



# Le groupe scolaire Frida Kahlo à Bruges (33), la pédagogie d'une architecture bioclimatique

- Jules Eymard, associé Compagnie architecture
  - Clément Nataf, associé, Albert & Co

# Une commande ambitieuse



## Maitrise d'ouvrage :

Ville de Bruges et Bordeaux Métropole

## Appel à candidature :

Construction d'un groupe scolaire innovant, à haute performance énergétique et bas carbone (E4C2) à Bruges

## Cout d'objectif de l'opération (travaux et honoraires):

entre 5 et 15 m€

## Spécificité :

Conception réalisation en dialogue compétitif

# Une commande ambitieuse



## Entreprise mandataire :

Charpente Cénomane

## Architecte :

Compagnie architecture

## Cotraitants :

Volga - paysagiste

Albert & Co - BET fluides et environnement

Cesma - BET charpente bois

Astree - BET gros oeuvre

Hoeco - économiste + OPC

ACFI - BET électricité

Fred Bonnet - BET VRD

# Une commande ambitieuse



compagnie ||| |||  
||| architecture  
||| |||

# Une commande ambitieuse

## Albert & co

- SCOP de 7 salariés dont 6 associés
- Depuis 2005, conception de projets

à forte valeur écologique :

- matériaux biosourcés,
- réemploi,
- filière bois,
- low tech,
- faible impact carbone



*La ferme du rail (75)*



*Grande Halle (14)*



*IME croix rouge (59)*

# Une commande ambitieuse

## Sur le volet architectural, paysager et pédagogique :

- Pas de programme fonctionnel, ni de surface
- Liste de nombreux objectifs :
  - *Création d'un groupe scolaire innovant et exemplaire, au cadre de vie favorable aux apprentissages et à la qualité de vie.*
  - *Créer un lieu de sociabilité, d'accueil et d'échanges*
  - *Propositions innovantes en matière de locaux pédagogiques, d'espaces périscolaires,*
  - *Favoriser les mutualisations des locaux et des espaces.*
  - *Il est attendu des candidats une réflexion approfondie et des propositions innovantes sur l'aménagement des cours, ses usages, ses codes pédagogiques, ses enjeux. Le volet paysager devra prendre une place importante*

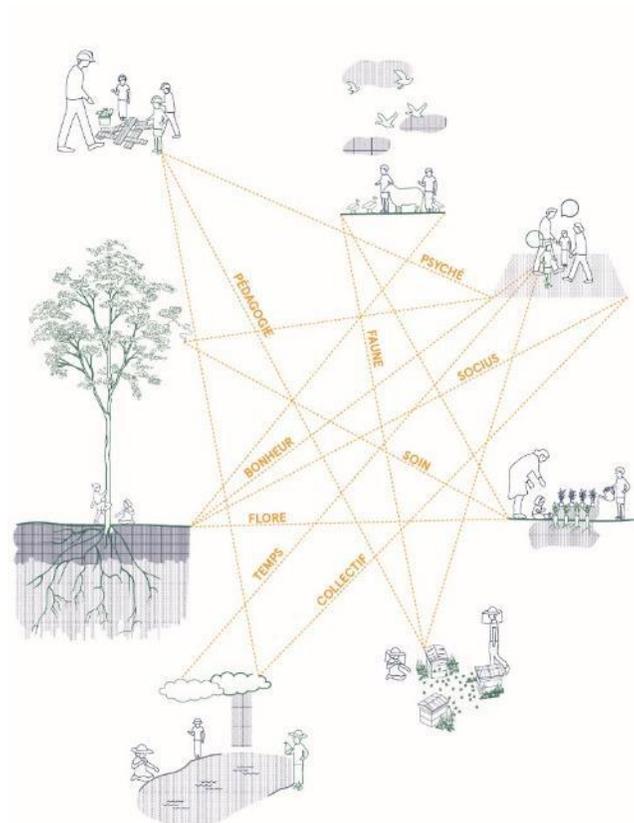
# Une commande ambitieuse

## Sur le volet environnemental

- Niveau E4C2
- Confort d'été :
  - Température résultante dans les espaces à occupation prolongée ne dépassant pas 28°C plus de : 2.5% du temps d'occupation dans l'année
  - Temps en dehors de la zone de Brager < 10%
  - En locaux de restauration, température résultante inférieure à < 26°C sur la plage horaire d'utilisation : 11h – 14h et 16h30 – 18h
- Conception et calculs basées sur scénario A1B du GIEC (éq. « Bordeaux 2050 »)

# Une architecture bioclimatique

## L'écosophie



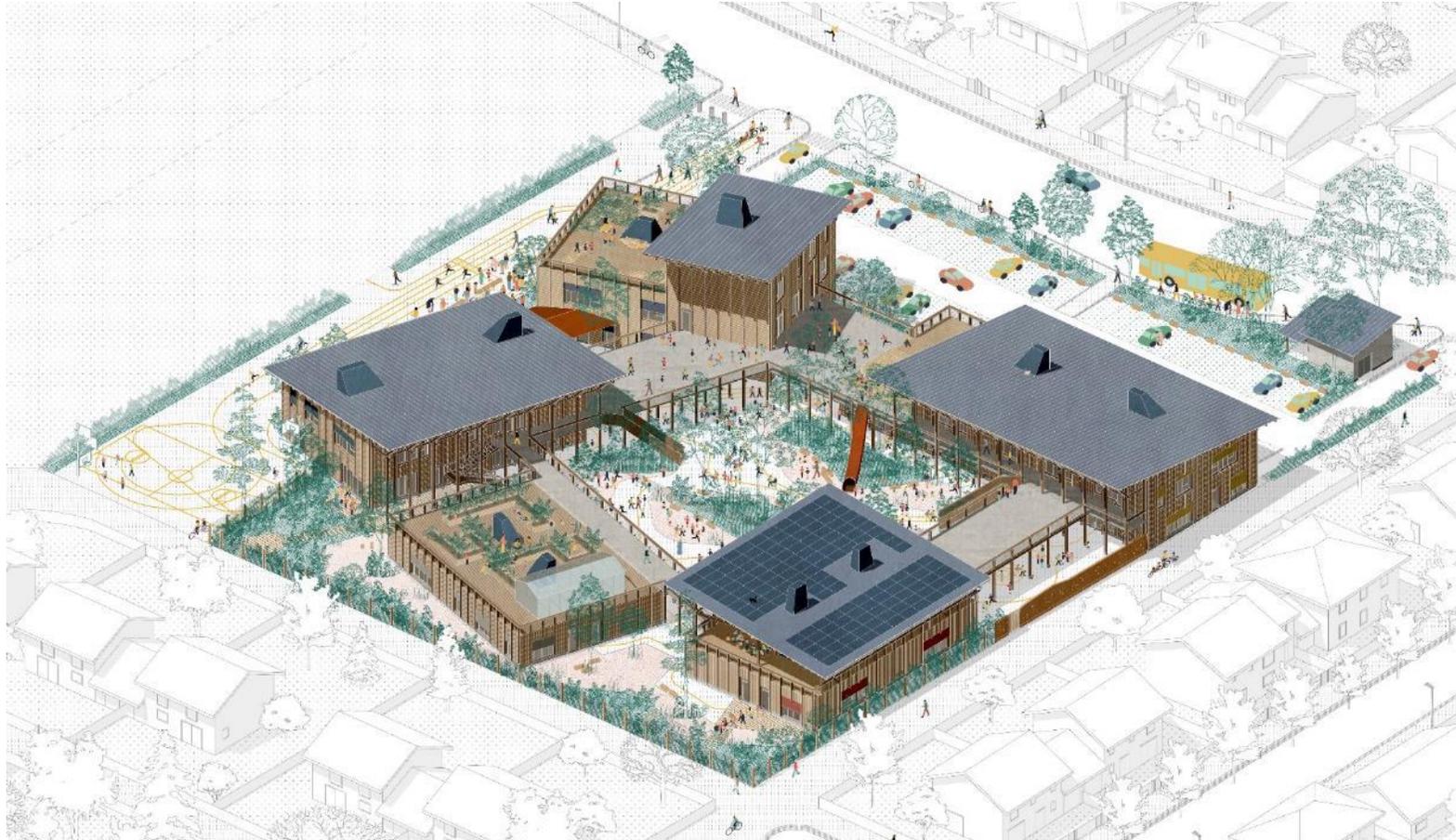
# Une architecture bioclimatique

## Des cabanes



# Une architecture bioclimatique

## Des coursives extérieures



# Une architecture bioclimatique

## Un lien avec l'extérieur



# Une architecture bioclimatique

Des classes tournées vers la nature



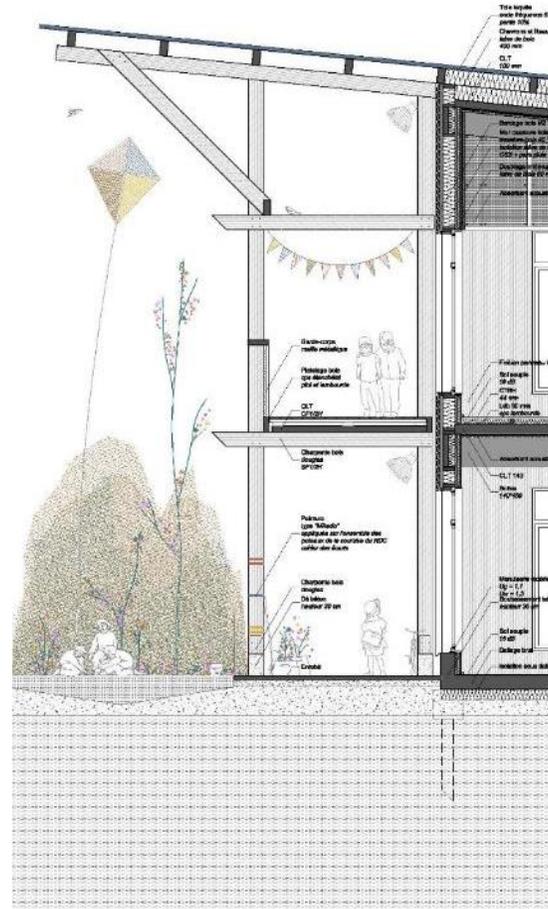
# Une architecture bioclimatique

## Une cour oasis



# Une architecture bioclimatique

## Des protections solaires



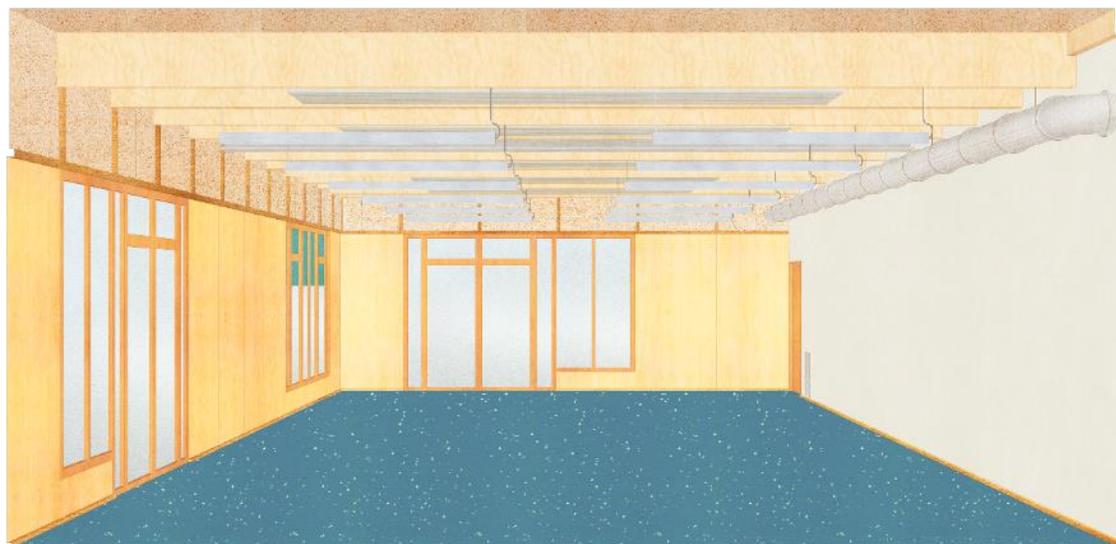
# Une architecture bioclimatique

## Des matériaux biosourcés



# Une architecture bioclimatique

## Des classes doublement orientées



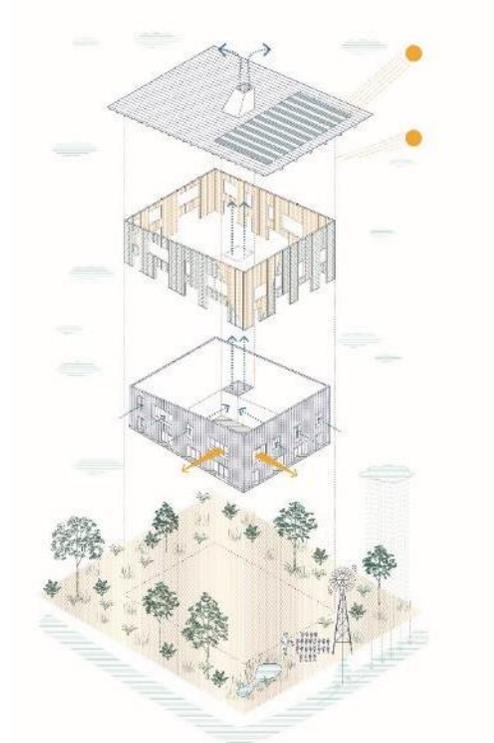
# Une conception low-tech

- Une conception efficace de l'enveloppe :

- performance des parois,
- inertie
- structure bois et matériaux biosourcés,
- bâtiment « bas carbone »

- Des installations techniques low-tech :

- un système passif : ventilation par insufflation convertible en ventilation naturelle totale
- absence de recours à la climatisation
- technique reste apparente (réseaux de ventilation, câbles, etc.)



# Une conception low-tech

## Ventilation – fonctionnement été

- L'air transite dans les puits et est insufflé dans les salles
- Rejet d'air par les cheminées
- Grilles et cheminées dimensionnées pour fonctionner en ventilation naturelle

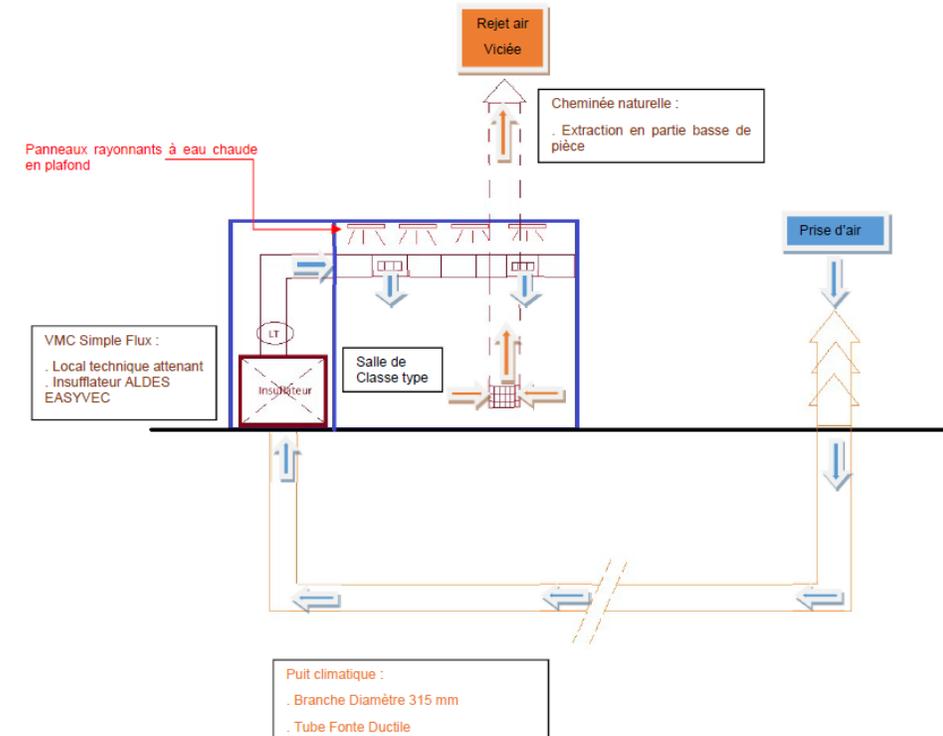


Schéma fonctionnement de la ventilation

# Une conception low-tech

## Ventilation – fonctionnement été

- si les fenêtres sont fermées, l'air frais issu du puits ventile la classe en surpression.
- L'air s'échappe par les cheminées, comme en hiver.
- Si les fenêtres sont ouvertes, l'air s'échappe par les fenêtres et les cheminées.
- Ainsi, l'action de rafraîchissement du puits perdure, quelque soit la position des fenêtres.

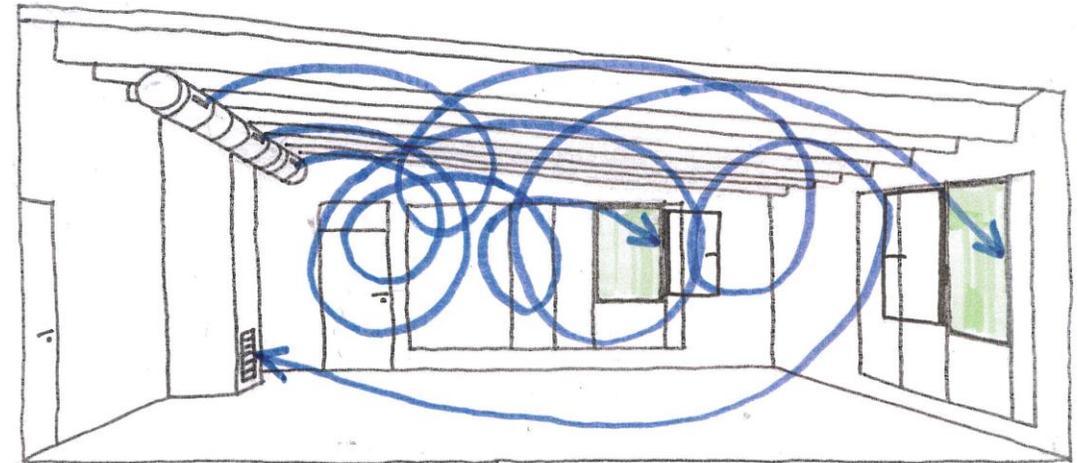
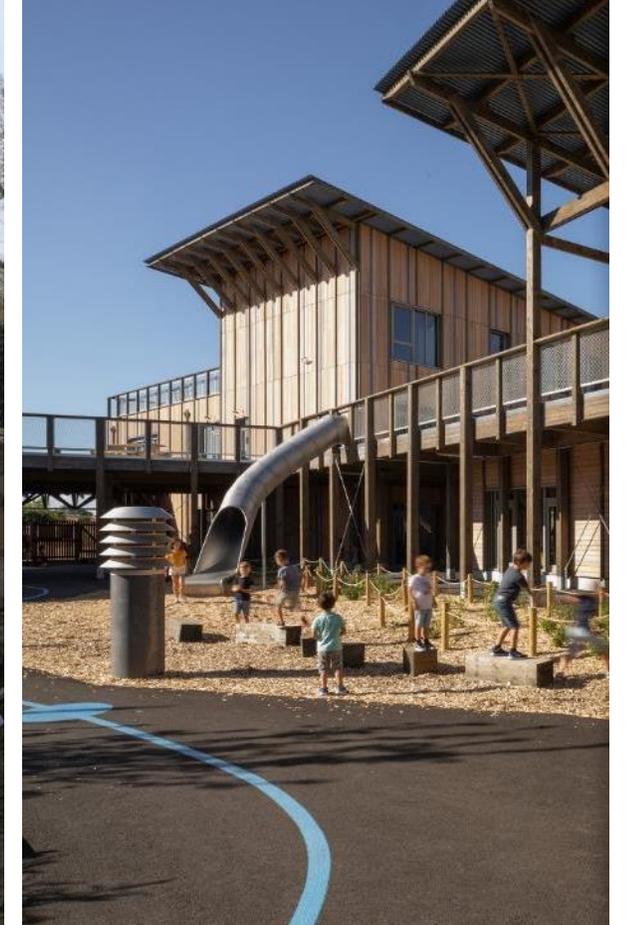
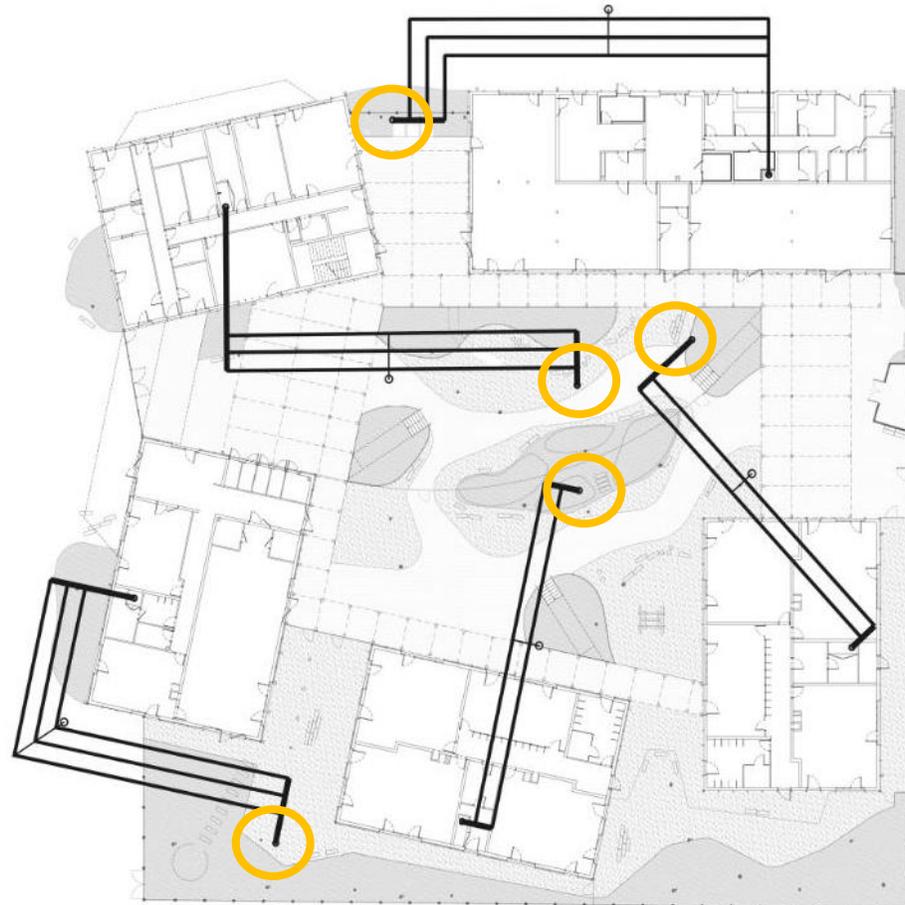


Schéma été

# Une conception low-tech

## Les puits climatiques : principes et implantations



# Une conception low-tech

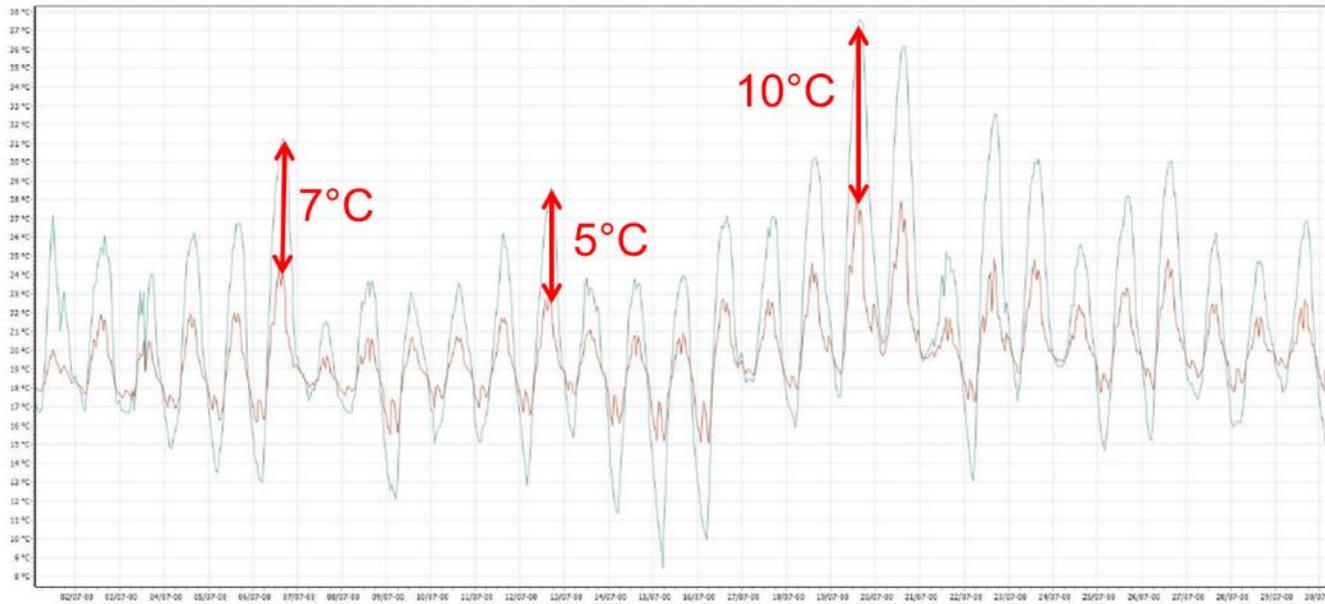
## La ventilation par insufflation

- Pas de gaines de reprises, moins de moteurs
- Rejet par cheminées – fonctionnement en ventilation naturelle possible en cas de panne
- Pas de batteries chaudes (ni froides) – les puits servent d'échangeurs
- Régulation des débits par programme horaire
- Rejet d'air par les cheminées
- Grilles et cheminées dimensionnées pour fonctionner en ventilation naturelle

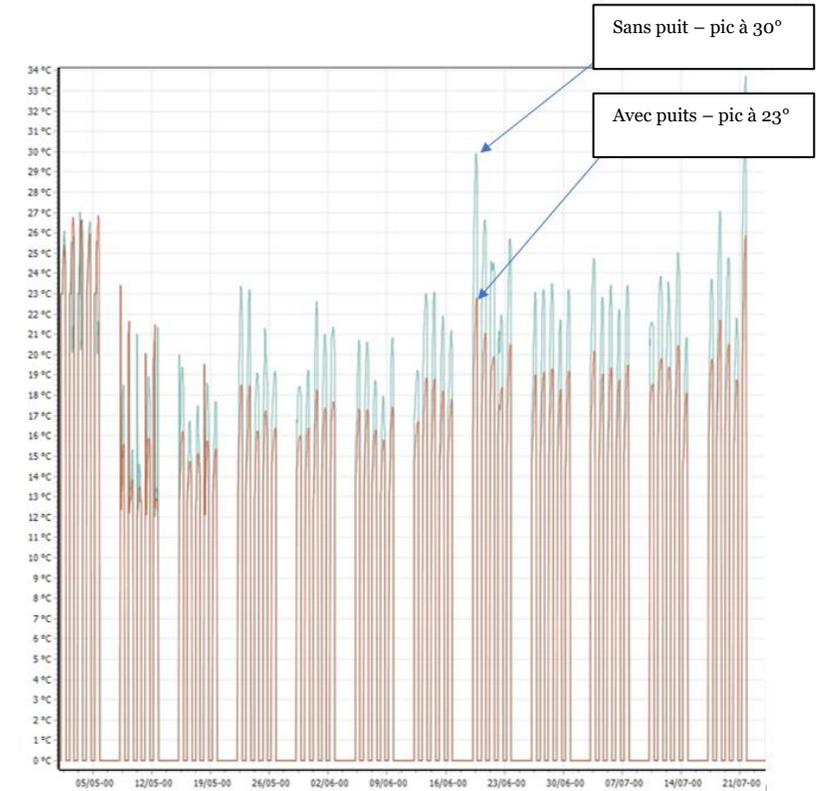


# Une conception low-tech

## Les puits climatiques : les résultats attendus



T° Entrée / sortie puits en juillet (STD)



Comparatif des températures avec et sans puits

# Impliquer la maîtrise d'usage

Accueillir pour transmettre



# Impliquer la maîtrise d'usage

## Faire chantier école



# Impliquer la maîtrise d'usage

Raconter avec des outils adaptés



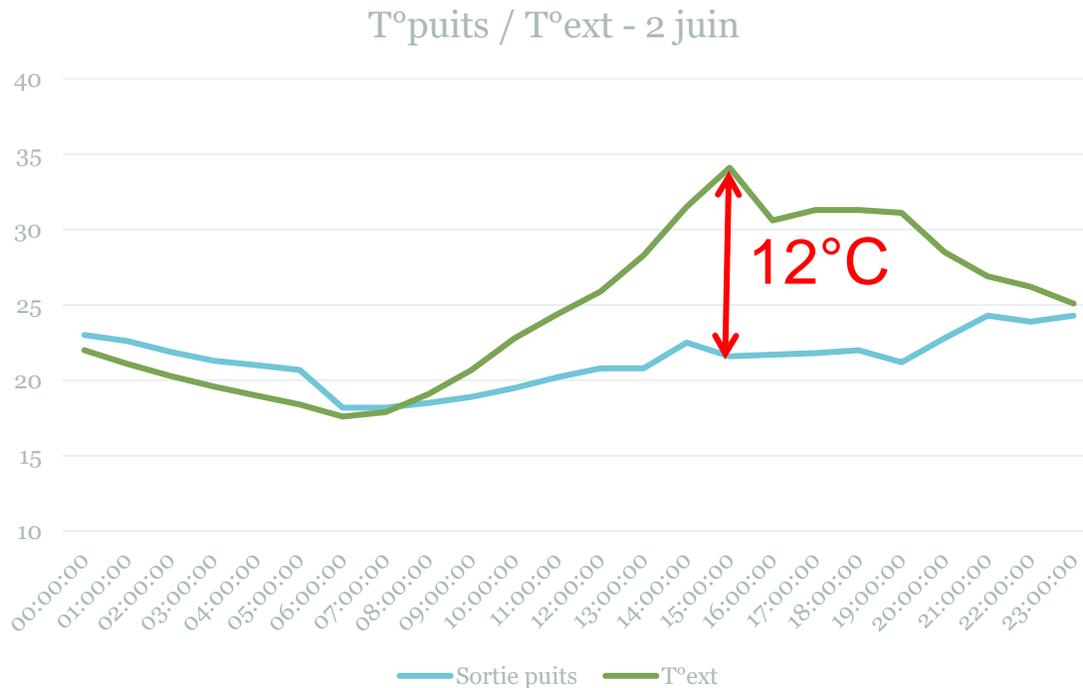
# Impliquer la maîtrise d'usage

## Transmettre un guide utilisateurs



# Le retour d'expérience

## Puits climatiques : les résultats obtenus



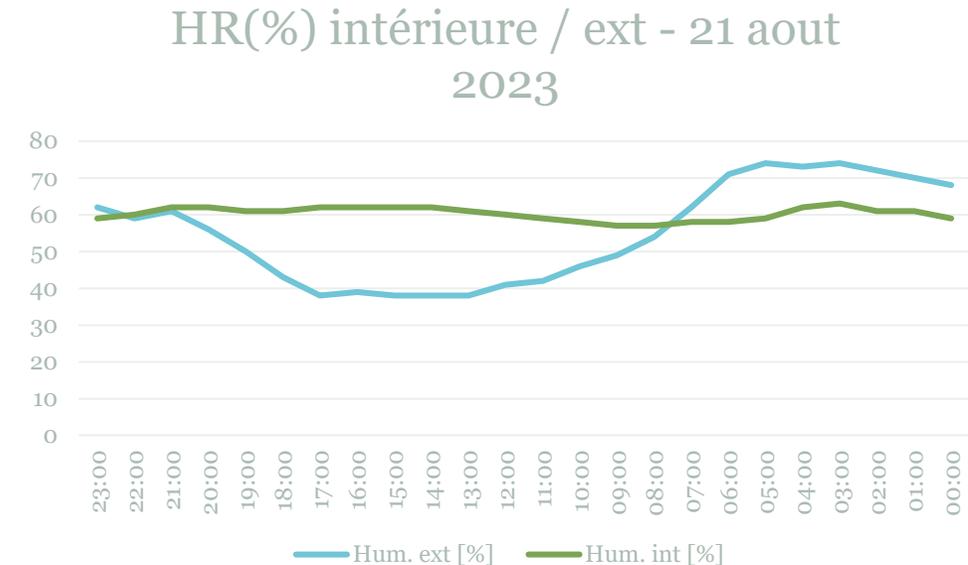
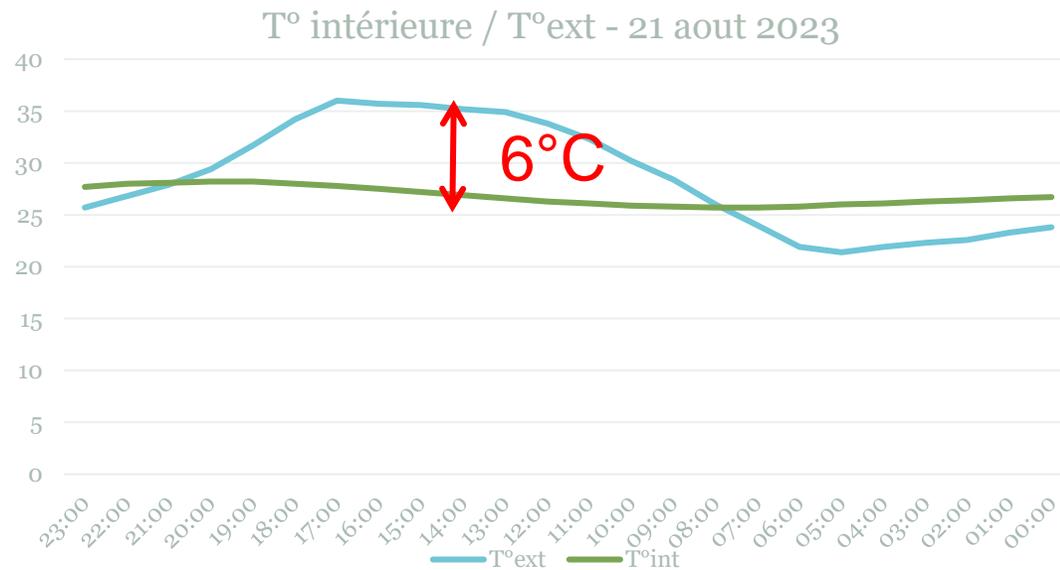
➤ Aux heures les plus chaudes, écart de température autour de 10-12°C

➤ En moyenne

- 4°C d'écart en juin
- 5°C à 6°C d'écart en juillet/aout

# Le retour d'expérience

## Confort : les résultats obtenus



- Grande stabilité de température et d'hygrométrie apportée par les puits
- Intervention des utilisateurs nécessaires pour bénéficier des températures plus fraîches du matin (ouverture manuelle des fenêtres)

# Le retour d'expérience

## Action des utilisateurs

- Philosophie générale : technique vs implication utilisateurs
- Fermeture / ouverture des stores

Orientation des baies vitrées / Période	Est	Ouest	Sud
Avril à Octobre	Stores baissés de 7h à 12h	Stores baissés de 12h à 17h	Stores baissés de 12h et 14h
Novembre à Mars	Stores relevés	Stores relevés	Stores relevés

# Le retour d'expérience

## Action des utilisateurs

- Ne pas obstruer les grilles de rejet de ventilation au pied des cheminées.
- Fermer les portes entre les salles
- Compléter si besoin le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres :
  - en été :
    - La journée : Il y a un écart de 10°C entre la température de soufflage et l'extérieur. Il faut donc fermer les fenêtres toute la journée afin de conserver l'air frais entrant.
    - La nuit : Si la température extérieure descend à 25°C, il peut être intéressant d'ouvrir les fenêtres entre 6h et 8h. Il faudra néanmoins fermer les fenêtres durant la journée.
  - en hiver:
    - trouver le bon dosage dans les durées d'ouverture des fenêtres (impact sur les consommations de chauffage) – privilégier des durées courtes, fenêtres grandes ouvertes, hors de la présence des enfants par exemple, durant 10 minutes à midi

# Le retour d'expérience

## Amélioration

- En période de forte chaleur, différence de température de 5°C constatée entre prise d'air à l'ombre et prise d'air en plein soleil
  - **Protéger les prises d'air (végétation, store...)**

Puits maison 2



Puits maison 5



# Le retour d'expérience

## Une appropriation par les utilisateurs



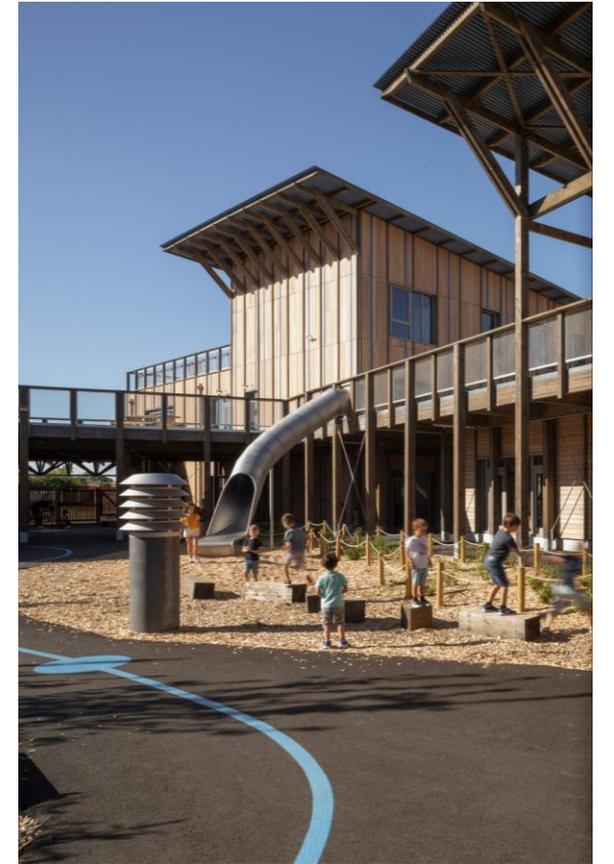
# Le retour d'expérience

## Une relation étroite à l'extérieur



# Le retour d'expérience

## Un public sensible aux enjeux environnementaux



# Le retour d'expérience

Les mutualisations : construire moins pour construire mieux



# Le retour d'expérience

## L'acoustique et les matériaux biosourcés



# Le retour d'expérience

Des protections solaires à généraliser



# Le retour d'expérience

Impliquer les services d'entretien / maintenance dès le chantier

