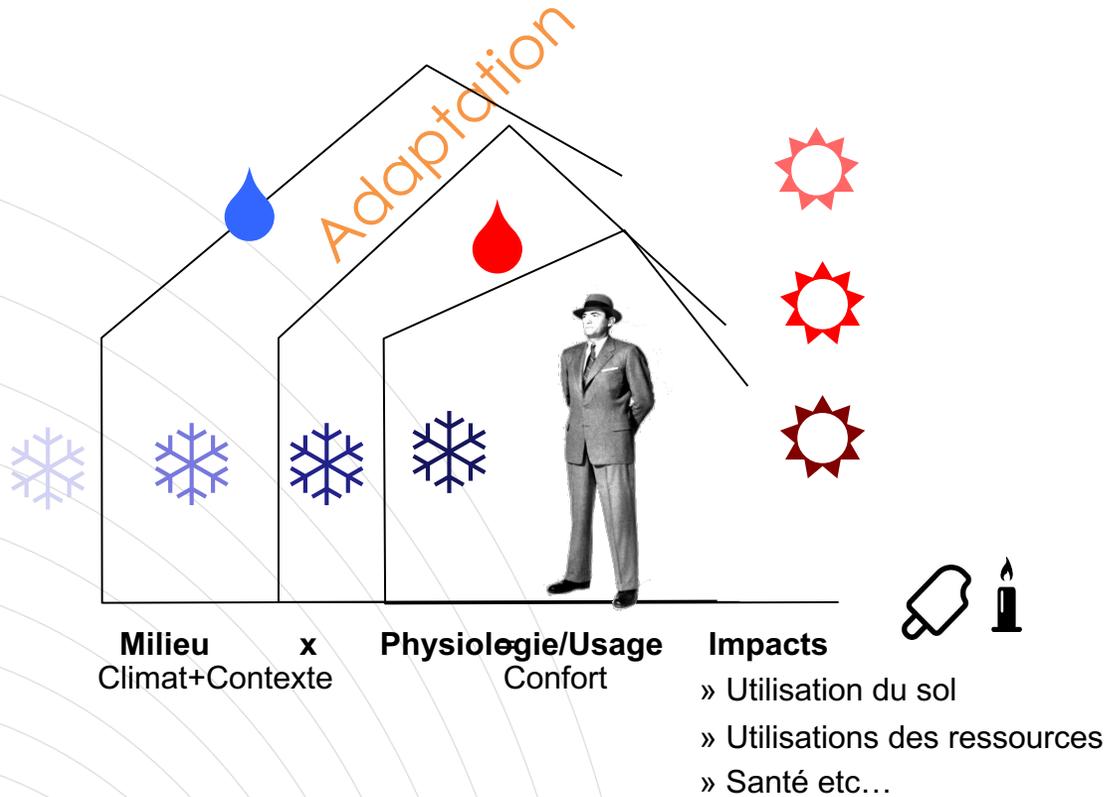
Le climat comme facteur de conception





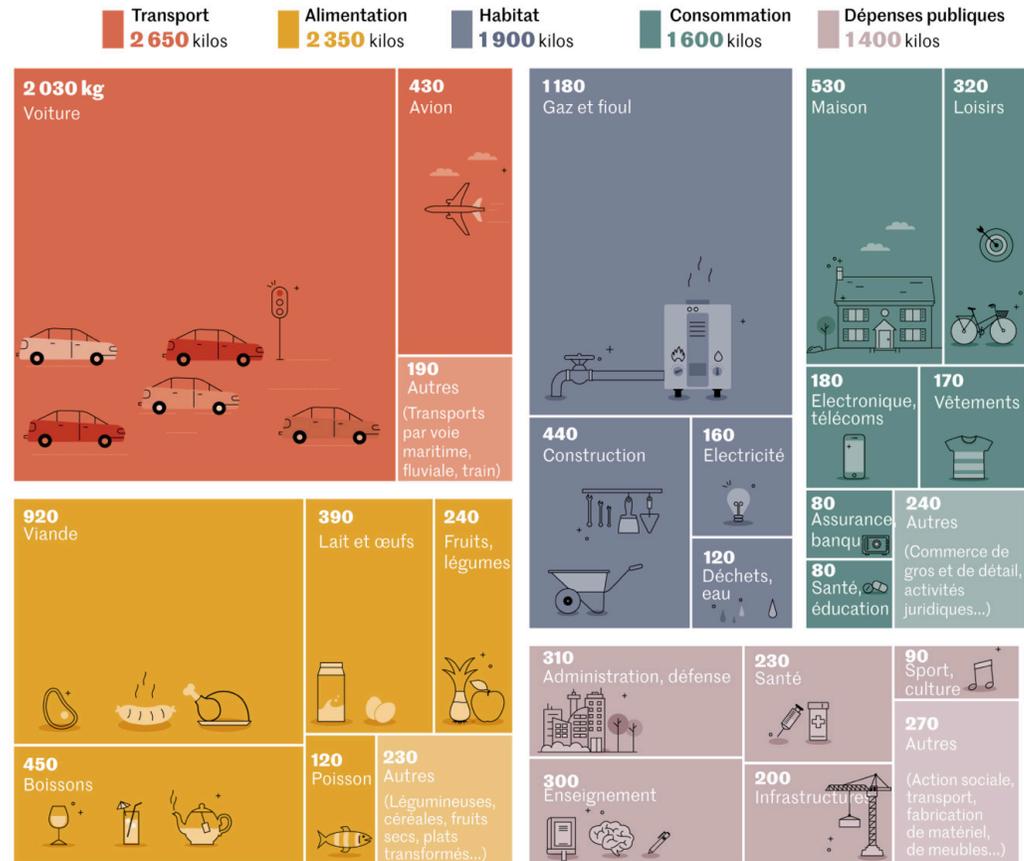
# Les usages et leurs impacts

Impact, empreinte carbone, utilisations des ressources



## Les leviers pour agir sur son empreinte carbone

Répartition des **9,9 tonnes** d'émissions en kilos équivalents CO<sub>2</sub> par habitant en France, en 2019



## Inégalités

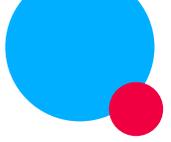
**1 %** des Français les plus riches émet, par individu, **15 fois plus de CO<sub>2</sub> que les 50 % les moins riches**. Les 10 % les plus aisés émettent 1,7 fois plus de gaz à effet de serre que l'ensemble du reste de la population.

## Surconsommation

**10 millions de tonnes** C'est la quantité de nourriture gaspillée en France chaque année, soit l'équivalent de **150 kilos/hab./an**

**73,9 millions** C'est le nombre d'**appareils électroménagers achetés** en 2021 en France. Un record.

**2 ans** Les Français **achètent en moyenne un smartphone** tous les deux ans.



# La conception bioclimatique

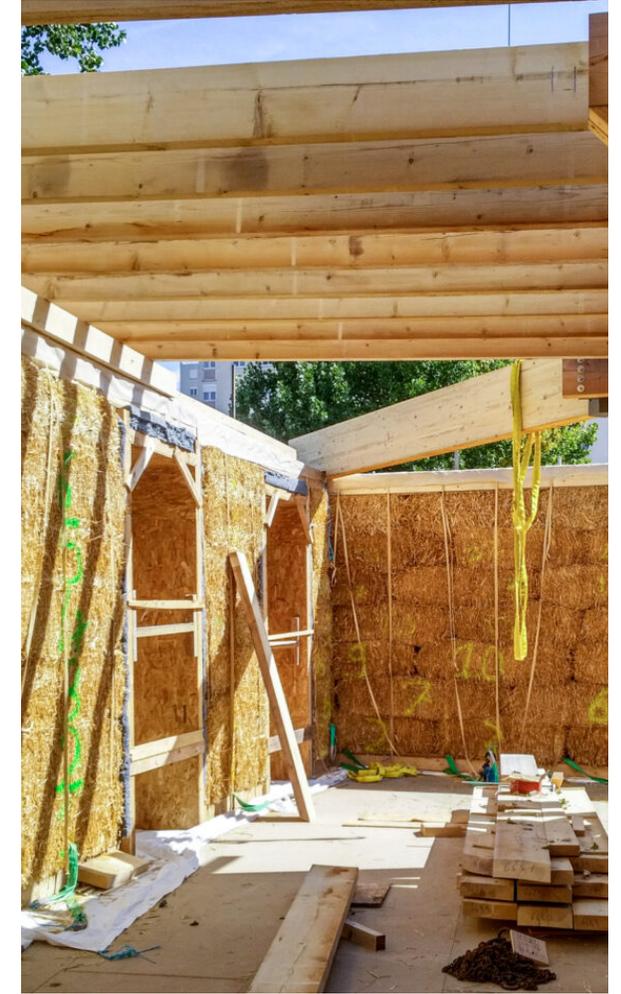
Les outils et savoir-faire

*« Nous utilisons des outils contemporains de représentation du projet, des outils de simulation/quantification physique ainsi qu'un savoir-faire constructif lié au contexte réglementaire et aux pratiques de mise en œuvre. »*

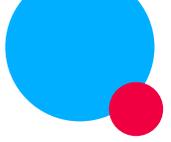


# Bâtiment bioclimatique

Centre de loisirs - Rosny-Sous-Bois

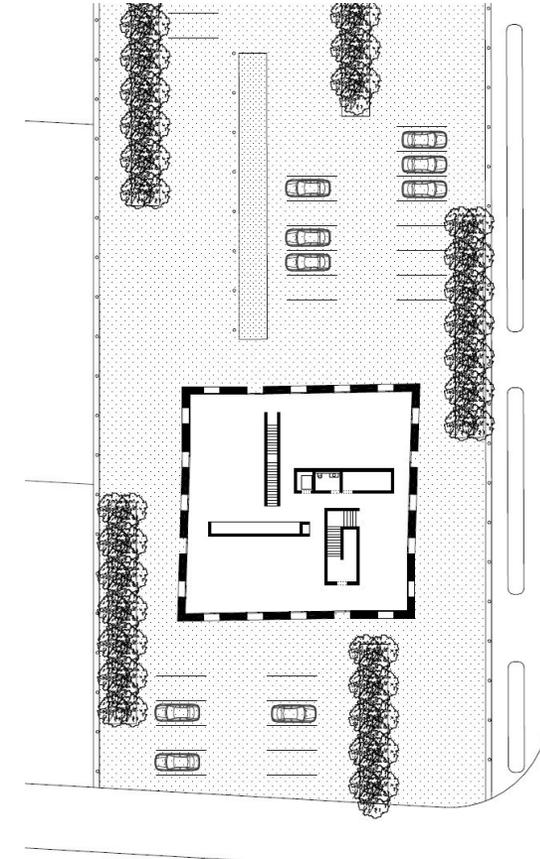


Rosny - Centre de loisirs Jacques Chirac, Architectes : Emmanuel Pezrès, Charlotte Picard Ingénieur bois : Yannig Robert Ingénieurs fluides : Mathieu

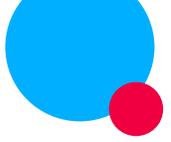


# Bâtiment bioclimatique

Bureaux - Autriche

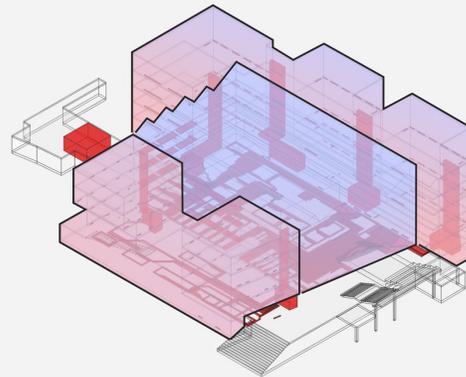
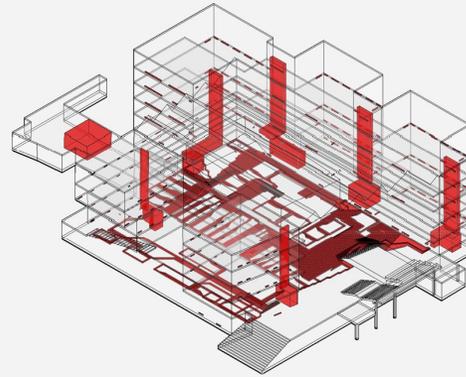
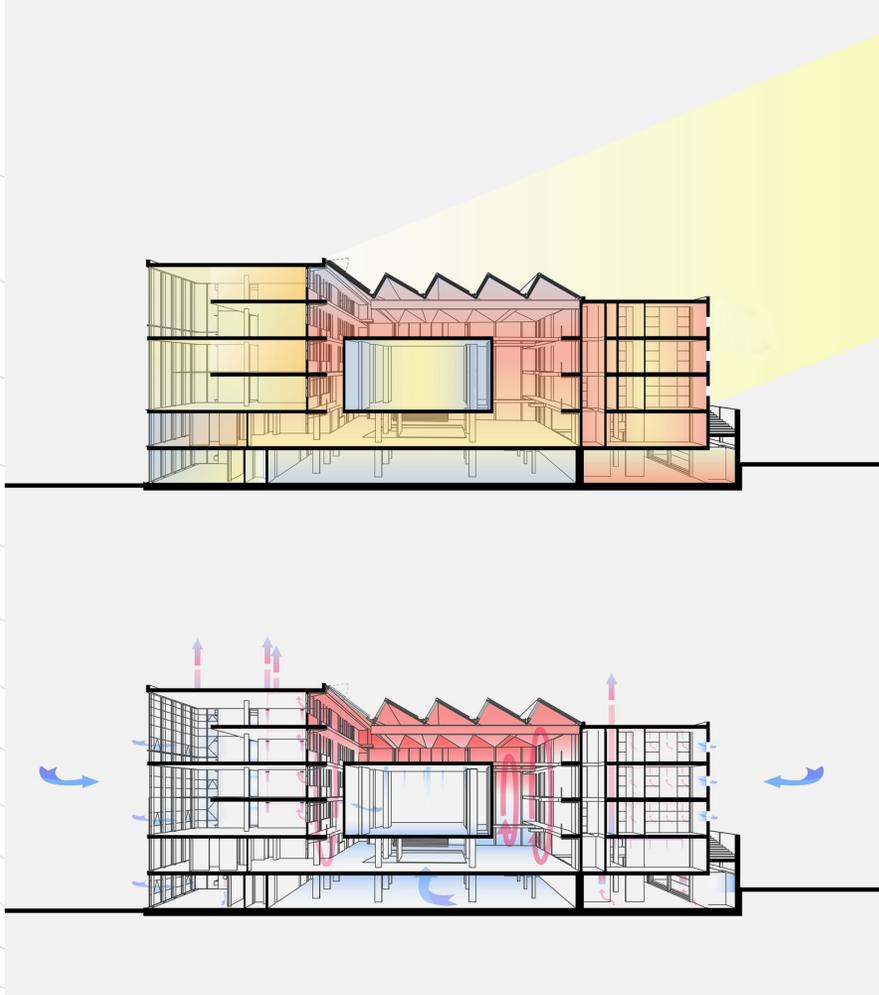


Bâtiment 2226 – Bureaux Autriche – Architectes : Baumschlager eberle\_ Photo © Eduard Hueber

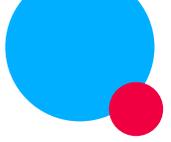


# Rénovation bioclimatique

Eavt Paris Est – Champs sur Marne



Etude DPEA Architecture Post Carbone – Intervention Atelier Joan Gaudin



# Des étudiants en avance sur les praticiens

Bâtiments bioclimatiques

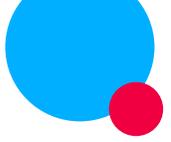
## En septembre 2022

- Quelques élèves de primaires chanceux ont des activités associées à la conception bioclimatiques
- Les enseignants du secondaires (en STI2D) ont des supports de TD portant sur la conception bioclimatique
- 16 Ecoles nationales d'architecture (/20) proposent des enseignements intégrant la notion de bioclimatique
- Les IUT génie-civil forment à ces méthodes.
- Les écoles d'ingénieur s'y mettent
- Les professionnels se retranchent derrière les approches réglementaires : RE / RT élément par éléments.

Séminaire du lab  
Jeudi 15 septembre 2022

# II Concevoir le projet de l'esquisse au descriptif

| Joan GAUDIN, EAVT Paris-Est - Marc DE FOUQUET, ENSA Nancy



# L'esquisse et l'avant projet

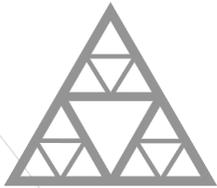
Exemple d'une station météo

Illustrations issues du : Projet de bâtiment bioclimatique un enseignement commun ENPC EAVT  
2017 – 2022

7 h 30 hebdomadaires sur 1 semestre

Enseignants responsables :

Bruno PEUPORTIER, Joan GAUDIN , Marc DE FOUQUET



**École des Ponts**

ParisTech

Etudiants Ingénieur de 3année

Principalement des départements :

Génie civil et construction (GCC)

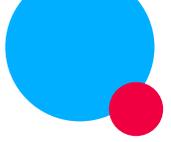
Ville Environnement Transports (VET)

## École d'architecture de la ville & des territoires Paris-Est

Architectes

Etudiants en Post-Matser

DPEA Architecture Post-Carbone



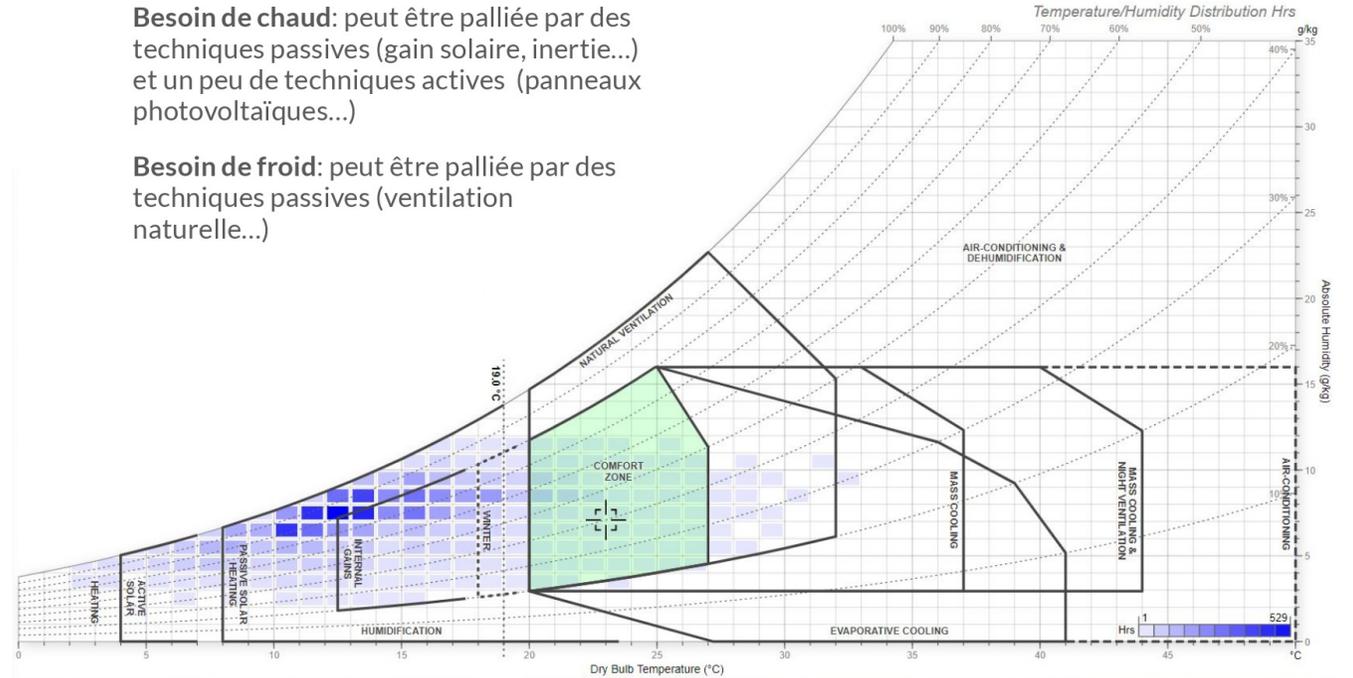
# Analyse du site & du climat

Climat, micro climat, relation au sol



Besoin de chaud: peut être palliée par des techniques passives (gain solaire, inertie...) et un peu de techniques actives (panneaux photovoltaïques...)

Besoin de froid: peut être palliée par des techniques passives (ventilation naturelle...)



SAN FRANCISCO 6 BAYVIEW  
> Centre urbain et ses collines



PAYSAGE industriel  
> Hunter's point ancien quartier naval

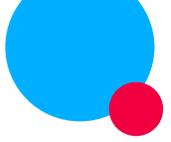


PAYSAGE naturel  
> Heron's head Park un parc urbain sur une ancienne friche industrielle



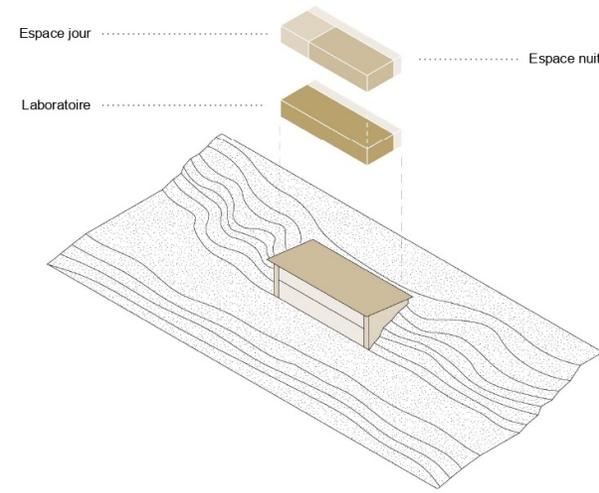
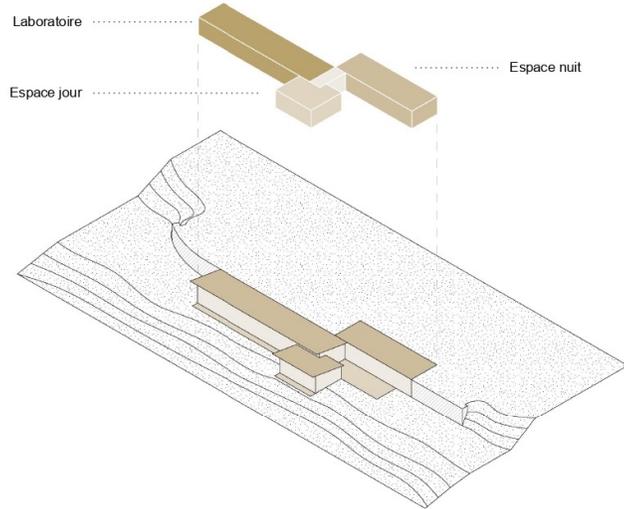
SF BAY  
> la baie de San Francisco à l'est de la ville





# Scénarii d'insertion

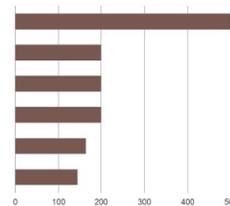
## Volume, plan de masse, orientations



### Étapes d'optimisation

- 1 - Volume initial
- 2 - Surface vitrée : 1/7 surface au sol
- 3 - Occultations
- 3 - Ventilation naturelle : 3 v/h
- 4 - Vide sanitaire et combles supprimés
- 5 - Inertie du sol : 14°C

### Besoin chauffage



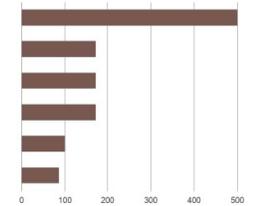
Besoin chauffage final: 143 kWh/an



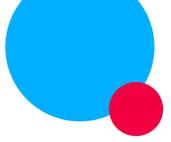
### Étapes d'optimisation

- 1 - Volume initial
- 2 - Surface vitrée : 1/7 surface au sol
- 3 - Occultations
- 3 - Ventilation naturelle : 3 v/h
- 4 - Vide sanitaire et combles supprimés
- 5 - Inertie du sol : 14°C

### Besoin chauffage



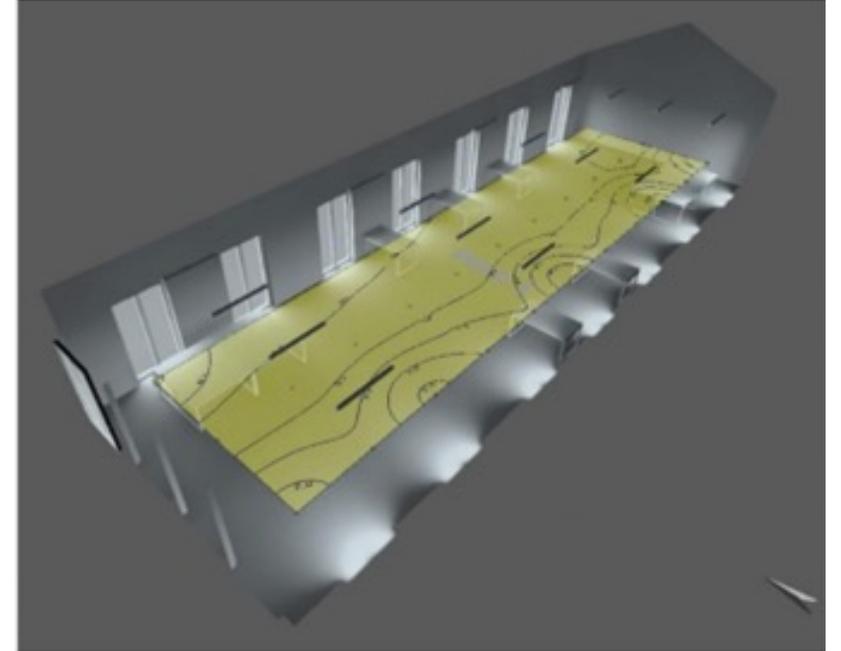
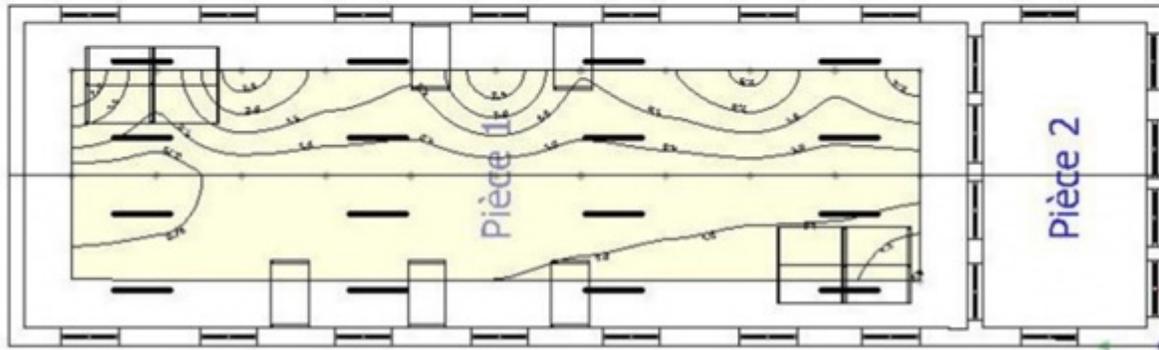
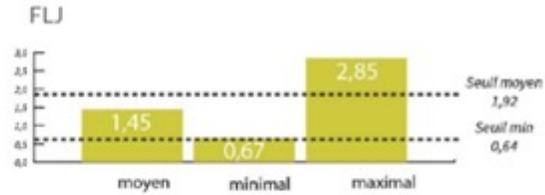
Besoin chauffage final: 104 kWh/an

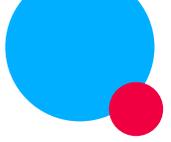


# Scenarii de l'éclairage naturelle

Relation entre la thermique et les besoins de confort liées à la lumière naturelle

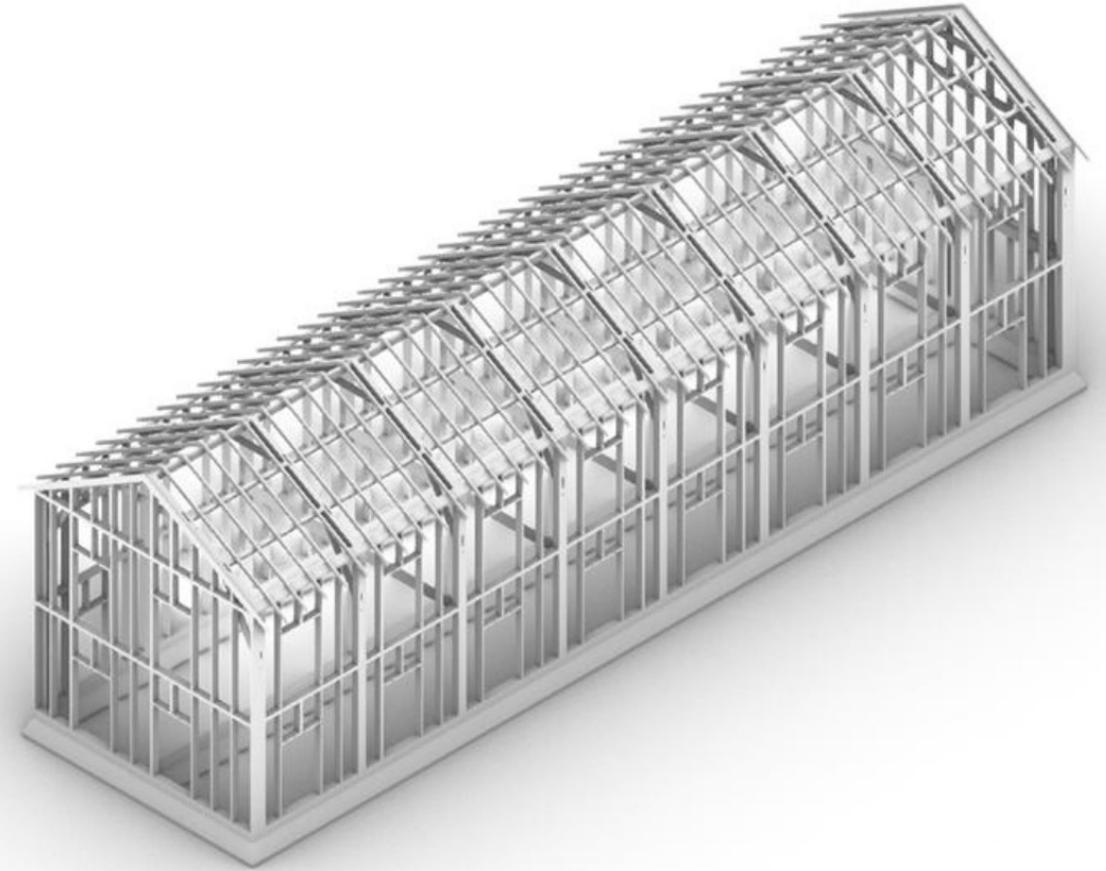
Lumière horizontale diffuse  
extérieur médian : 15 600 Lux  
FLj seuil min à 100Lux = 0,64%  
Flj seuil moyen à 300Lux = 1,92%

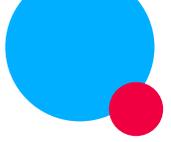




# Systeme constructif

Ressources, cultures constructives, un regard prolongé sur le site





# Prospective climatique

Impact des modifications climatiques sur le contexte du projet

## Vision 2050

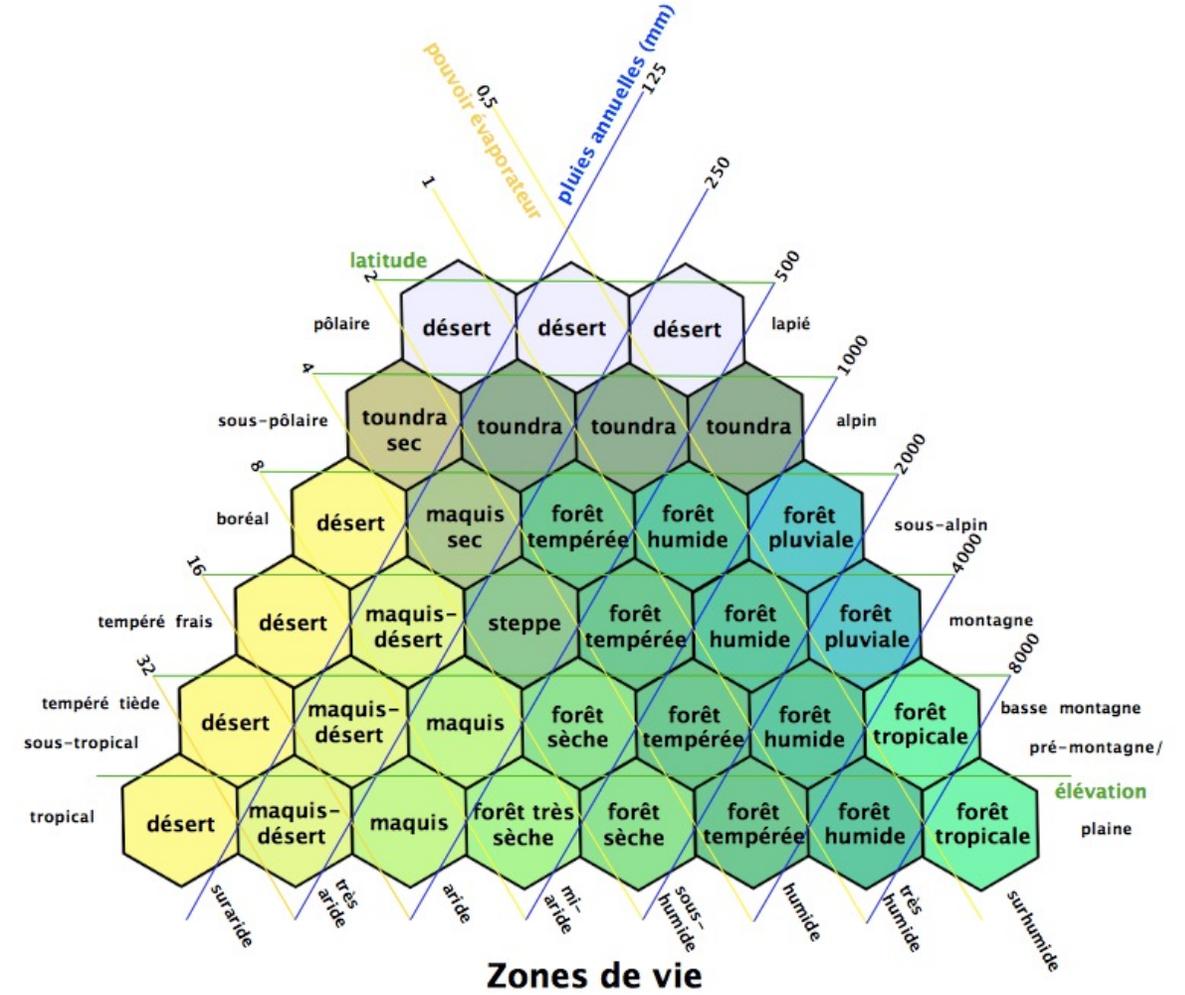
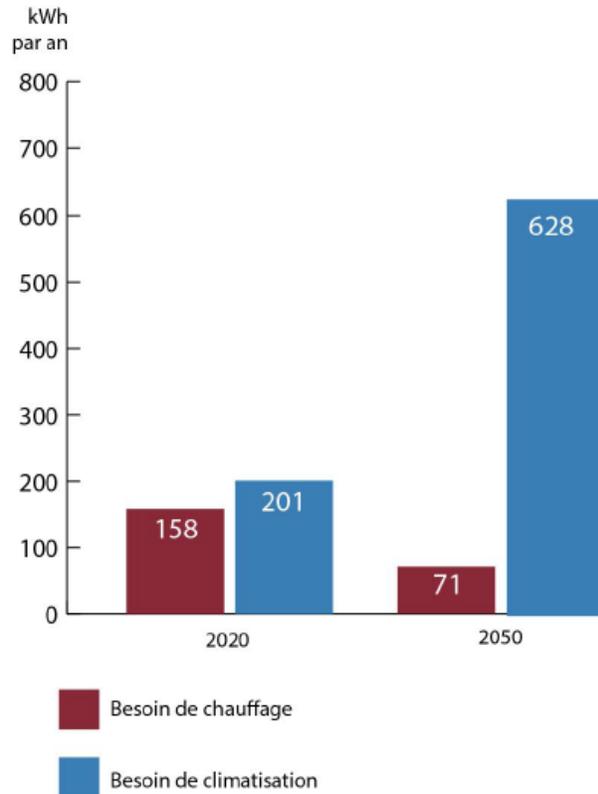
Climat 2050

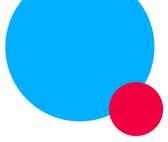
Le bâtiment se comporte bien malgré l'augmentation de température.

Cependant:

- Augmentation du besoin de climatisation

Nous incorporons aussi un système de refroidissement pour les besoins futurs.

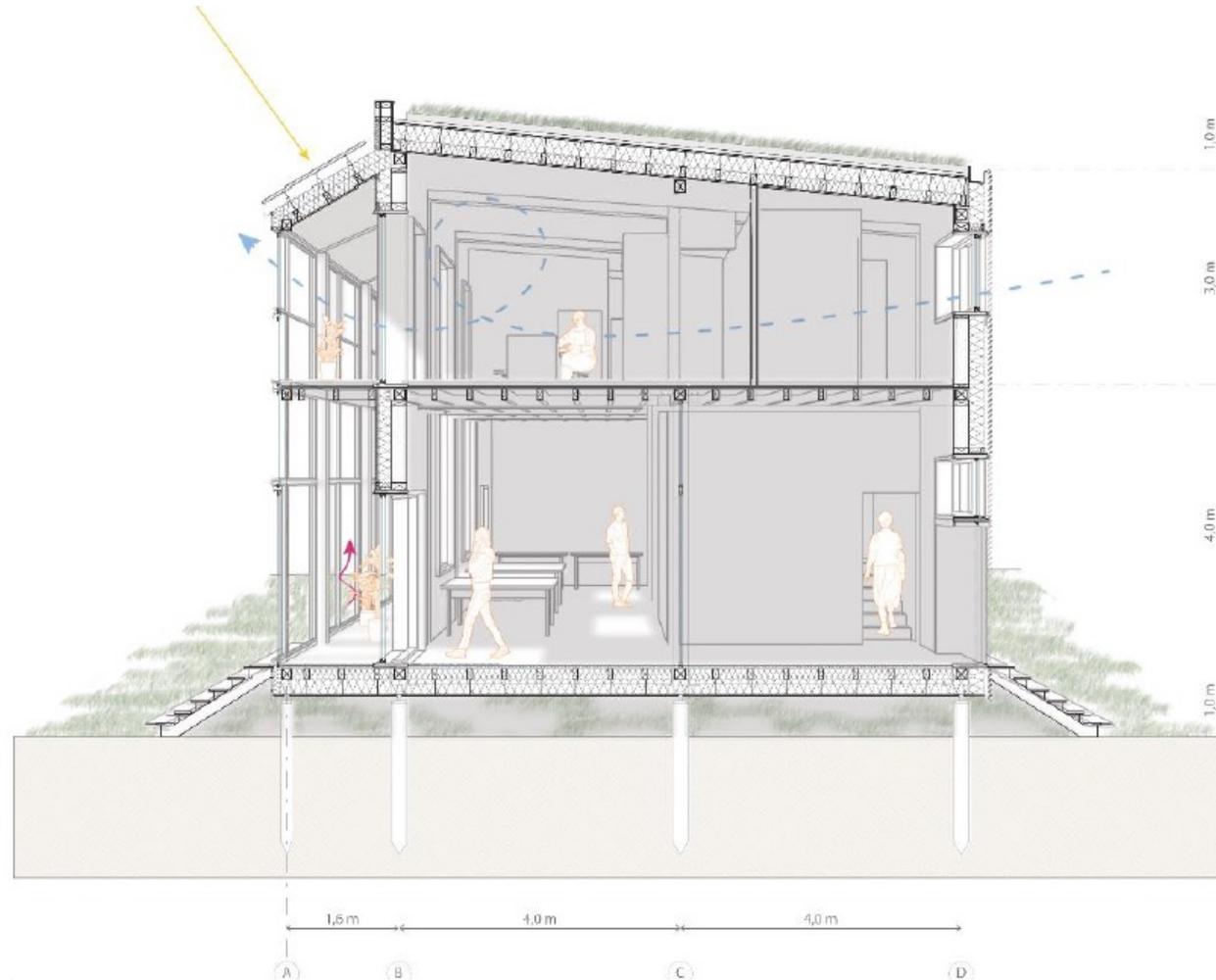


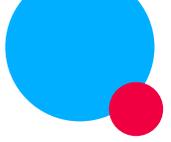


# Accompagner la description du projet

Définition structurelle de l'enveloppe

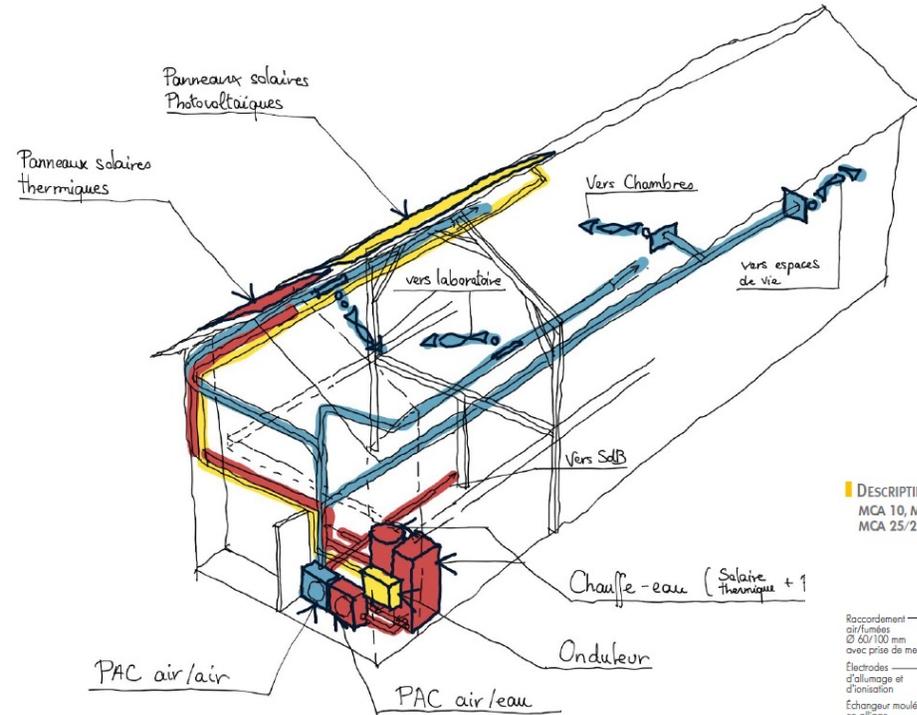
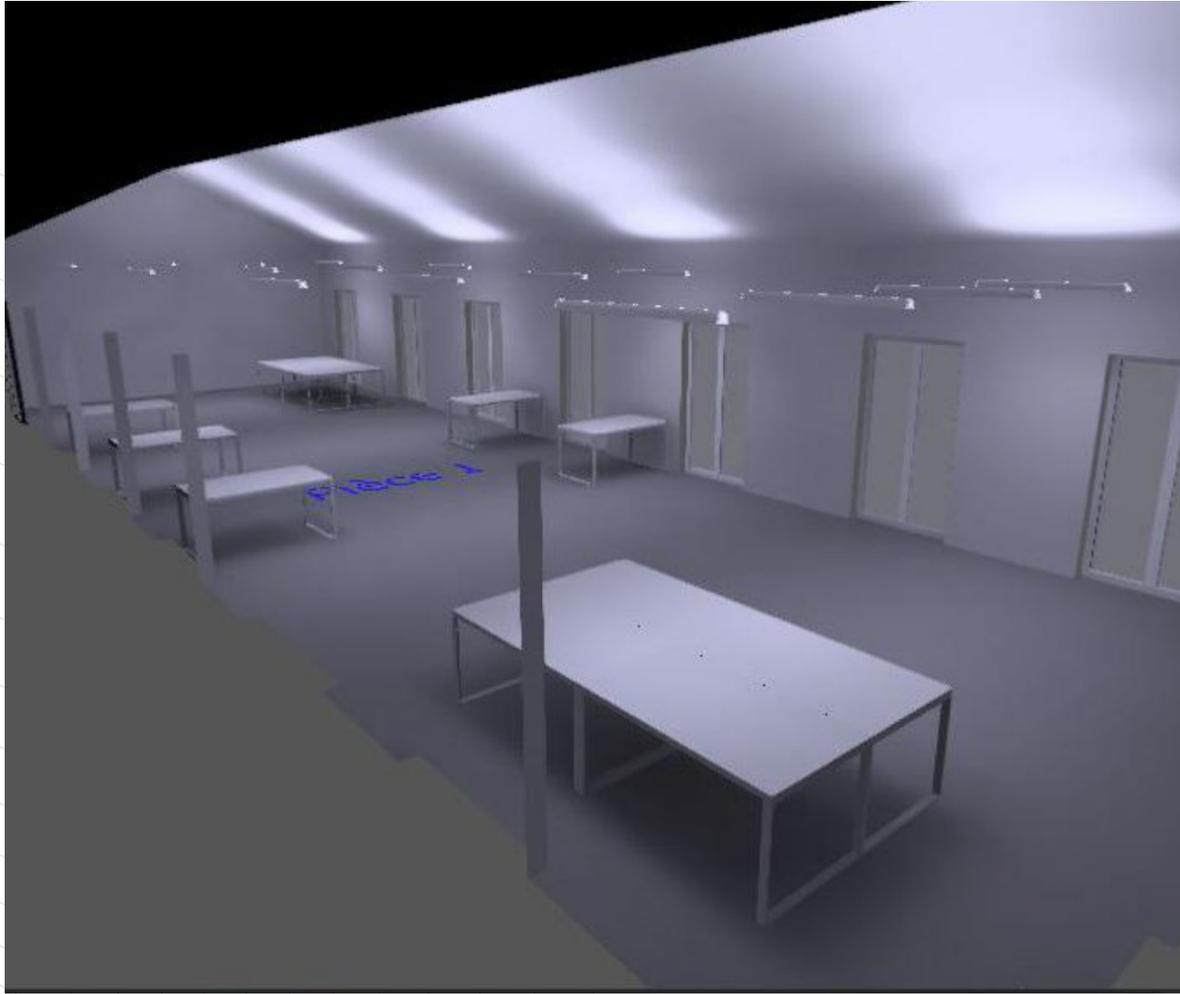
2



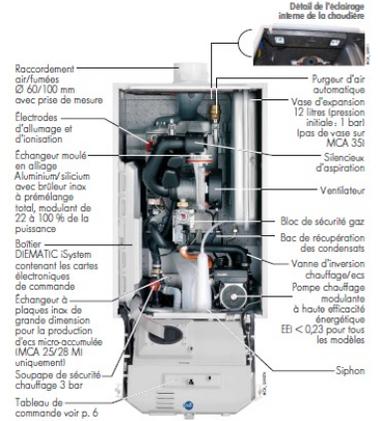


# Définir les systèmes

Eclairage artificiel, équipements, système de traitement d'air



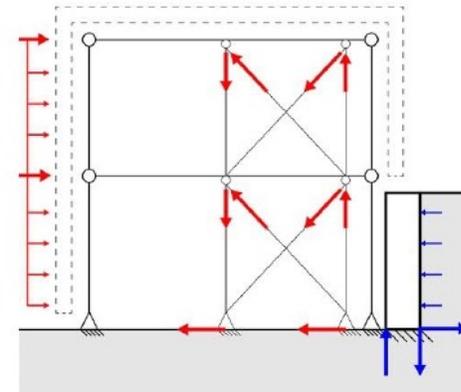
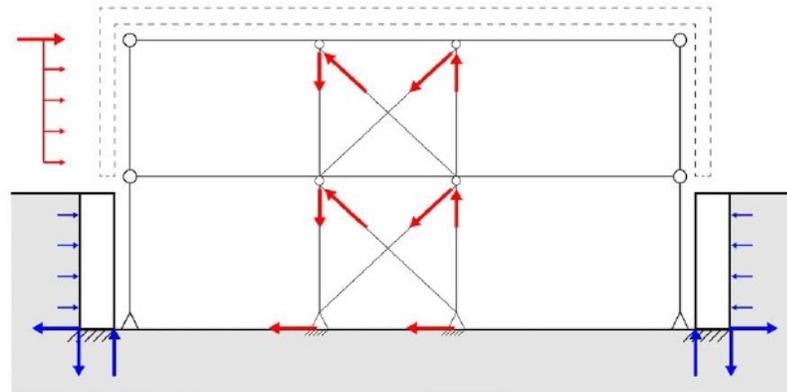
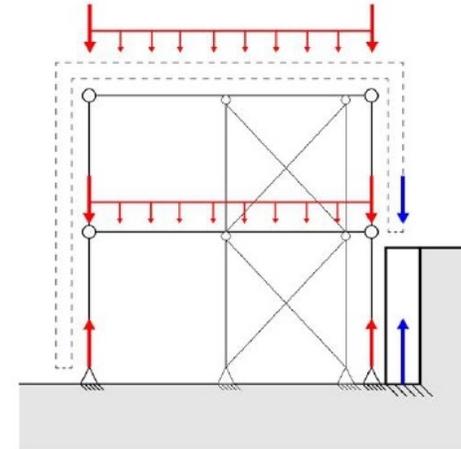
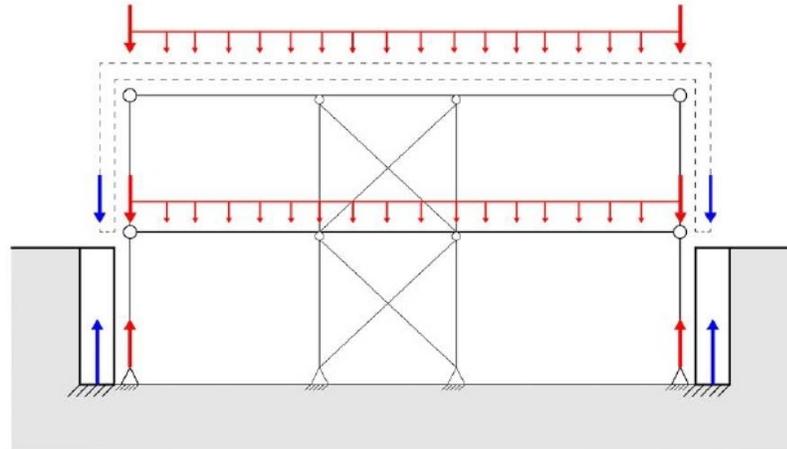
DESCRPTIF  
MCA 10, MCA 15, MCA 25, MCA 35  
MCA 25/28 MI

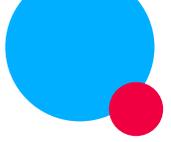




# Vérification des schémas statiques

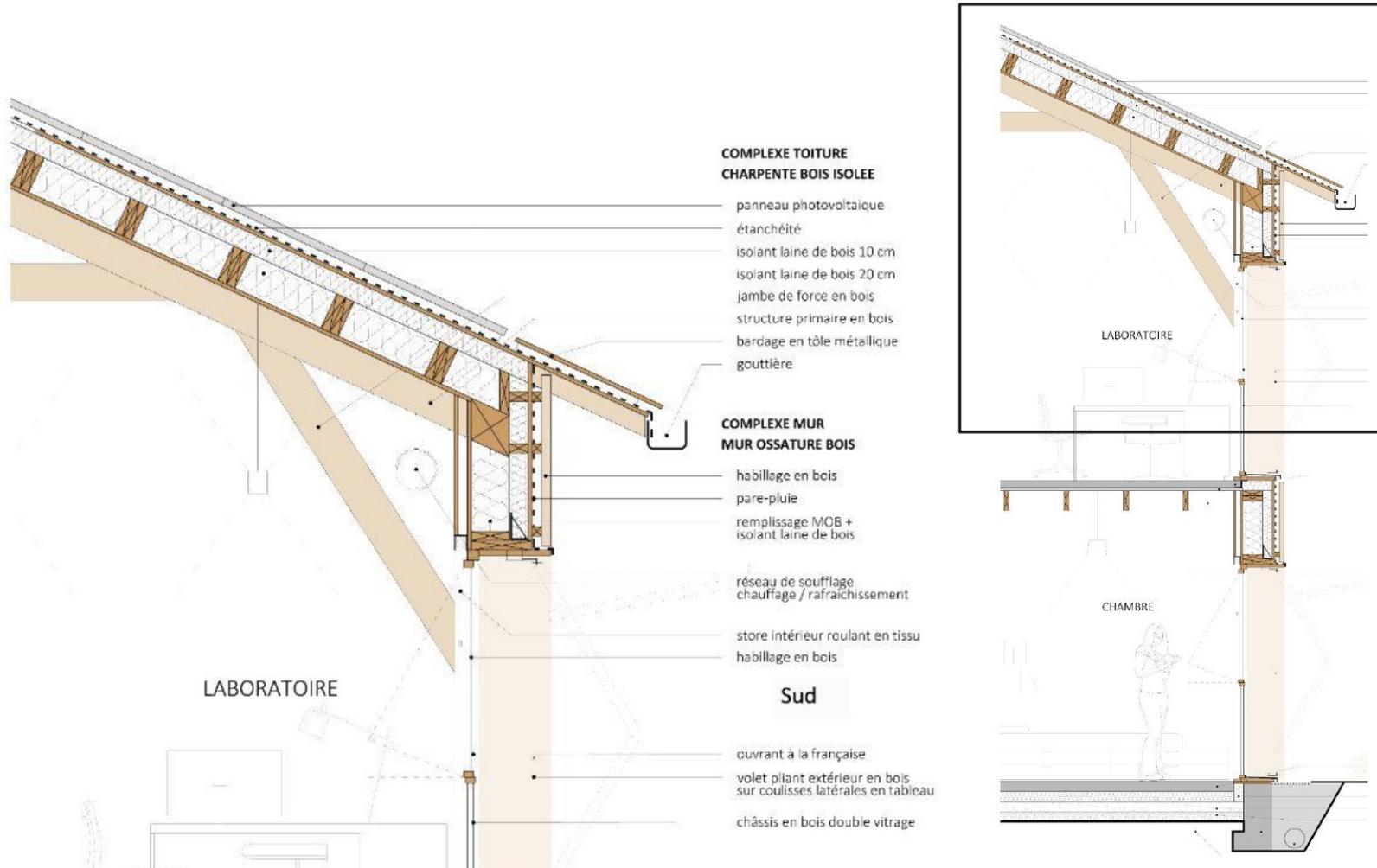
Structure et systèmes constructifs

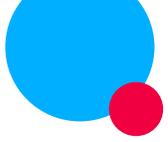




# Définition des détail d'enveloppe

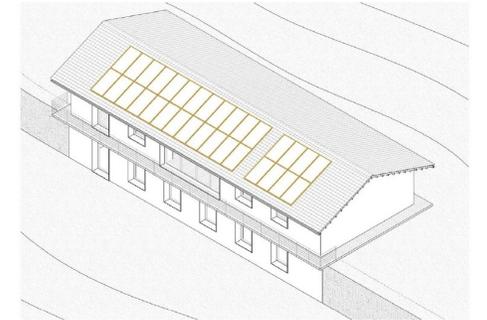
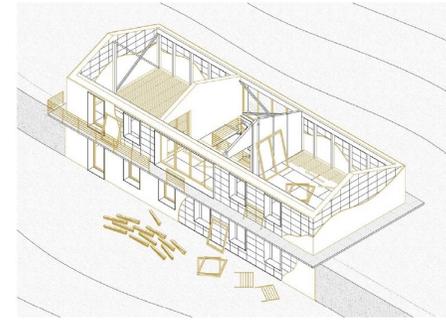
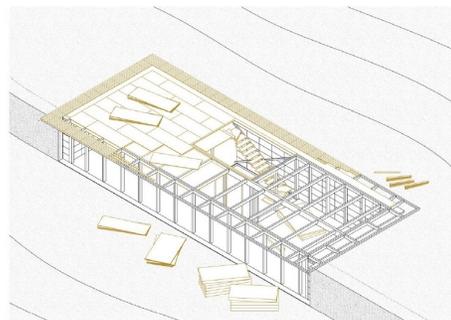
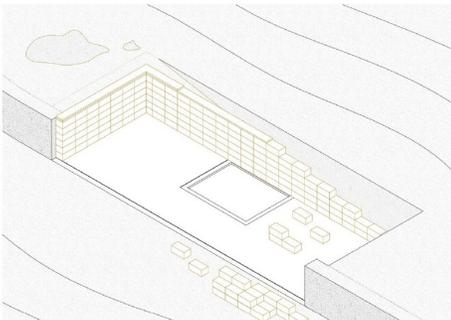
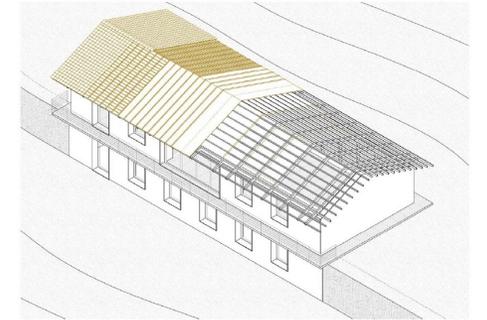
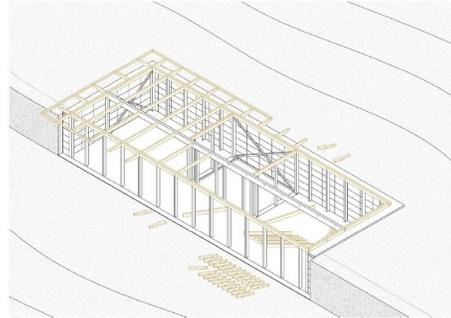
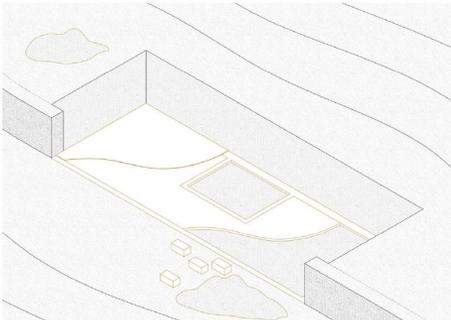
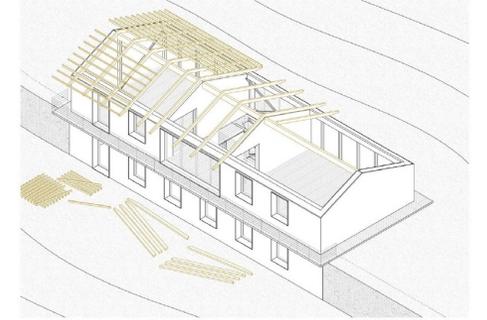
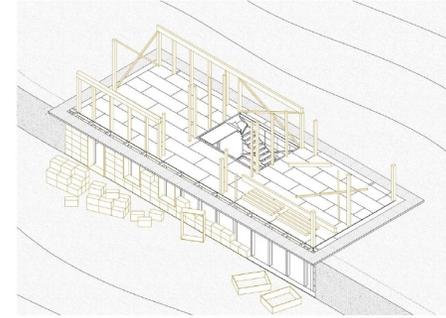
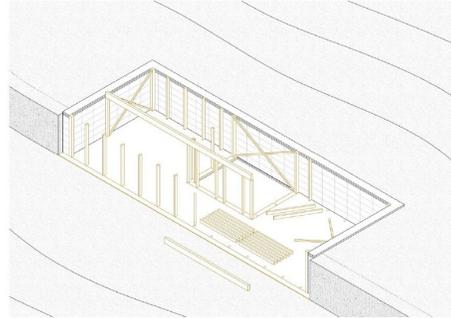
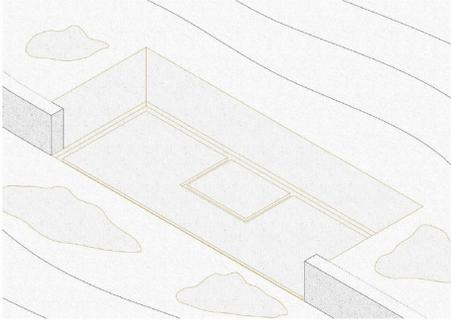
Clos couvert, fondations

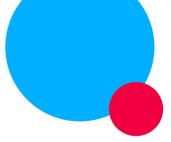




# Calepinage et Phasage du chantier

Description de l'édification



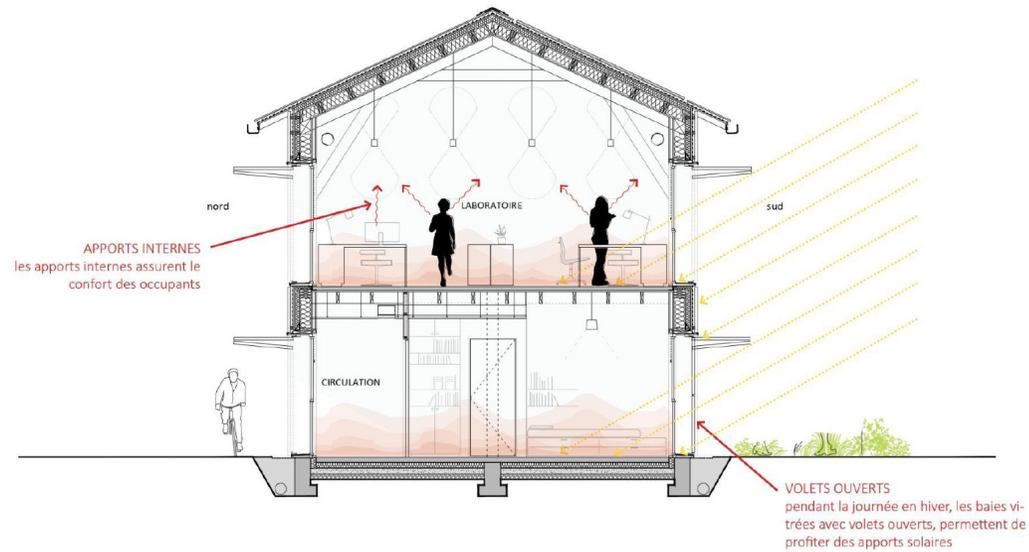


# Anticiper le fonctionnement

Zonages thermique, usages, évolution, confort

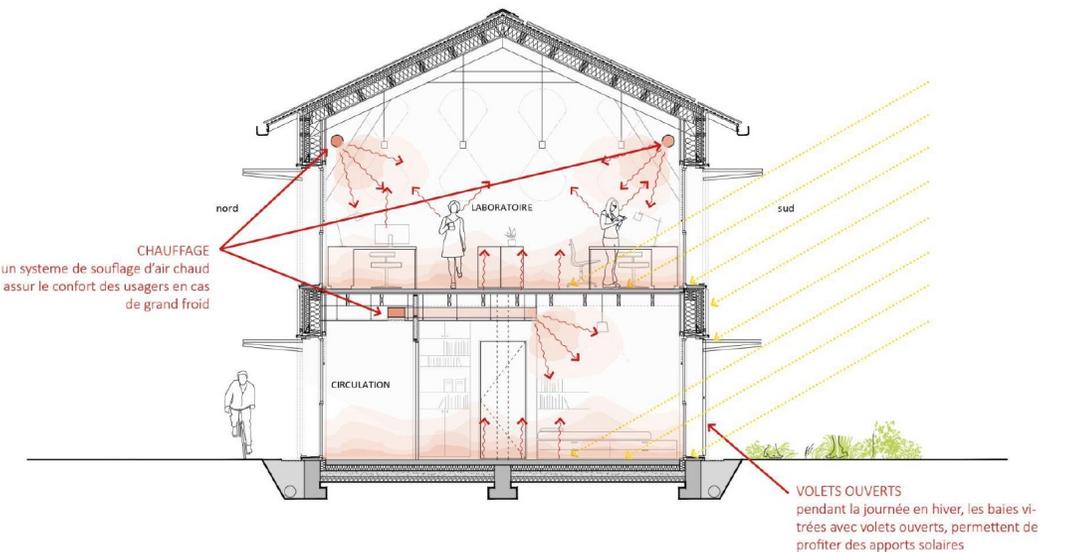
Principe bioclimatique

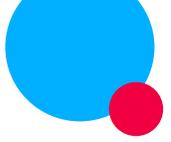
**HIVER - Journée**



Principe bioclimatique

**HIVER - Grand froid**



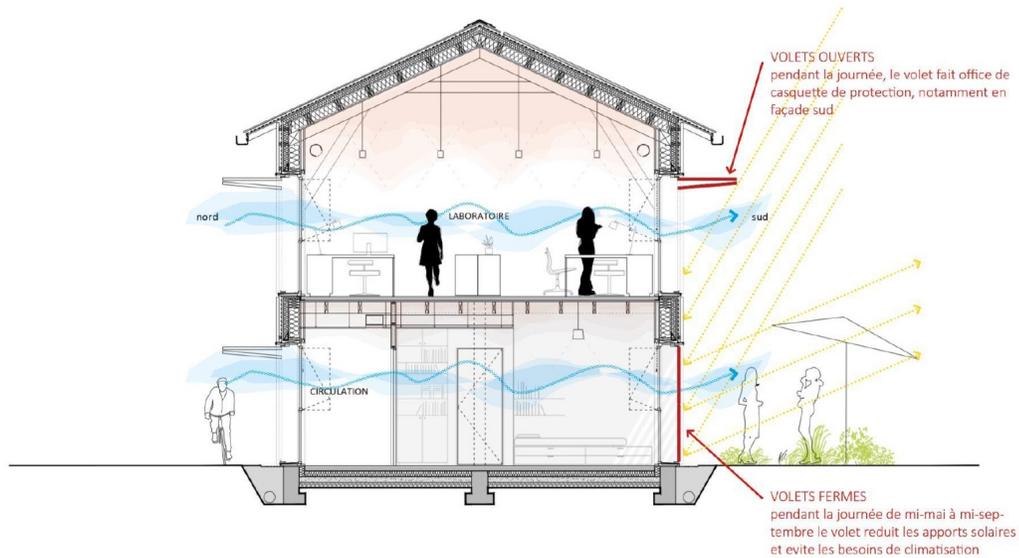


# Anticiper le fonctionnement

Ventilation, systèmes individuels, épisodes climatiques critiques

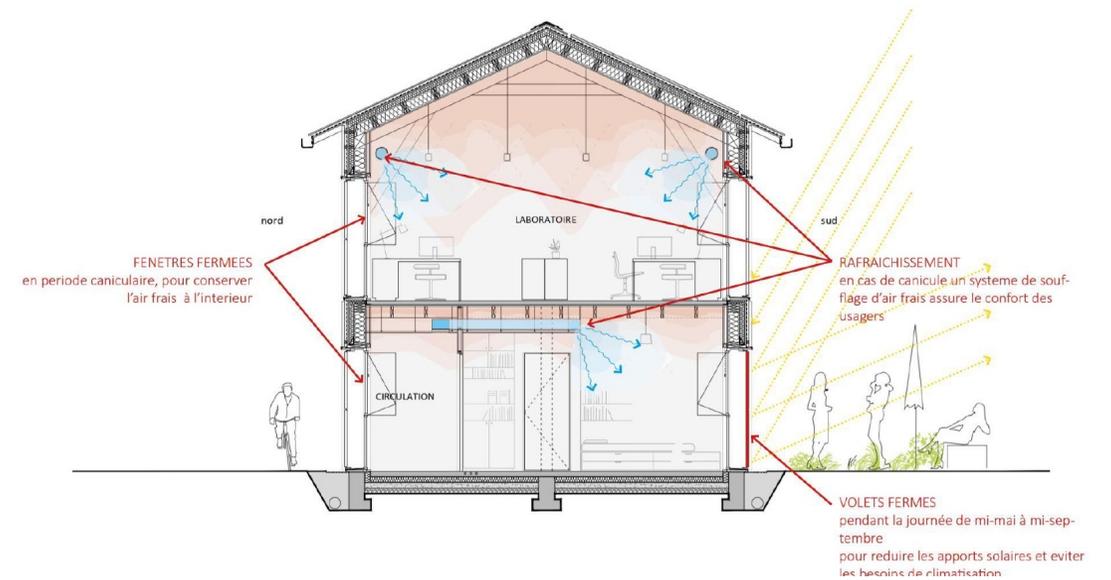
Principe bioclimatique

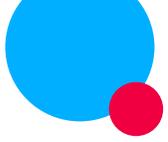
ETE - Journée



Principe bioclimatique

ETE - Canicule





# Vers une conception bioclimatique

## Premières conclusions

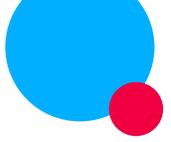
- La conception bioclimatique bouscule la chronologie de conception
- Demande de sortir d'une démarche de technicien : besoin d'ingénieurs et d'architectes
- L'intégration des nouveaux enjeux demande un esprit de synthèse dès l'esquisse : vers des décisions partagés au sein de la maîtrise d'œuvre.
- L'insertion au site en tant que milieu est réinterrogé

Séminaire du lab  
Jeudi 15 septembre 2022



# Bâtiments bioclimatiques et sobriété des usages

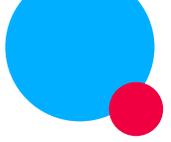
| Bruno Peuportier, MINES Paris



# III Outils utilisés

## Bâtiments bioclimatiques

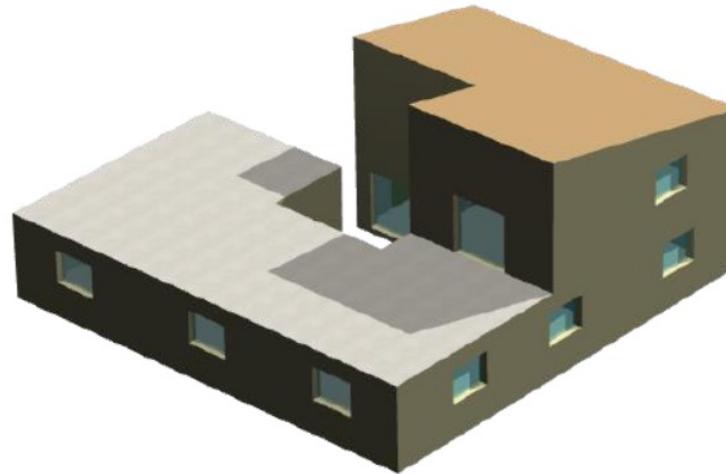
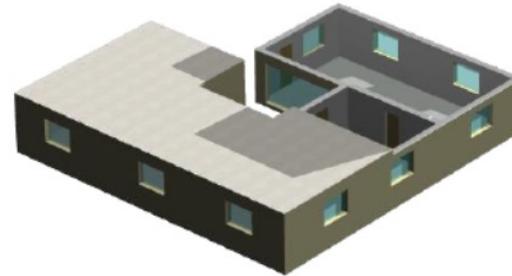
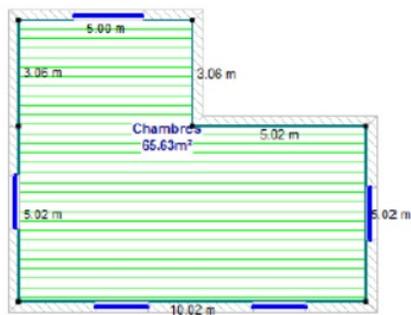
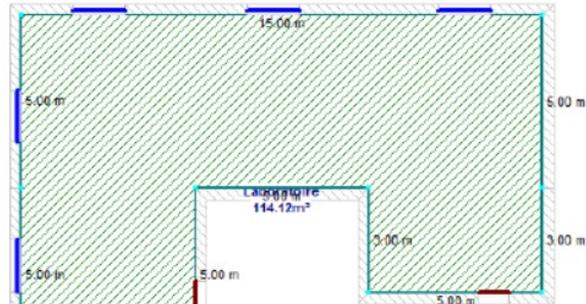
- Simulation thermique dynamique (captage, stockage et distribution de la chaleur)
- Calculs d'éclairage naturel (lancer de rayons -> facteurs de lumière du jour)
- Calculs de mouvements d'air (débits d'air en ventilation naturelle, effets du vent et du tirage thermique)
- Evaluation des productions renouvelables Analyse de cycle de vie -> évaluation des impacts environnementaux (solaire thermique et photovoltaïque)

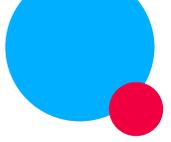


# Utilisation d'outils logiciels

Bâtiments bioclimatiques

## ► Maquette numérique du projet



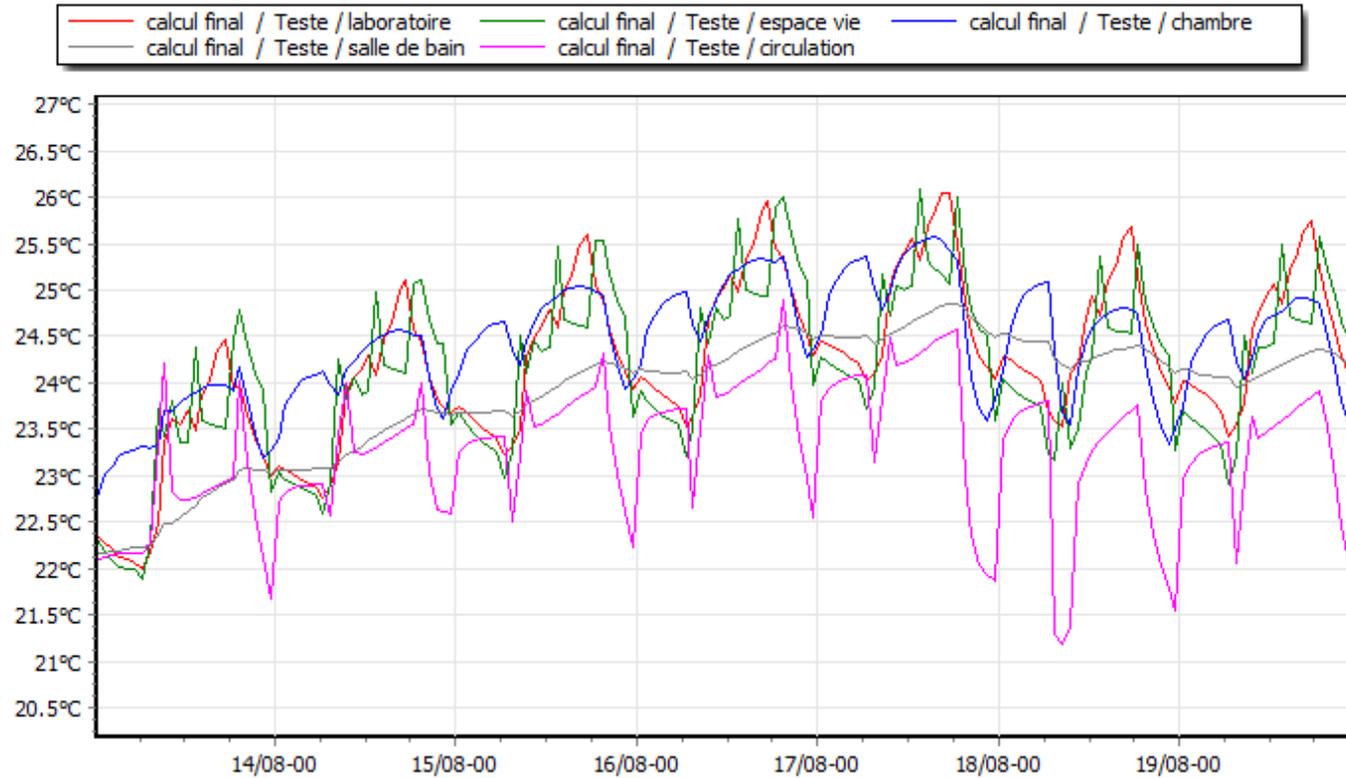


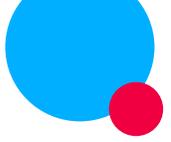
# Utilisation d'outils logiciels

Bâtiments bioclimatiques

## ► Simulation thermique et évaluation du confort

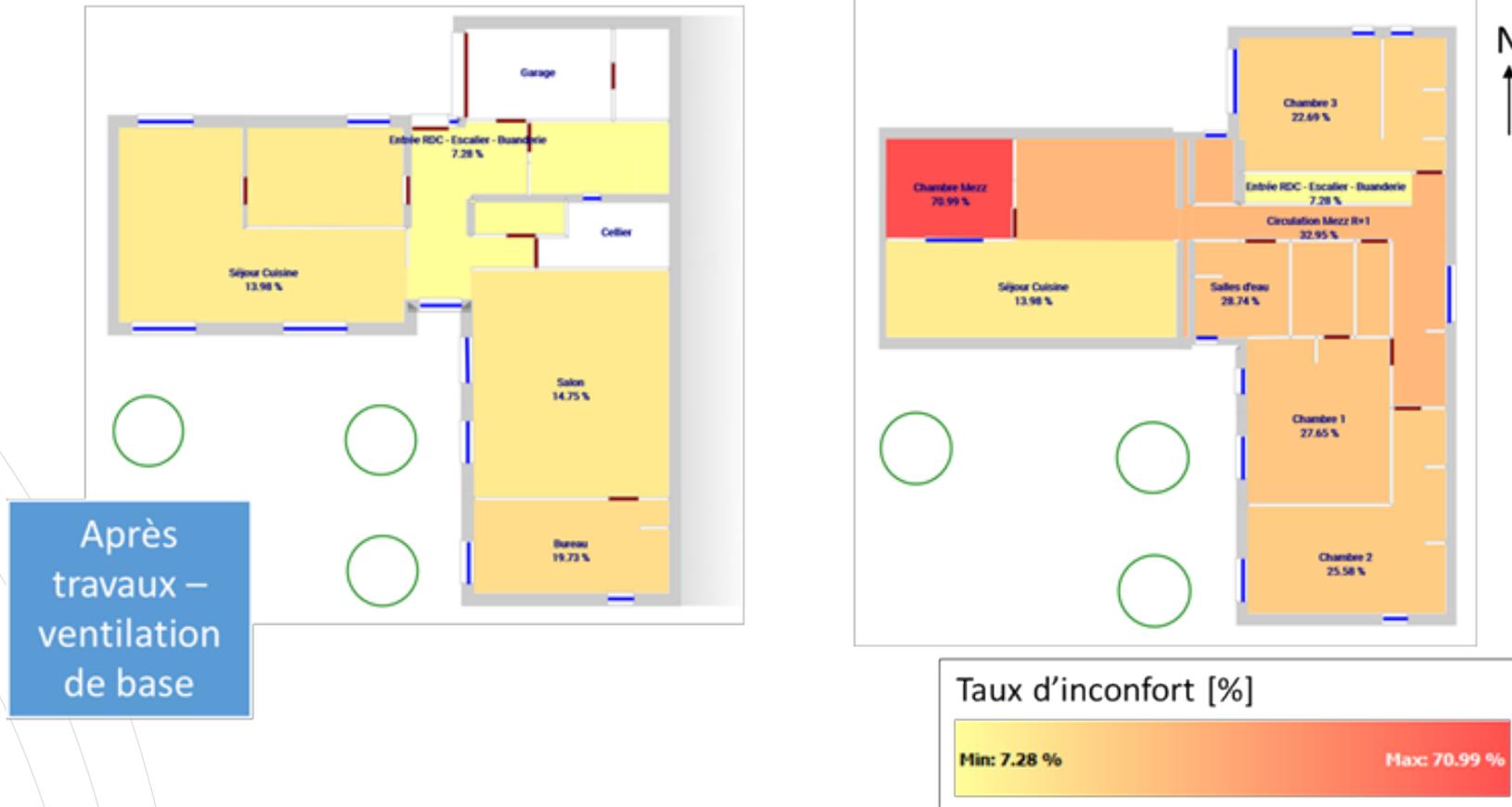
**Température dans la semaine la plus chaude**



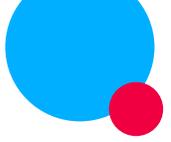


# Effet sur le confort

Bâtiments bioclimatiques



- Repérer facilement les espaces à risque d'inconfort



# Utilisation d'outils logiciels

Bâtiments bioclimatiques

## ► Calculs d'éclairage



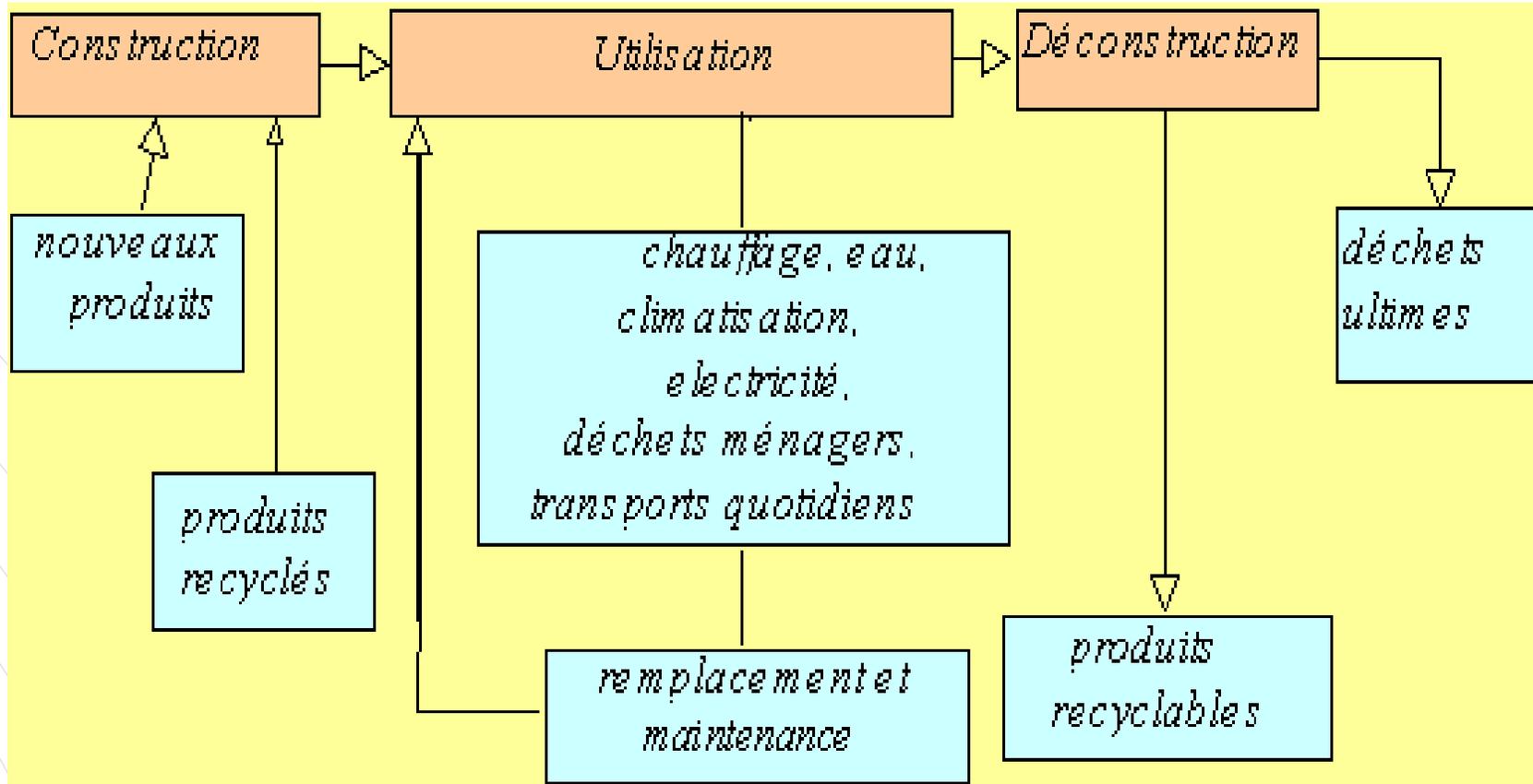
## Céline VILLA



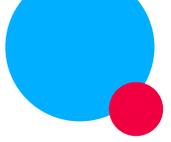


# Analyse de cycle de vie

Bâtiments bioclimatiques



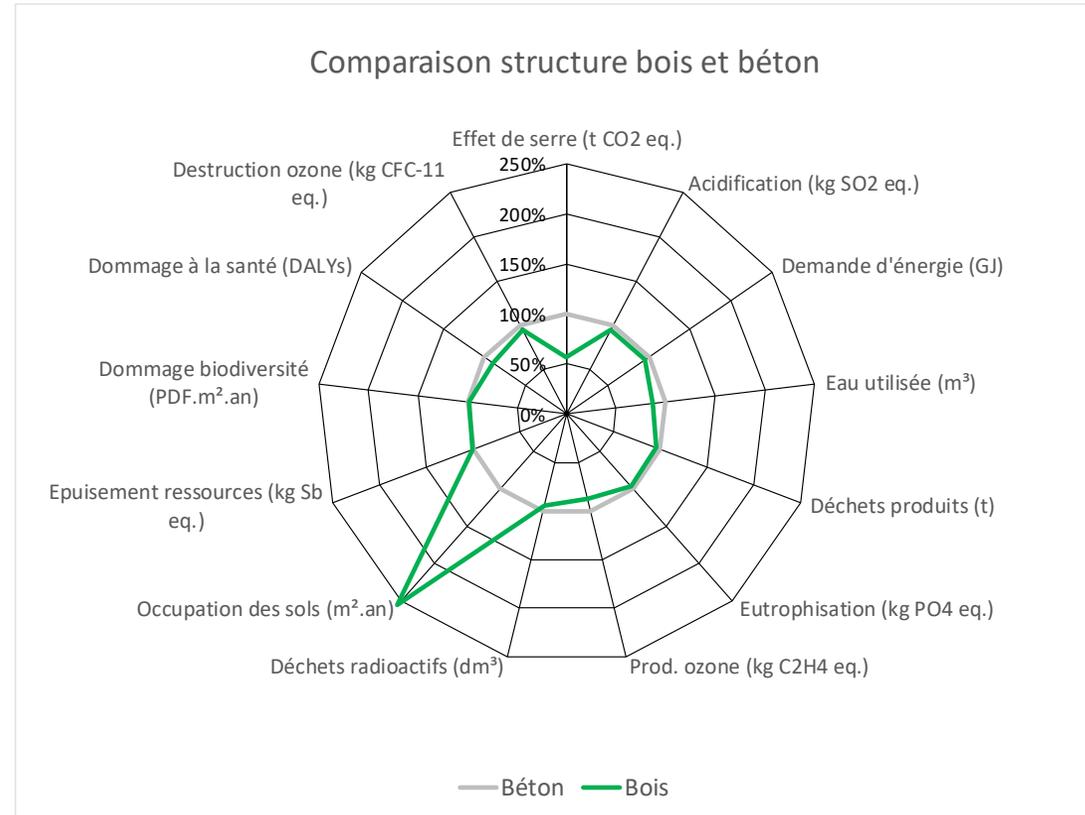
Simulation avec un pas de temps d'un an



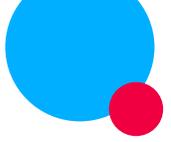
# Utilisation d'outils logiciels

Bâtiments bioclimatiques

## ► Analyse de cycle de vie



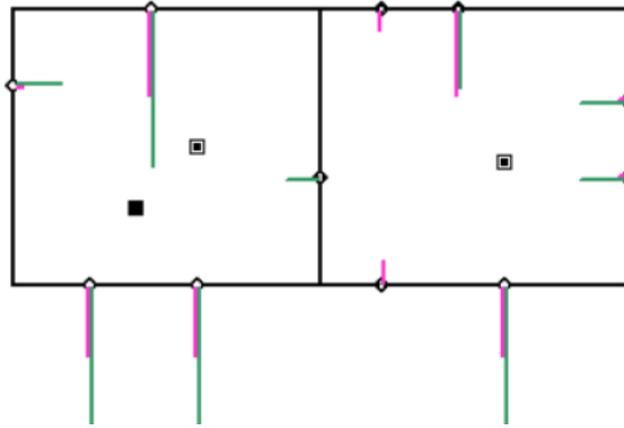
Evaluation multicritères



# Utilisation d'outils logiciels

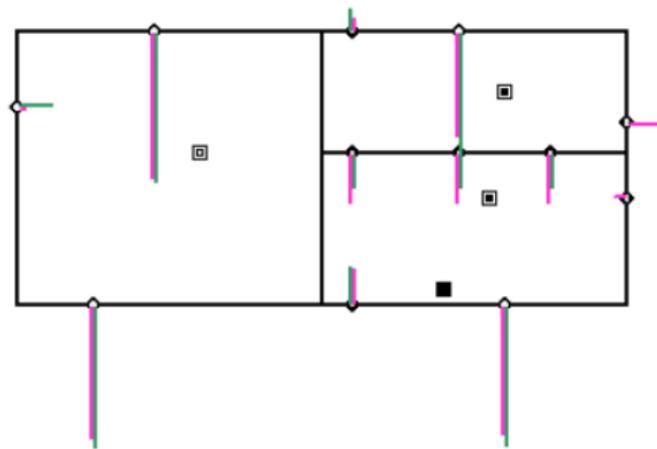
Bâtiments bioclimatiques

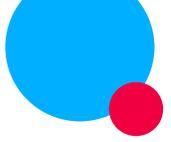
## Etude des mouvements d'air



Débits entrant et sortant en ventilation naturelle

Effets du vent  
Tirage thermique





# Evaluation des productions renouvelables

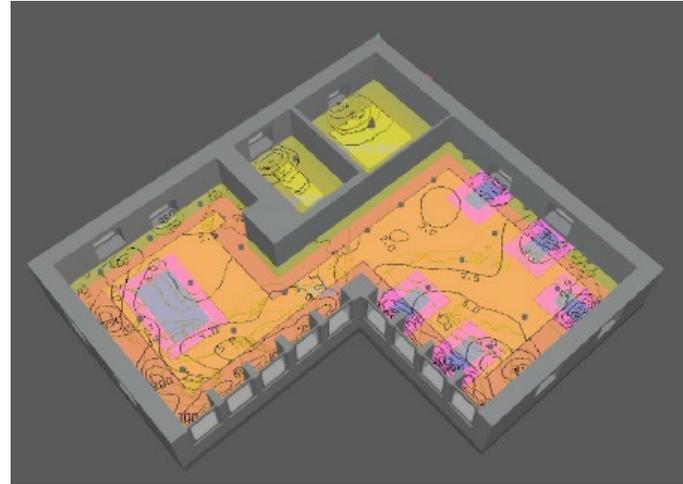
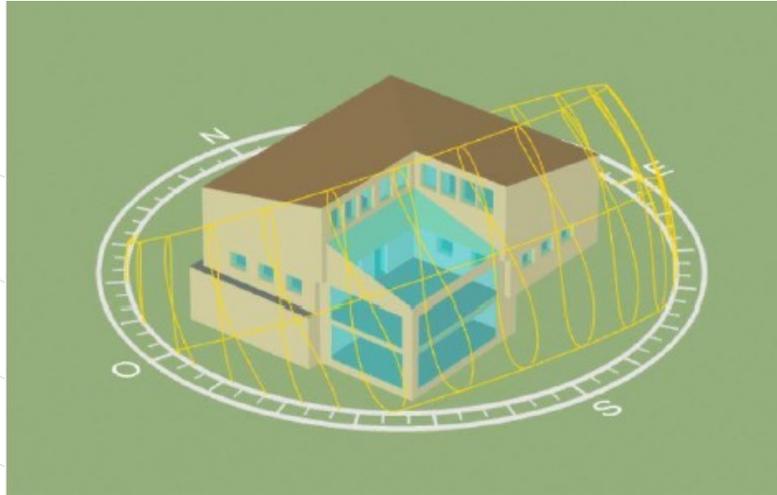
Bâtiments bioclimatiques



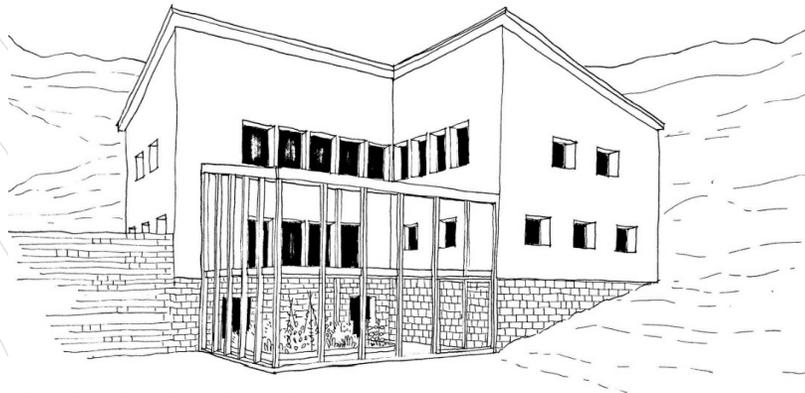
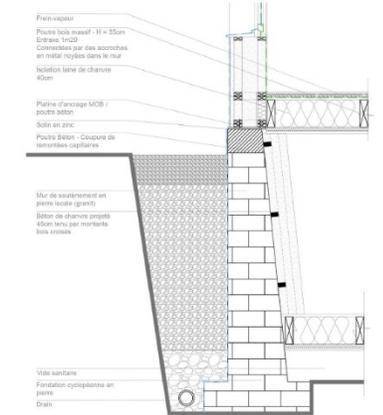
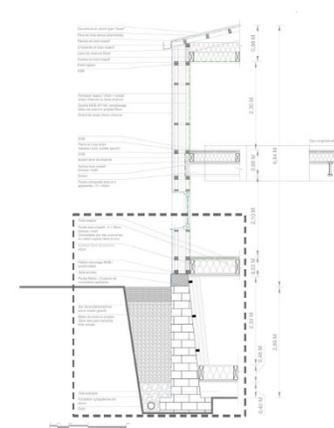


# Exemples de rendus des élèves

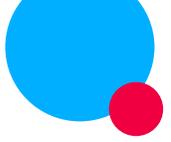
Bâtiments bioclimatiques



Détail



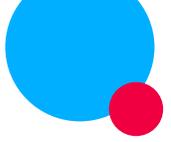
**Dialogue architectes-ingénieurs  
Itérations thermique, éclairage...**



# Sobriété

## Bâtiments bioclimatiques

- Liée aux comportements
- Thermostat de chauffage et de climatisation
- Réduction des consommations d'eau chaude (douche)
- Economies d'électricité (éclairage, appareils, veille)
- Economie d'eau, tri des déchets, mode de transport

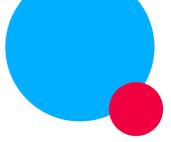


# Conception et comportement des occupants

Bâtiments bioclimatiques

## CONCEPTION : REFERENCE/HQE

COMPOSANT	REFERENCE (1)	"HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE" (2)
ISOLATION	8 CM INTERIEURE	12 CM EXTERIEURE
SURFACE VITREE	10 M2, ORIENTATION NORD	25 M2, ORIENTATION SUD
VENTILATION	VMC SIMPLE FLUX	DOUBLE FLUX, EFFICACITE 0,5
EQUIPEMENTS SANITAIRES	STANDARD	A DEBIT REDUIT (DE 50%)
EQUIPEMENTS POUR LE TRI DES DECHETS	POUR LE VERRE SEULEMENT	POUR LE PAPIER ET LE VERRE



# Conception et comportement des occupants

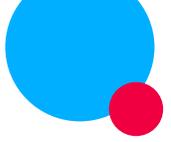
## Bâtiments bioclimatiques

### COMPORTEMENT DES OCCUPANTS : ECONOME/GASPILLEUR

PARAMETRES	"ECONOME" (E)	"GASPILLEUR" (G)
TEMPERATURE DE CONSIGNE	VARIABLE ENTRE 14°C ET 19°C	21°C CONSTAMMENT
VENTILATION	0,5 VOLUME PAR HEURE	1 VOLUME PAR HEURE
ELECTRICITE SPECIFIQUE	150 W	300 W
EAU CHAUDE	40 L/PERSONNE/JOUR <sup>A</sup>	60 L/PERSONNE/JOUR <sup>A</sup>
EAU FROIDE	80 L/PERSONNE/JOUR <sup>A</sup>	150 L/PERSONNE/JOUR <sup>A</sup>
DECHETS MENAGERS	0,8 KG/PERSONNE/JOUR	1,5 KG/PERSONNE/JOUR
TRI DU PAPIER	60% <sup>B</sup>	0%
TRI DU VERRE	80%	0%

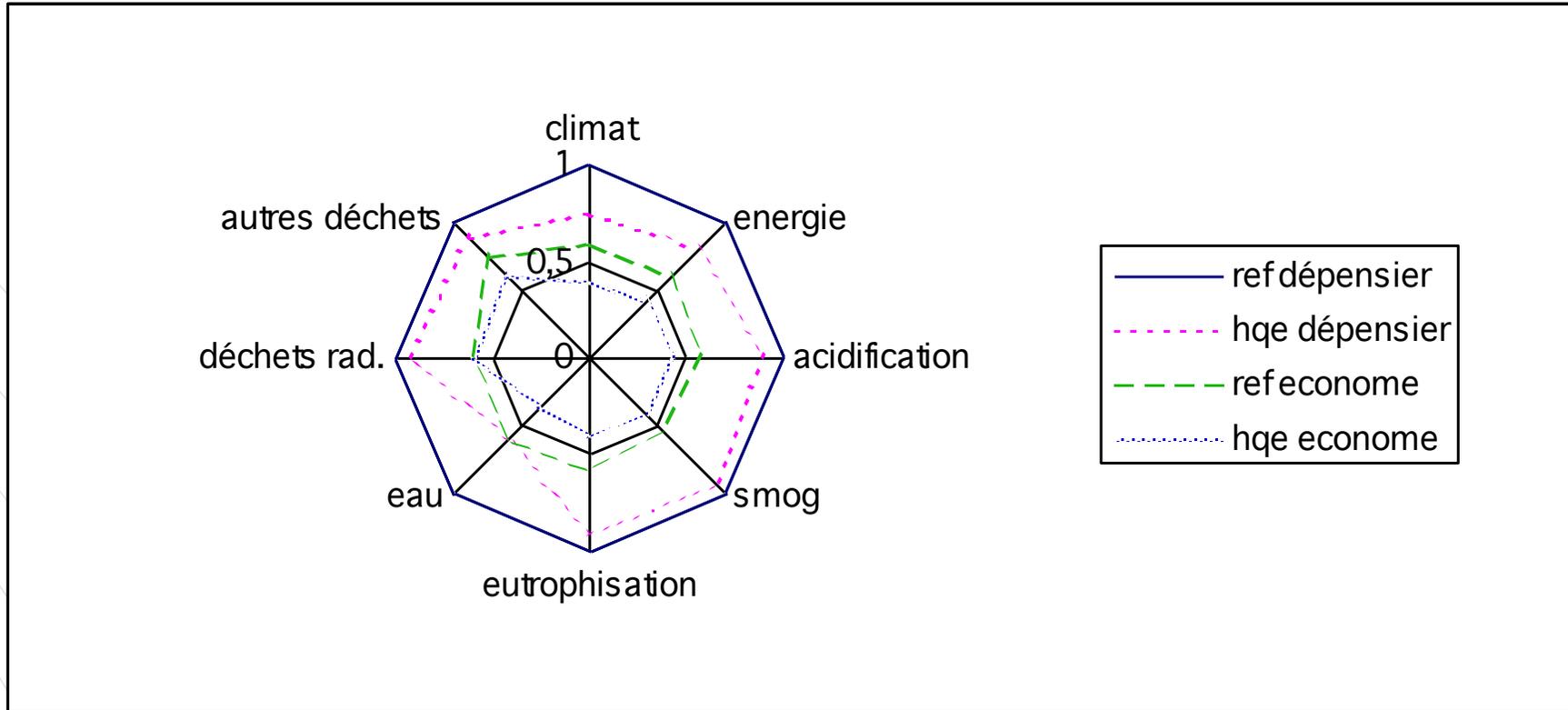
<sup>A</sup> diviser par deux pour la conception "hqe", grâce a la réduction de débit

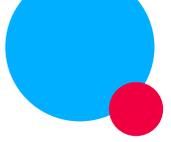
<sup>B</sup> 0% dans la solution de référence car le tri du papier n'y est pas prévu



# Conception et comportement des occupants

## Bâtiments bioclimatiques





# Conclusions

## Bâtiments bioclimatiques

- Outils opérationnels en bureau d'études
- Marge de progrès pour l'adaptation aux métiers de la conception (surtout en phase amont)
- Dialogue entre architectes et ingénieurs essentiel à la démarche d'écoconception
- Séminaire du lab « écoconception et métiers de la conception », autres formations, projets possibles

# Des questions ?

Bruno Peuportier

[bruno.peuportier@mines-paristech.fr](mailto:bruno.peuportier@mines-paristech.fr)

[lab-recherche-environnement.org](http://lab-recherche-environnement.org)