Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Siphem
Syndicat interterritorial pour l'Habitat et la Maîtrise de l'Energie

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

CSTB
le futur en construction

Alec
AGENCE LOCALE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT
MÉTROPOLE BORDELAISE ET GIRONDE

PRIGNAC ET MARCAMPS

BANQUE des TERRITOIRES

Caisse des Dépôts
GROUPE

SDEEG
NOTRE ÉNERGIE AU SERVICE DES TERRITOIRES

Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Approche multicritère et retours d'expérience

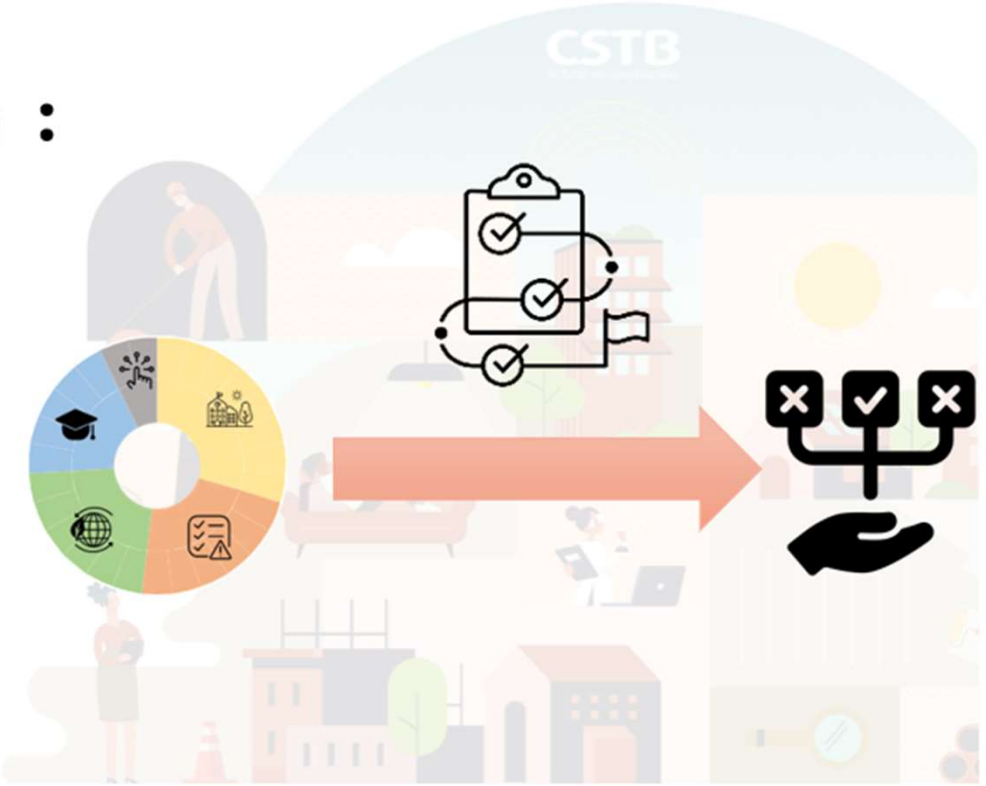
Présentation du dispositif multicritère et retour d'expérience du collège du Var

Caroline BOUTELOUP – Responsable de la division rénovation à la direction Energie Environnement du CSTB

Réussir la rénovation : vers une approche multicritère

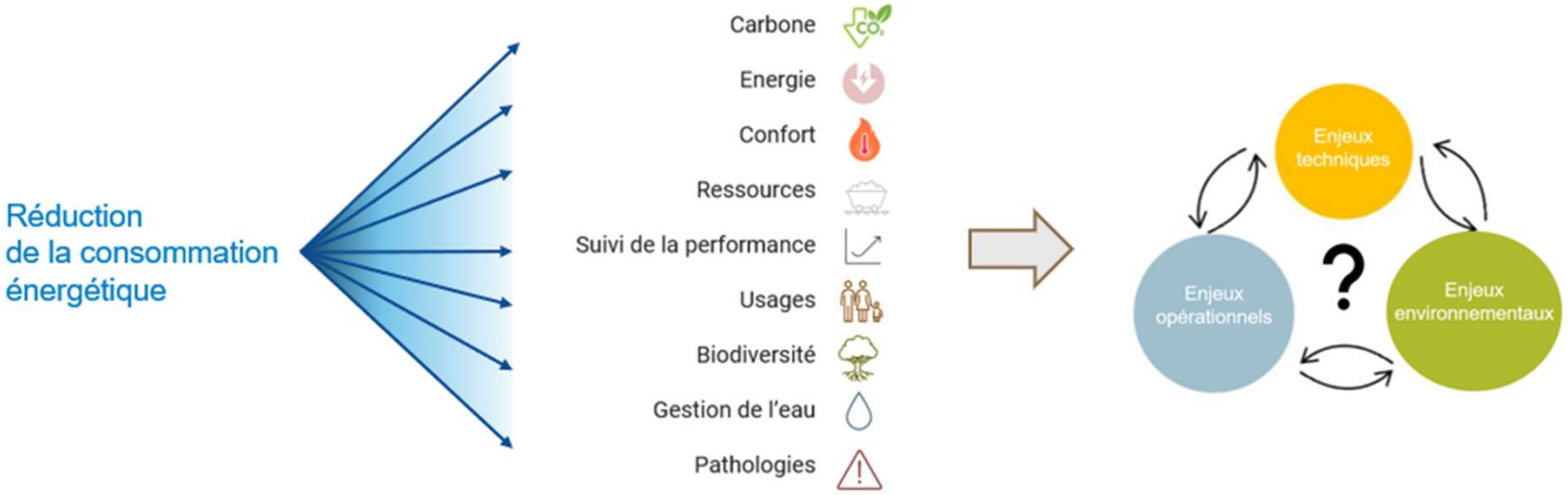
Caroline BOUTELOUP
Responsable de la division Rénovation,
Direction Énergie-Environnement, CSTB

Intervention SIPHEM
Octobre 2026



Rénovation : un changement de paradigme

Explosion de la complexité décisionnelle pour la rénovation des bâtiments tertiaires



→ **Remise en question de certaines solutions historiquement considérées comme optimales**

→ **Les approches classiques atteignent leurs limites (raisonnement en silo, empilement de gestes de rénovation)**

Indispensable d'avoir une vision ***globale*** du bâtiment tertiaire.

Et d'accompagner les maîtres d'ouvrage, en phase amont, dans leur prise de décision.

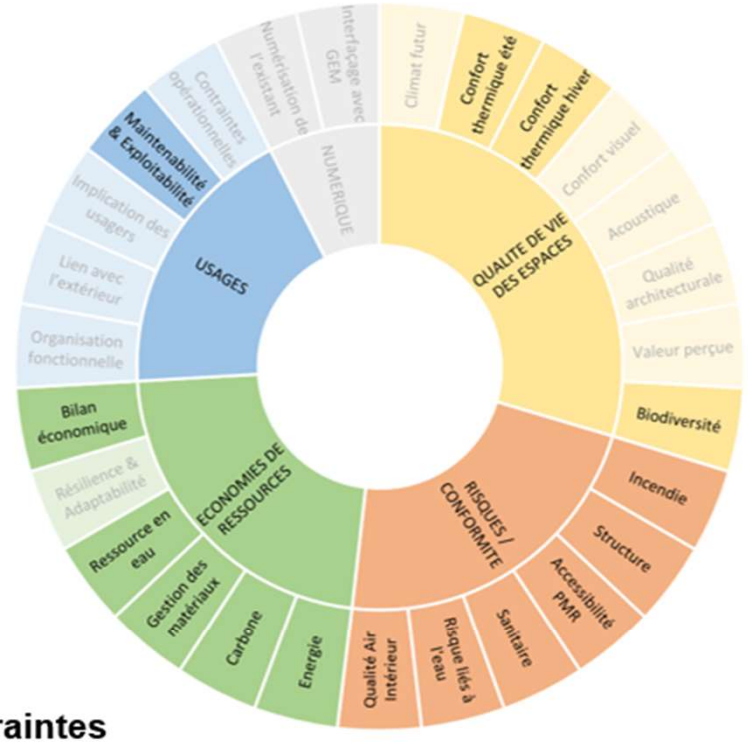
4 familles, 15 critères

Qualité de vie des espaces
Des espaces agréables à vivre, confortables

Risques et conformité règlementaire
Un bâtiment sûr, sain et conforme

Économie de ressources
Un bâtiment économe en énergie, un projet sobre en ressources

Usages
Un bâtiment en phase avec ses usagers,
des usagers conscients de leur bâtiment



→ **Mettre sur un même plan :**
les objectifs de performance, et toutes les contraintes

CSTB
le futur en construction

Le concept de la méthode





Contexte et constat

Complexité décisionnelle

✚

Besoin de priorisation

✚

Mauvaise connaissance du bâti

✚

Interactions entre les travaux

⬇

Besoin d'une méthode pour approcher cette complexité

Qu'est-ce que c'est ?

Une approche rapide, en amont des projets pour :

Prioriser
Consolider un état des lieux
Objectiver les arbitrages

Evaluer le bâtiment avant / après les travaux de rénovation

Dialoguer

Qu'est-ce que ça apporte

Une prise de recul sur les sujets à traiter.

Une check-list des données à collecter.

La synthèse d'un regard expert sur le bâtiment

Une visualisation rapide des efforts à faire

Un support de discussion, et une aide pour challenger la MOE durant le projet.



Le concept de la méthode

A qui cela s'adresse ?

1) MOA (collectivités par exemple)

2) AMO ou conseils (au sens large)

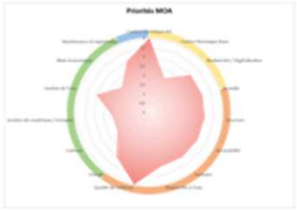


Comment ça fonctionne ?

Outil html de priorisation

Outil Excel en 3 étapes

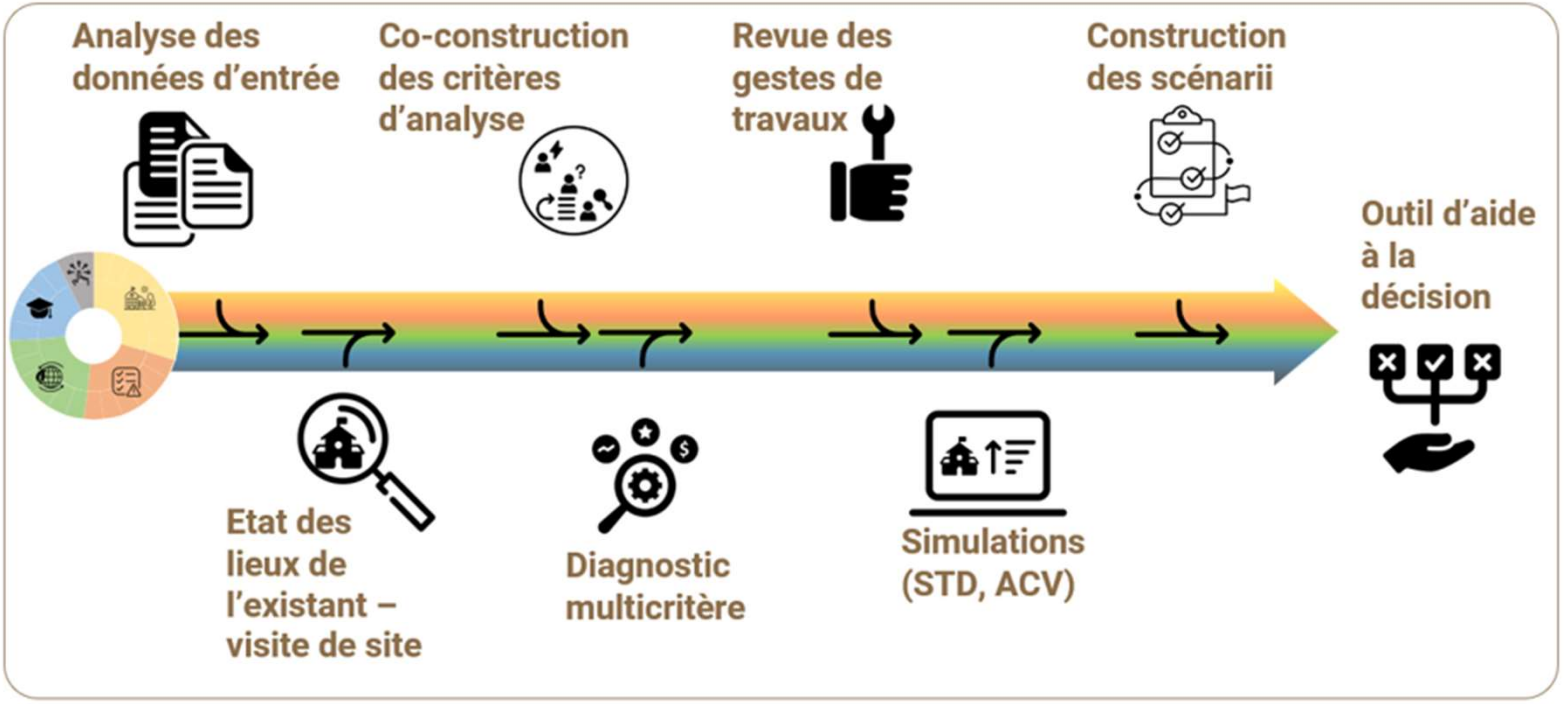
En option : outils de simulations pour évaluer plus finement les critères carbone / énergie / confort



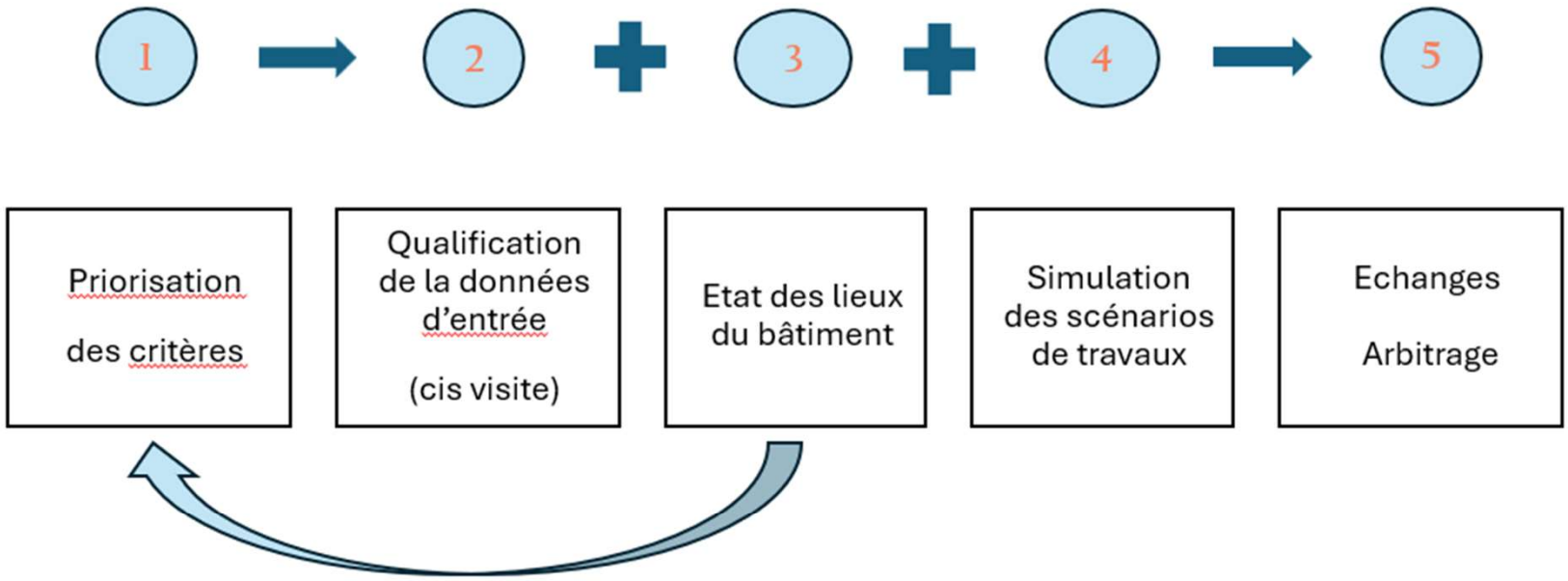
RENOPTIM

Renoptim

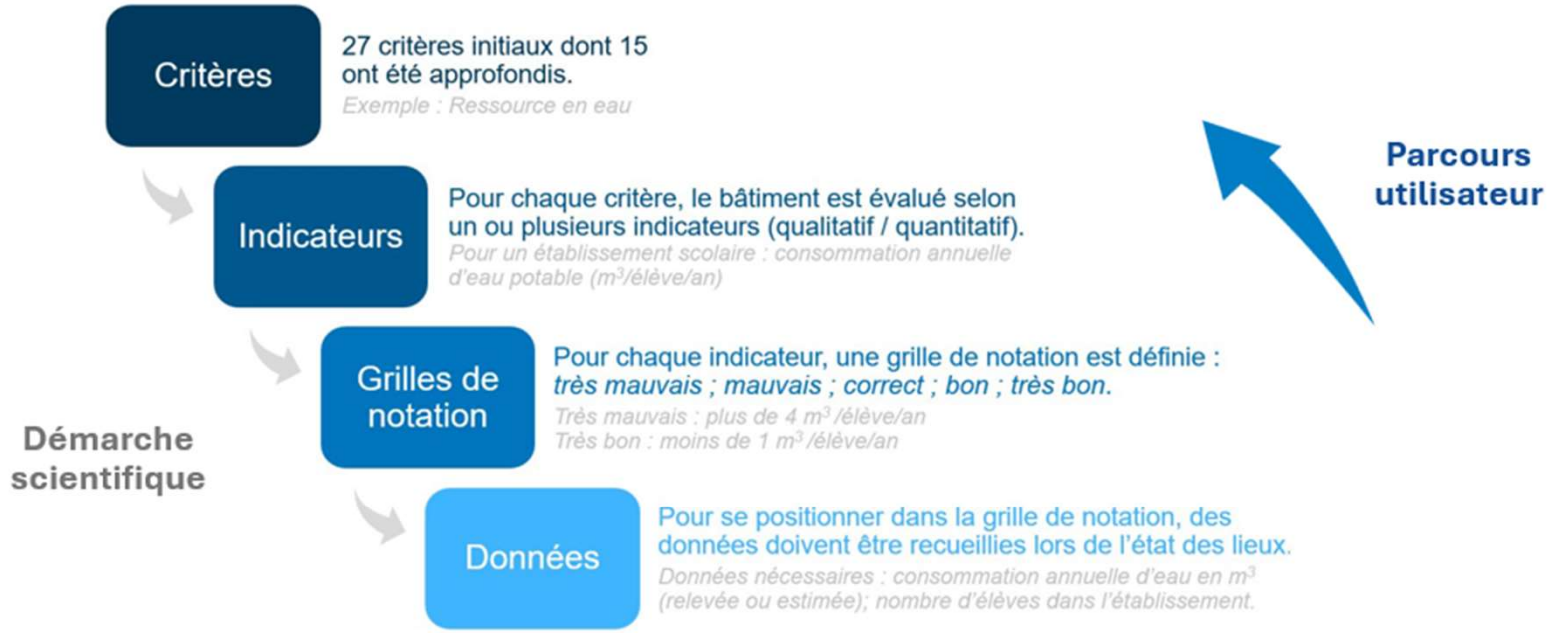
Parcours utilisateur



Parcours utilisateur dans l'outil



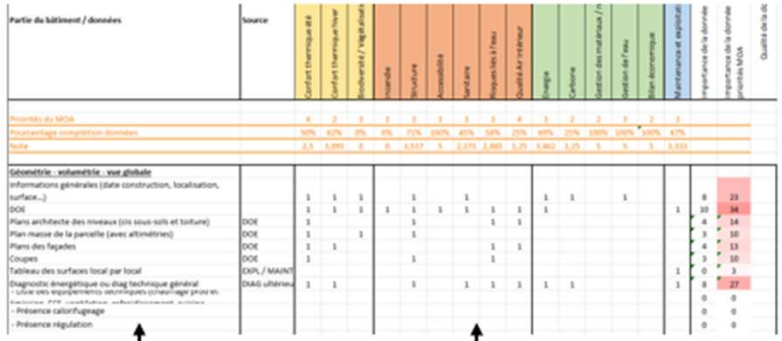
Parcours utilisateur // démarche



1 Outil de priorisation des critères

Confrontation des critères deux par deux, outil html

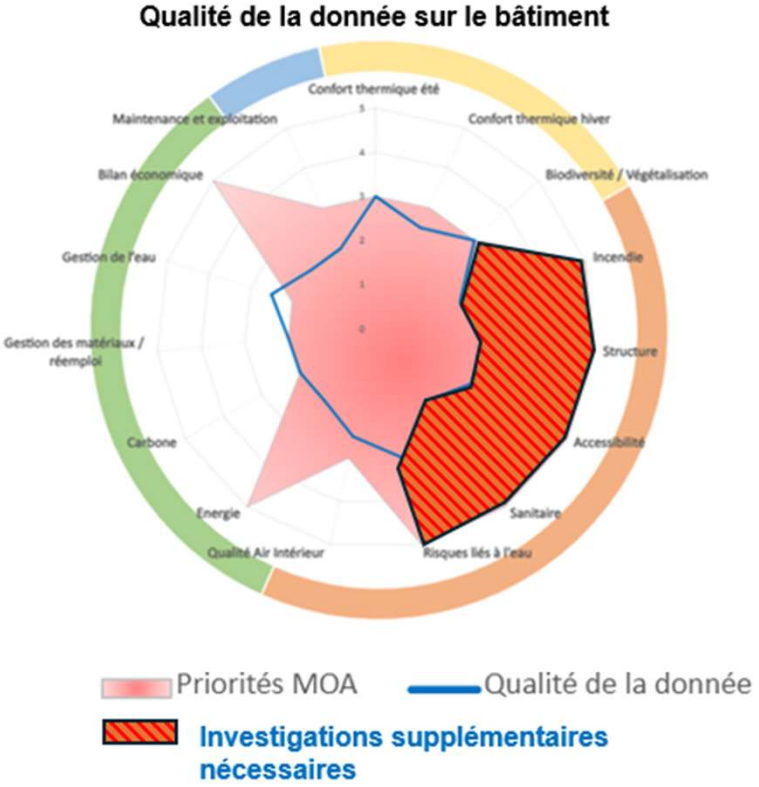
2 Données d'entrée



Données possibles

Impact sur les critères

Qualité de la donnée



3 Etat des lieux

Sujet		Aide à la notation (pour la notation PERFORMANCE)	Performance, pertinence de la solution mise en œuvre. Laisser vide si non renseigné	État de conservation et pratique des occupants. 1: hors d'usage ou pas utilisé par les occupants 3 : fonctionnel avec légères	Prise en compte des deux notes précédentes (performance et état d'usage)	Observations justifiant la note choisie	Confort thermique	Confort thermique hiver	Biodiversité / Végétalisation	Incendie	Structure
	Objectif MOA						4,0	2,0	3,0	3,0	3,0
	Note finale						1,8	2,0	4,0	4,0	2,8
	Note quantitative (indicateur calculé)						-		4		
	Note qualitative						1,8	2,0		4,0	2,8
	Espaces extérieurs										
	Masques	Bâtiments environnants, végétation...	1		1		1				
	Végétalisation	Indicateur CBSh calculé sur plan de masse	4		4	CBSh=0,53	4		4		
	Structure										
	Fondations / plancher bas	Présence d'un diag structure + évaluation des		3	3						3
	Murs	pathologies : fissures, défauts d'horizontalité /		2	2	Fissures					2
	Planchers intermédiaires	verticalité / planéité, éléments présentant des									
	Toiture / charpente	risques de chutes, maladies du bois (si bois),		3	3						3
	Facteurs favorisant les pathologies	1 : 4 facteurs ou plus dans la liste ci dessous 2 : 3 facteurs 3 : 2 facteurs	3		3	Structure béton âgé de plus de 50 ans Exposition RGA forte					3
	Inertie	Détermination de l'inertie selon la méthodologie	3		3	Plancher bas: inertie lourde	3				
	Enveloppe										
	Plancher bas	Si terre plein	1		1	Non isolé					
	Toiture (isolation + revêtement)	Si toiture plate ou rampants	2	5	2	8cm laine de verre + 6cm laine de roche	2				
	Façades (isolation + revêtement)	1 : Résistance thermique < 1,2 m²K/W (<5cm	1	3	1	Non isolées (majorité)	1	1			
Par lot	Menuiseries extérieures	1 : Simple vitrage (U = 5 à 6 W/m²K)	3	5	3	Double vitrage, 2012	3	3			
	Quantité de vitrages	1 : très vitré (plus de 40% de la surface de la	1		1	Façade principale très vitrée	*1*	*1*			

Parties ou composants du bâtiment

Echelle de notation => guide

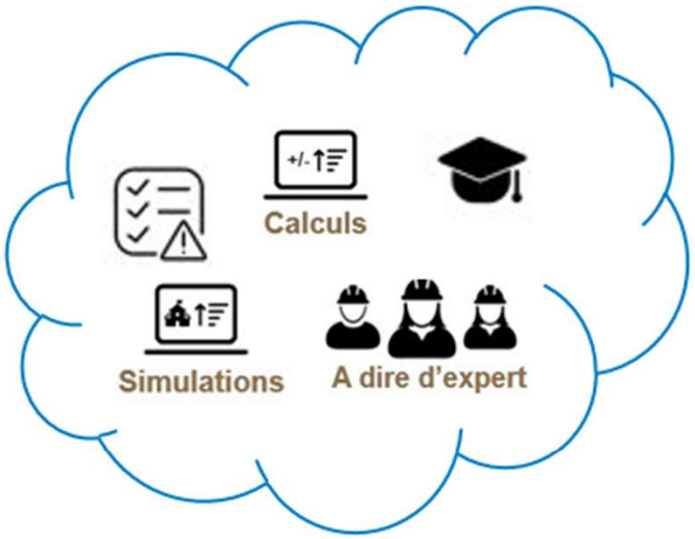
Cotation

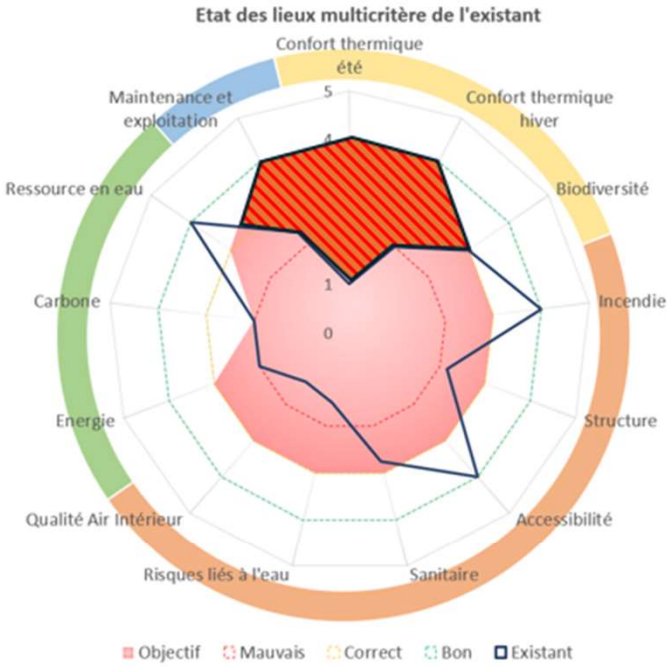
Etat

Calcul de l'impact sur les critères

3 Etat des lieux

Identification des sujets sur lesquels le MOA doit porter ses efforts





Mise à disposition accompagnée de la méthode

Le CSTB vous accompagne sur une opération pilote

ETAT DES LIEUX DU BATIMENT + CADRAGE DES PRIORITES

Accompagnement sur la phase d'évaluation du bâtiment existant

Mise à disposition de l'outil Excel

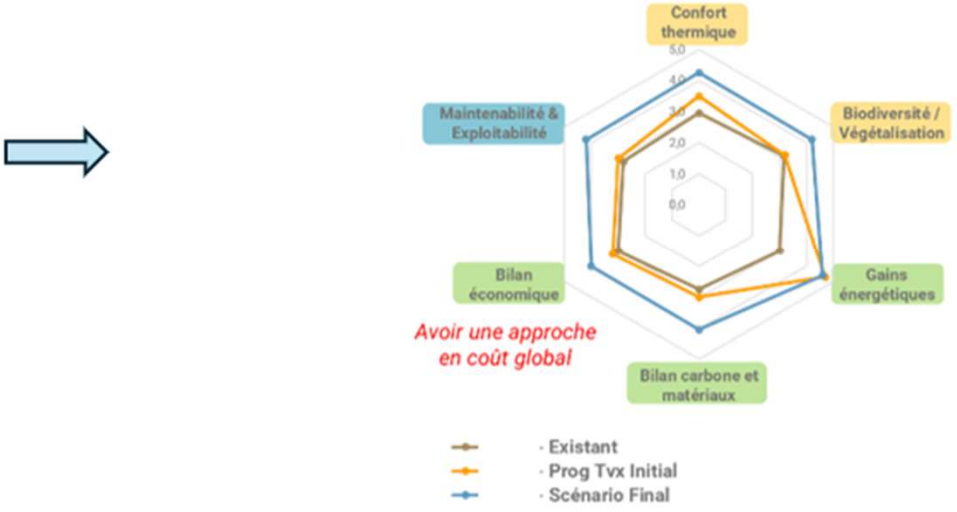
ETAT DES LIEUX + SCENARIOS DE TRAVAUX

Ci-dessus + test des scénarios de rénovation + accès à RENOPTIM :



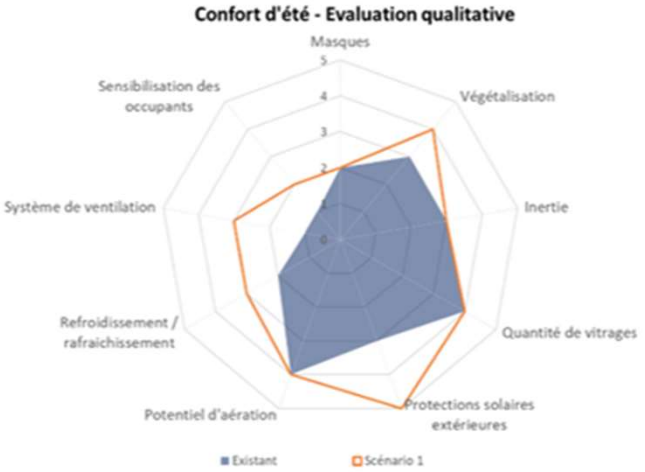
4 Après travaux : même exercice

Sujet			Aide à la notation (pour la notation PERFORMANCE)	Performance, pertinence de la solution mise en œuvre. Laisser vide si non renseigné	État de conservation et pratique des occupants. 1: hors d'usage ou pas utilisé par les occupants 3 : fonctionnel avec légères	Prise en compte des deux notes précédentes (performance et état d'usage)	Observations justifiant la note choisie	Confort thermique	Confort thermique hiver	Biodiversité / Végétalisation	Incendie	Structure
		Objectif MOA						4,0	2,0	3,0	3,0	3,0
		Note finale						1,8	2,0	4,0	4,0	2,8
		Note quantitative (indicateur calculé)						-		4		
		Note qualitative						1,8	2,0		4,0	2,8
	Espaces extérieurs											
		Masques	Bâtiments environnants, végétation...	1		1		1				
		Végétalisation	Indicateur CBSh calculé sur plan de masse	4		4	CBSh=0,53	4		4		
	Structure											
		Fondations / plancher bas	Présence d'un diag structure + évaluation des		3	3						3

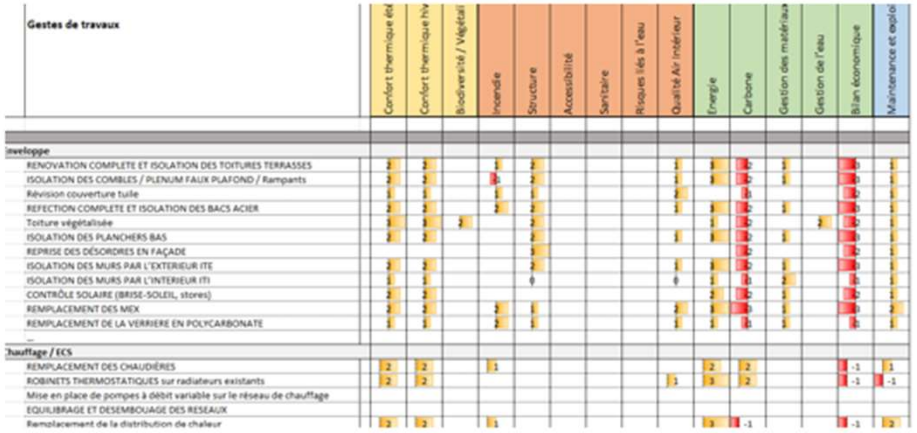


Avoir une approche en coût global

Zoom sur un critère et interaction entre les critères



Zoom sur l'évaluation du confort d'été



Matrice d'interaction – informatif

Le critère « confort d'été » a d'ores et déjà été complété par une dimension « vulnérabilité aux surchauffes ».
En croisant l'évaluation CSTB avec la méthode ABCD du CEREMA.

=> Un diag « flash » en 14 questions pour noter la vulnérabilité du bâtiment sur une échelle de 1 à 4.

Résultat de la méthode : exemple sur un collège



Collège dans le Var

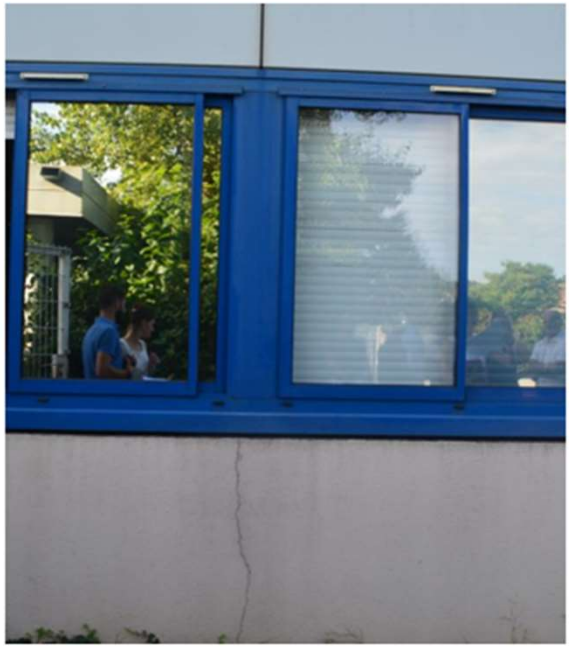
- Intervention en cours de MGP
- 2 offres reçues avec écart de prix et de prestation trop important

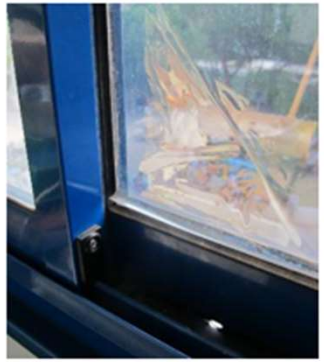
  => **programme technique peu clair**

- **Approche multicritère de la rénovation :**
  - Diagnostic et état des lieux complet
  - Priorités du MOA
  - **Evaluation transverse des gestes et des scénarios de rénovation**

Résultat de la méthode : exemple sur un collège







=> Casquettes inutiles
=> Volets roulants intérieurs /!\
=> Ajout de films solaires

=> 36°C dans la salle de classe début septembre 2021

Résultat de la méthode : exemple sur un collège



Pilotage du projet

- Nécessité de regarder les choses dans le détail, collège par collège
- Approche en coût global
- Gestion du projet : MGP sur 7 collèges bascule vers loi 7 projets en loi MOP indépendants
- Le confort d'été a fait basculer les choix sur certains collèges

Résultat de la méthode : exemple sur un collège

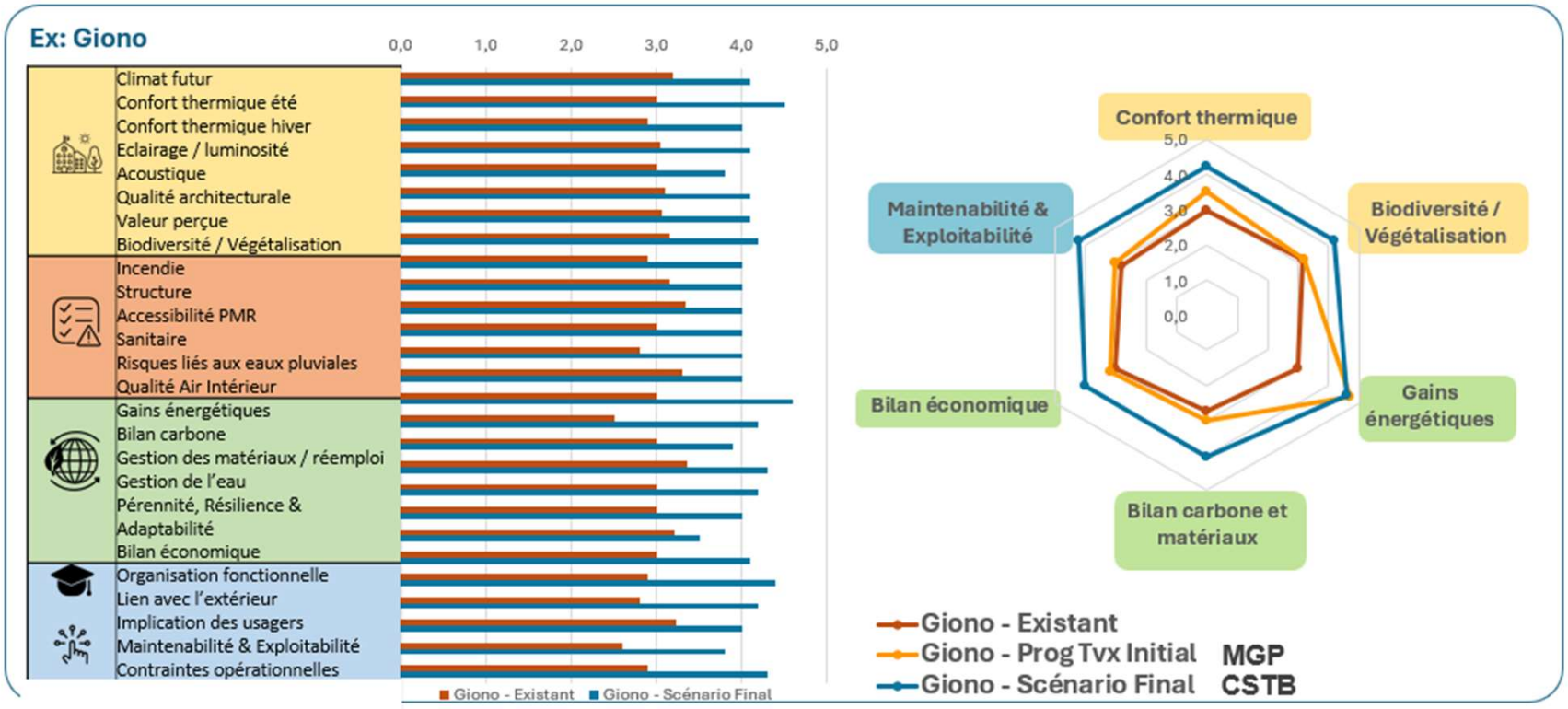


Confort d'été

- Effet thermos, à cause du remplacement des menuiseries ou de l'isolation **sur certains collèges.**
- Confort amélioré surtout grâce à :
  - La ventilation naturelle nocturne
  - L'emploi de brasseurs d'air
  - Les protections solaires bien dimensionnée (casquettes, brise-soleil)
- Mais faire attention à :
  - Sécurité / intrusion
  - Risque incendie (végétation / toile de coco pour ombrage)
  - **Embarquer toutes les parties prenantes !!**

Résultat de la méthode : exemple sur un collège

Focus sur 5 critères principaux



Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Approche multicritère et retours d'expérience

Analyse et éclairage technique complémentaire

Ecole de demain : prise en compte de l'environnement du bâtiment afin de l'adapter à différent usages

Stacy ALOGNA – Cheffe de projet bâtiment « usages et sobriété énergétique » au CEREMA

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



AGIR POUR L'ECOLE DE DEMAIN

Une approche multicritères

Stacy Alogna – Cerema Sud-Ouest
stacy.alogna@cerema.fr

16/10/2026

LE PARC SCOLAIRE FRANCAIS : L'URGENCE D'AGIR

49 000 écoles
50 % du bâti des communes

30 % de l'énergie
1er poste consommateur des communes

Bâti souvent ancien
Parfois vétuste

Enfants = Public fragile
Mais présents quotidiennement

Canicules plus fréquentes
Et de plus en plus tôt

Bâtiments inadaptés
(verrières, cours bituminées, murs non isolés…)

LE GUIDE CEREMA « ECOLES DE DEMAIN »



Panorama sur l'évolution des pratiques et des usages à l'intérieur des bâtiments scolaires et dans leur environnement.

Objectif : réinventer l'école en l'adaptant aux changements actuels et à venir

7 LEVIERS ÉTUDIÉS

[Sans titre]

Partie 1

Imaginer et faire vivre l'école : un processus collaboratif

Partie 2

Une école adaptée aux enjeux environnementaux

Partie 3

L'épanouissement de tous les élèves, un dessein central

Partie 4

Les cantines scolaires au menu de l'action

Partie 5

Permettre l'évolution des usages

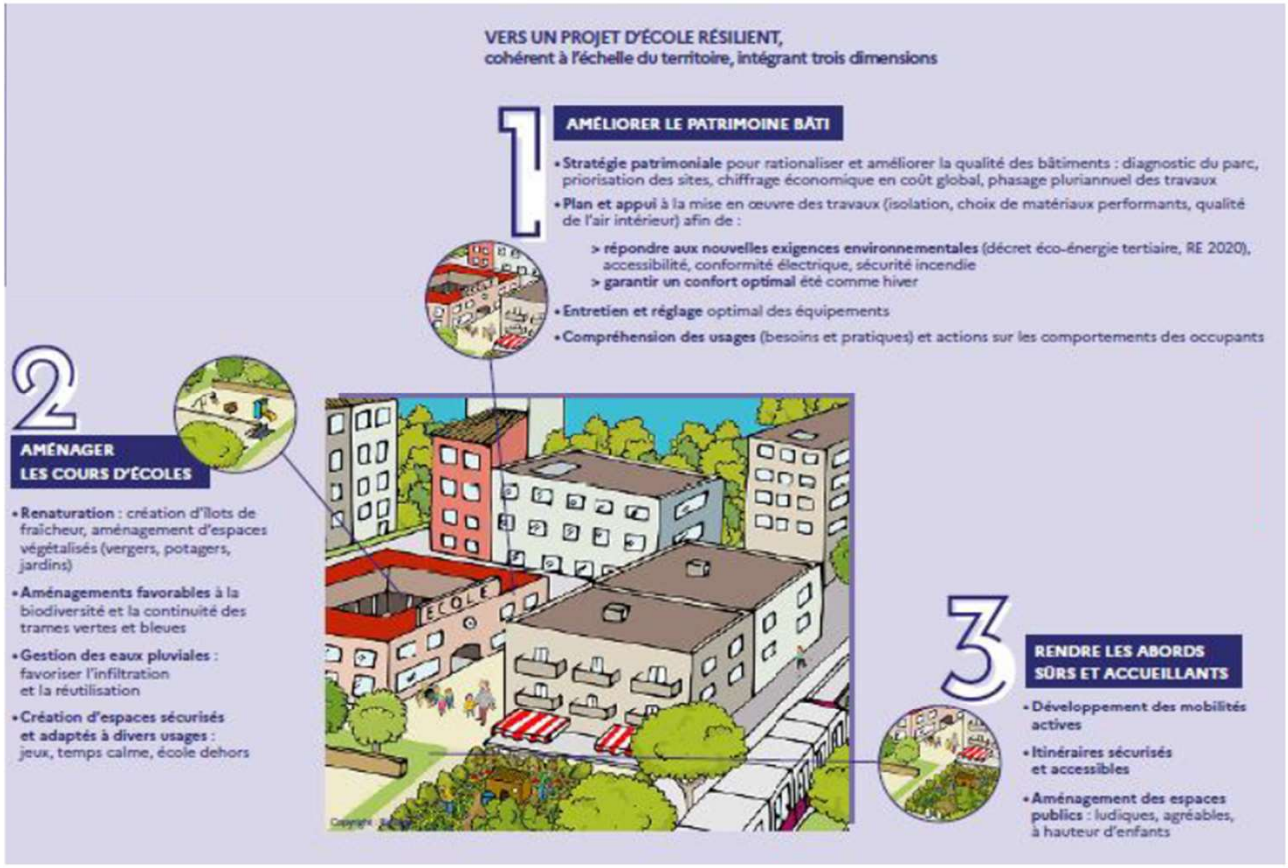
Partie 6

La cour d'école : une place centrale

Partie 7

Ouvrir l'école sur la ville et la ville aux enfants

PASSAGE A L'ACTION : l'OFFRE DE SERVICE ECOLES DE DEMAIN



APPROCHE TRANSVERSALE MULTICRITÈRES

3

RENDRE LES ABORDS SÛRS ET ACCUEILLANTS



- **Développement des mobilités actives**
- **Itinéraires sécurisés et accessibles**
- **Aménagement des espaces publics** : ludiques, agréables, à hauteur d'enfants

Comment sécuriser les espaces extérieurs (cours et abords) ?
Les adapter à la diversité des usages ?

APPROCHE TRANSVERSALE MULTICRITERES

Quelles solutions pour rafraîchir l'école, favoriser la biodiversité et sensibiliser les plus jeunes ?

2 AMÉNAGER LES COURS D'ÉCOLES



- **Renaturation** : création d'îlots de fraîcheur, aménagement d'espaces végétalisés (vergers, potagers, jardins)
- **Aménagements favorables** à la biodiversité et la continuité des trames vertes et bleues
- **Gestion des eaux pluviales** : favoriser l'infiltration et la réutilisation
- **Création d'espaces sécurisés et adaptés à divers usages** : jeux, temps calme, école dehors

APPROCHE TRANSVERSALE MULTICRITERES

Comment optimiser la performance énergétique des bâtiments et réaliser des économies ?

1 AMÉLIORER LE PATRIMOINE BÂTI



- **Stratégie patrimoniale** pour rationaliser et améliorer la qualité des bâtiments : diagnostic du parc, priorisation des sites, chiffrage économique en coût global, phasage pluriannuel des travaux
- **Plan et appui** à la mise en œuvre des travaux (isolation, choix de matériaux performants, qualité de l'air intérieur) afin de :
  - > **répondre aux nouvelles exigences environnementales** (décret éco-énergie tertiaire, RE 2020), accessibilité, conformité électrique, sécurité incendie
  - > **garantir un confort optimal** été comme hiver
- **Entretien et réglage** optimal des équipements
- **Compréhension des usages** (besoins et pratiques) et actions sur les comportements des occupants

[Sans titre]

ZOOM SUR LES USAGES

NOS PROGRAMMES CUBE.S ET ACTEE CUBE ECOLE

Depuis 2018, en partenariat avec l''Institut Français pour la performance du bâtiment (IFPEB),

le Cerema déploie des challenges dédiés aux économies d'énergie dans les bâtiments scolaires à destination

- des collèges et lycées avec CUBE.S Climat, Usages, Bâtiments Enseignement Scolaire
- des écoles avec ACTEE CUBE.Ecoles.

Soutenus par les Ministères de l'Education Nationale et de la Transition Écologique, ces challenges fédèrent les parties prenantes autour d'actions permettant de réaliser des économies d'énergie rapidement et sans lourds investissement.

12% d'économies sur un an, en moyenne, grâce à CubeS

CUBE Ecoles

CUBE S

CUBE Ville

LE GUIDE CEREMA DU CONFORT D'ÉTÉ DANS LES ECOLES



Produit conçu avec le système de management de la qualité certifié AFAQ ISO 9001

Panorama des solutions à court et moyen termes pour rafraîchir l'école, si possible sans climatiser

- Protéger & dissiper bâti & équipements)
- Aménager la cour (solutions fondées sur la nature)
- Activer les usages et les mesures d'urgence

Objectif : diagnostiquer et prioriser face à l'urgence climatique

LA DECLINAISON EN OFFRE DE SERVICE LOCALE

1. Diagnostiquer la surchauffe pour définir une stratégie d'action

2. Définir une stratégie et mettre en place des actions à court et moyen termes

Et bien sûr, agir auprès des occupants !

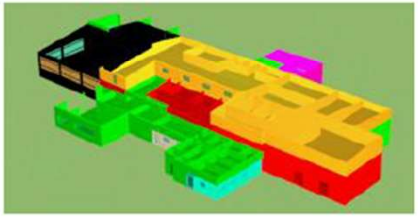
VOLET BATIMENT
+
VOLET COUR D'ECOLE

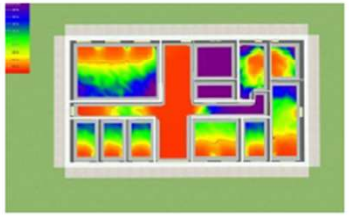
MÉTHODOLOGIE

Diagnostiquer la surchauffe pour définir une stratégie d'action

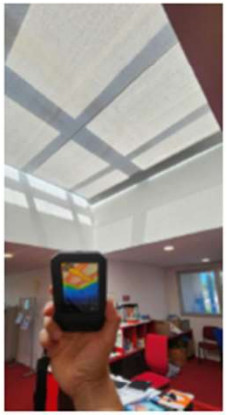
- **À l'échelle d'un parc immobilier scolaire : connaître la vulnérabilité à la chaleur pour prioriser les investissements**

- **À l'échelle d'un bâtiment : choisir des méthodes de diagnostic adaptées à l'intention**
  - → La visite terrain : indispensable pour tout diagnostic
  - → Mêler instrumentation technique et retour des occupants
  - → Une simulation thermique dynamique pour les projets ambitieux







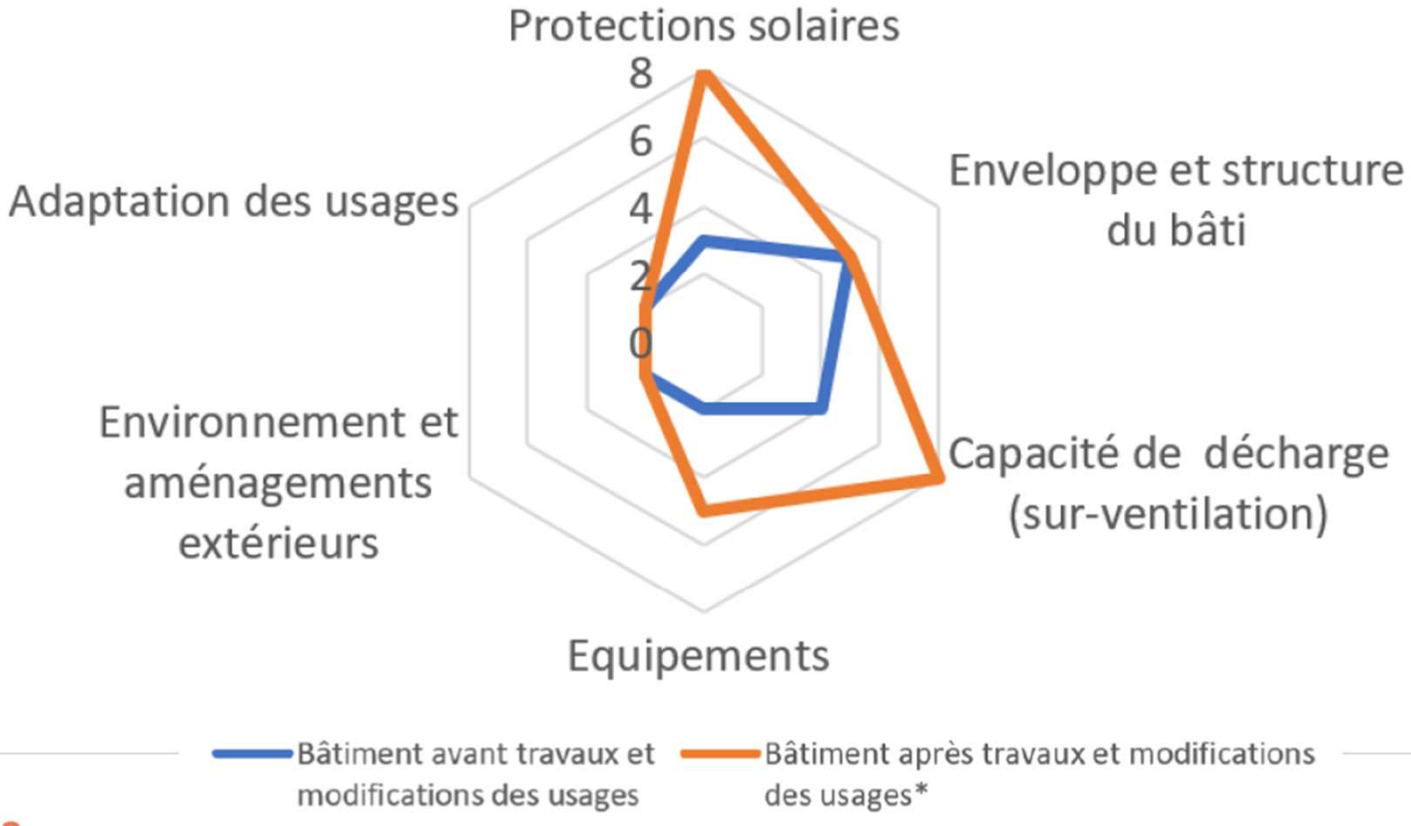




MÉTHODOLOGIE

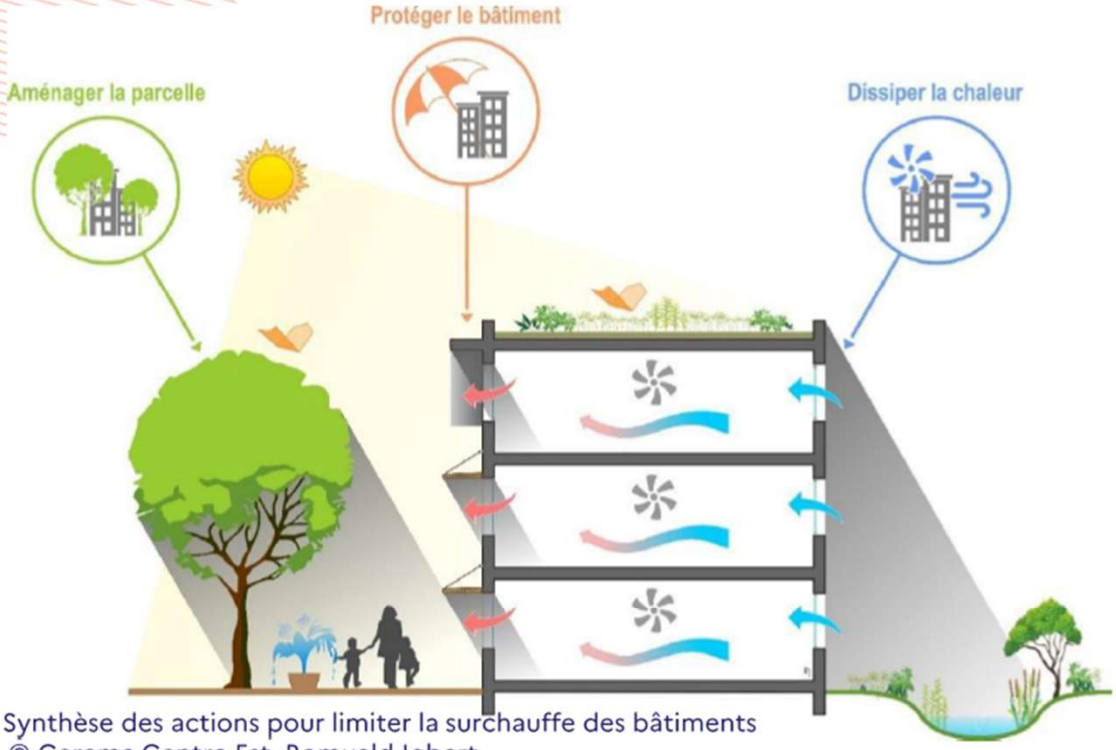
L'outil « toile d'araignée du confort d'été » du Cerema

L'objectif : déterminer le potentiel de chacun de ces six axes d'action en attribuant une note de 1 à 8 :



MÉTHODOLOGIE

Définir une stratégie et mettre en place des actions à court et moyen termes



Synthèse des actions pour limiter la surchauffe des bâtiments
© Cerema Centre-Est, Romuald Jobert





Cour d'école réaménagée à Chasse-sur-Rhône (38) © Cerema

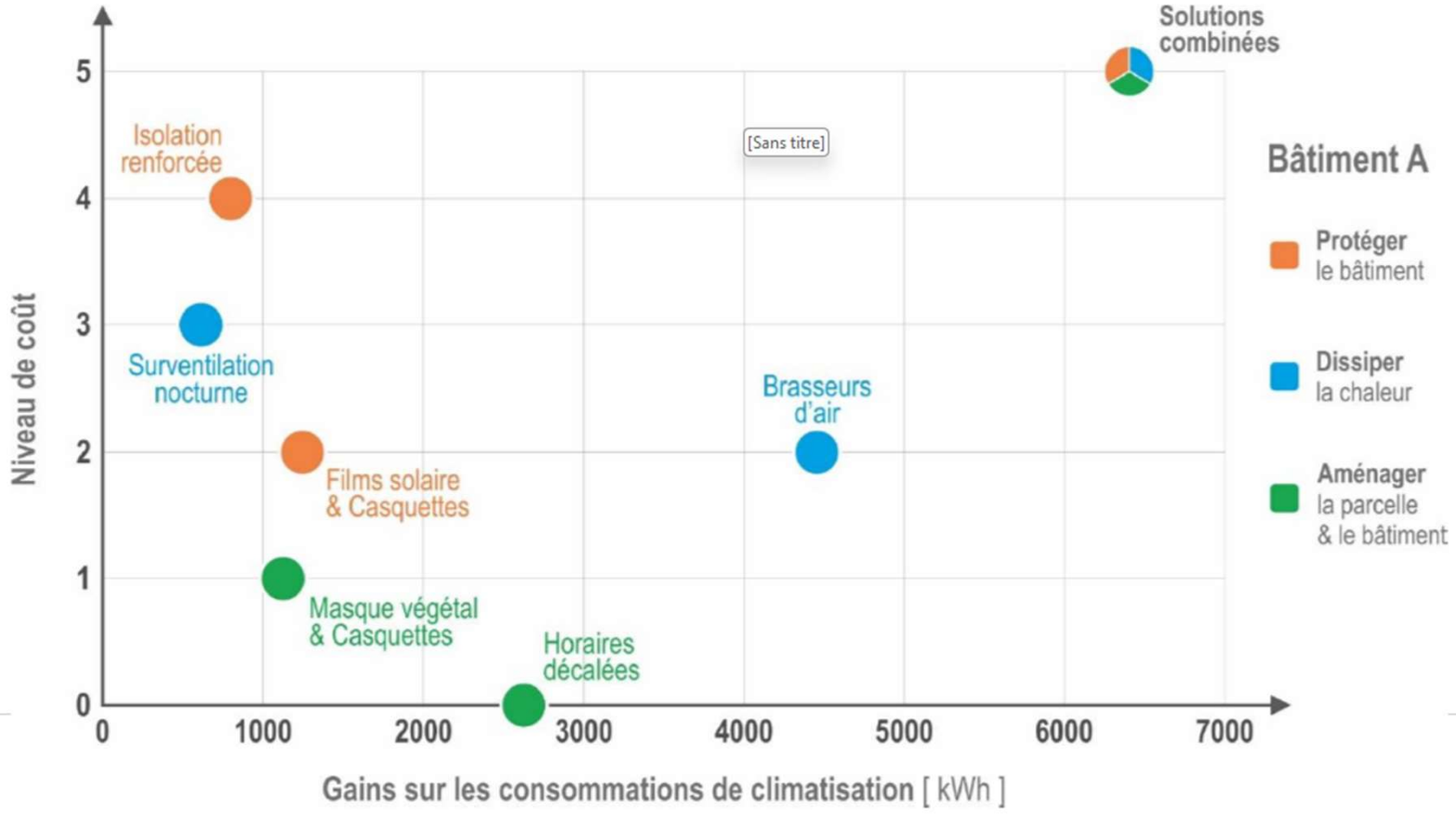
MÉTHODOLOGIE

Définir une stratégie et mettre en place des actions à court et moyen termes

- **Mettre en place des stratégies d'intervention basées sur les principes du bioclimatisme**
  - → Agir en urgence : avec quelles actions ?
- **Aménager les extérieurs des écoles en privilégiant les solutions d'adaptation fondées sur la nature**
  - → Désimperméabiliser les cours d'école
  - → Intégrer l'eau de pluie dans la cour
  - → Végétaliser les façades, la cour et les abords d'école
  - → Installer des voiles d'ombrage
- **Diminuer les apports de chaleur**
  - → Protéger le bâtiment du rayonnement solaire
  - → Maîtriser les apports internes

MÉTHODOLOGIE

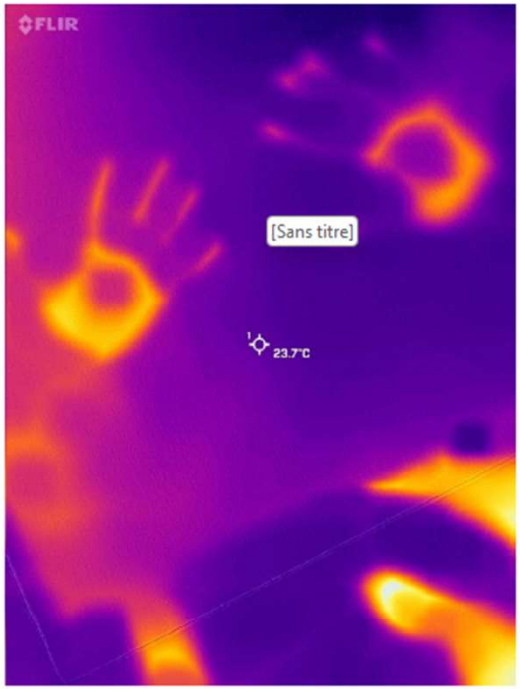
Définir une stratégie et mettre en place des actions à court et moyen termes



MÉTHODOLOGIE

Accompagner les occupants







Merci pour votre attention

TOUTES NOS ACTUALITÉS, SOLUTIONS, ACTIVITÉS ET SERVICES

cerema.fr

NOS RESSOURCES DOCUMENTAIRES

doc.cerema.fr

NOS ÉVÈNEMENTS, CONFÉRENCES ET WÉBINAIRES

cerema.fr/evenements

NOS FORMATIONS CERTIFIÉES

cerema.fr/formation

NOTRE OFFRE AUX COLLECTIVITÉS TERRITORIALES : REJOIGNEZ-NOUS !

cerema.fr/collectivites-territoriales

NOUS CONTACTER

cerema.fr/contact

@cerema

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Confort estival et phénomènes de surchauffe sur les établissements

Caroline BOUTELOUP – Responsable de la division rénovation à la direction Energie Environnement du CSTB

CSTB
le futur en construction

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Bâtiments scolaires

Intervention SIPHEM
Octobre 2026



Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

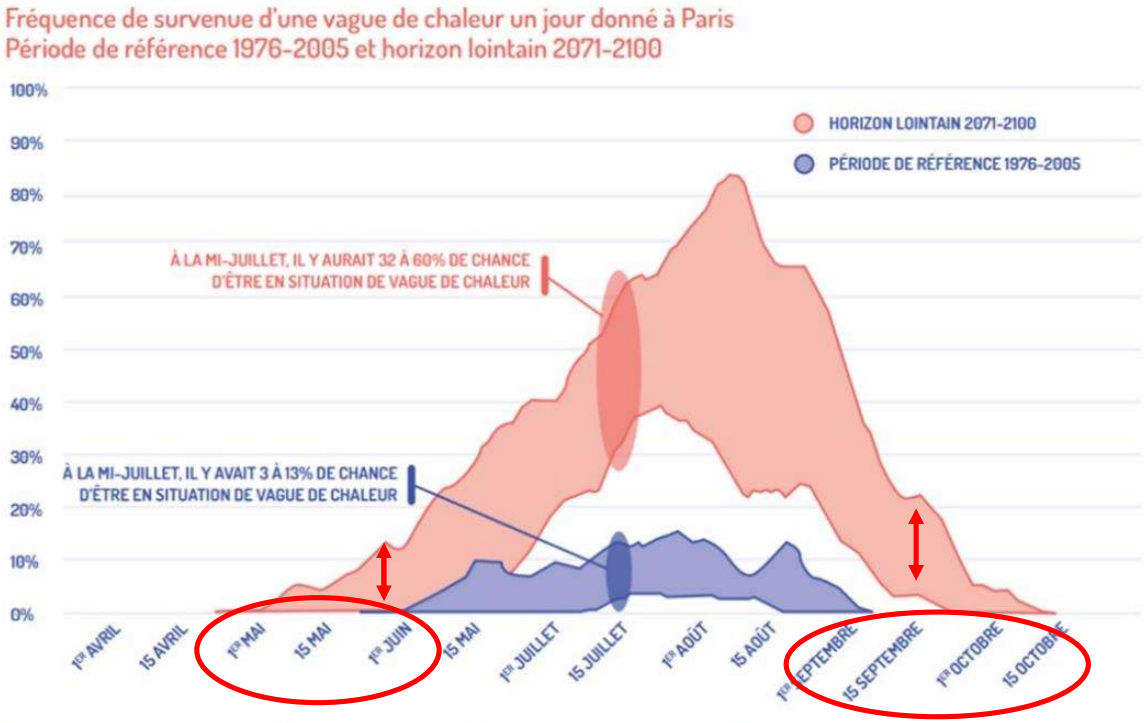
SOMMAIRE

- **RAPPELS SCIENTIFIQUES**
  - Modification du climat
  - Transferts de chaleur et notion de confort
- **CHAMP NORMATIF** sur la température à maintenir dans les locaux
- **SPÉCIFICITÉS DES ÉCOLES**
  - Rôle de l'école
  - Antagonismes fonctionnels à traiter
  - Solutions techniques et points de vigilance
- **MÉTHODOLOGIE POUR TRAITER LE SUJET**



Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Modification du climat et occurrence des canicules



Fréquence de survenue d'une vague de chaleur un jour donné à Paris. AGENCE PARISIENNE DU CLIMAT, MÉTÉO-FRANCE https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2022/06/24/en-trois-graphiques-une-vague-de-chaleur-de-juin-2022-intense-tres-precoce-et-amenee-a-se-repeter_6131905_4355770.html

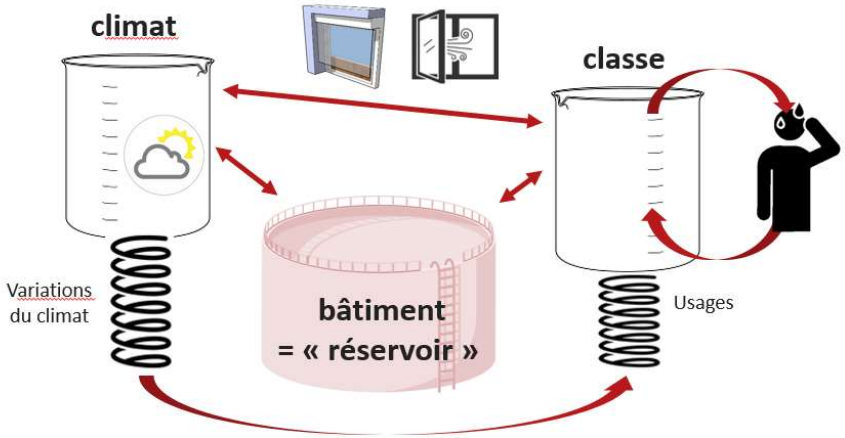
Des canicules qui pourraient se manifester de façon plus régulière, **sur la période scolaire en juin et septembre.**

- 20% de chance d'occurrence en juin (contre 5% adj)
- 15% de chance d'occurrence en septembre (contre 0% adj)

CSTB le futur en construction

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

- Transferts de chaleur dans un bâtiment



Se protéger de la chaleur

Limiter les apports et émissions internes

Stocker dans le bâtiment

Évacuer de la salle de classe

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Echanges thermiques entre le corps et l'ambiance

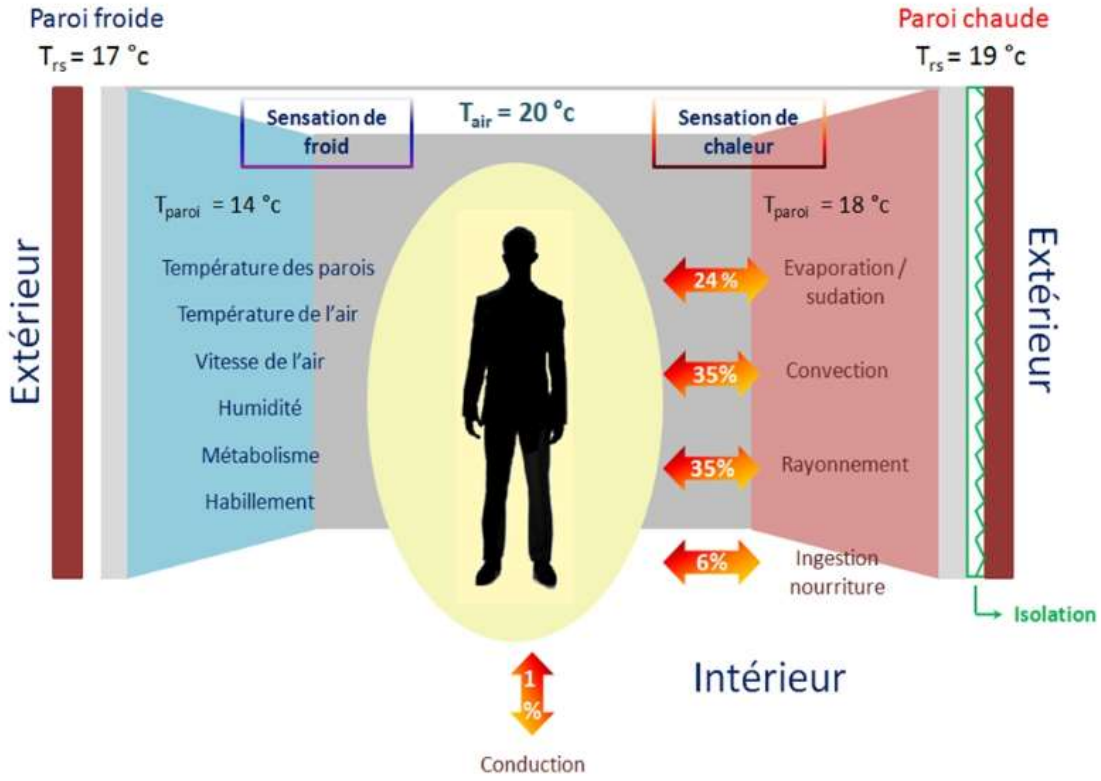
Les paramètres de l'ambiance :

La T° d'air

La T° des parois

L'humidité

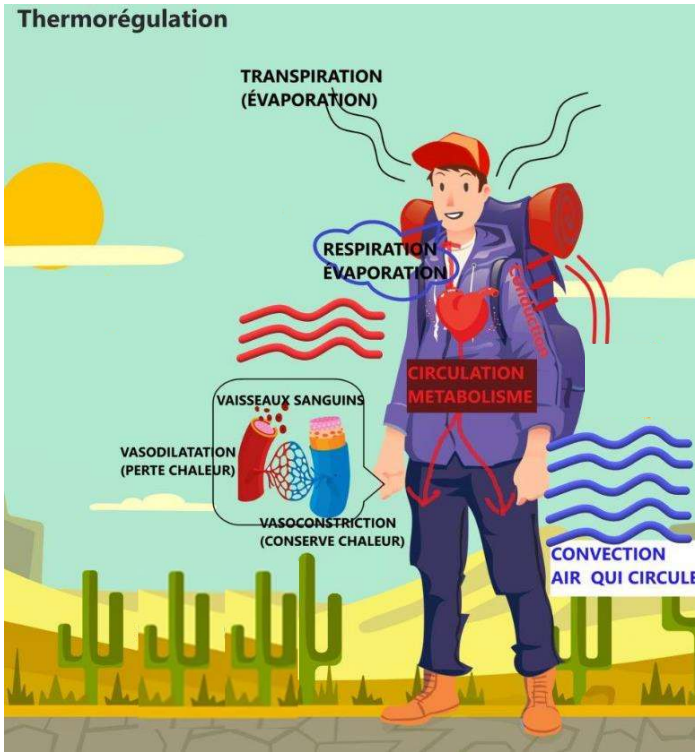
La vitesse d'air



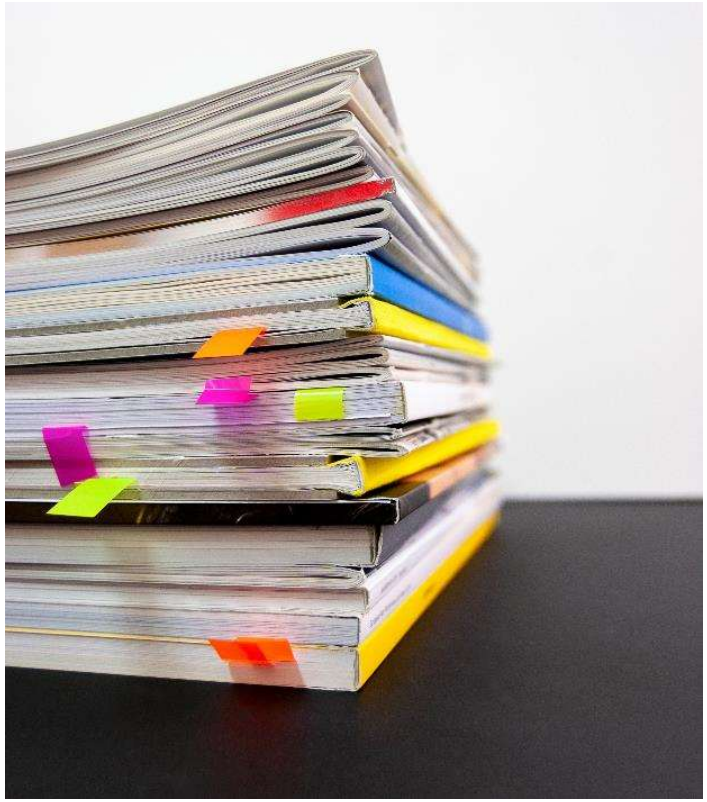
Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Mécanismes pour évacuer la chaleur

- Modification du flux sanguin
- La respiration
- La perspiration
- La transpiration



Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs



• Champ normatif et réglementaire

- ❑ RSDT circulaire de 78 (s'applique par défaut)
- ❑ Education Nationale
- ❑ Ensemble de normes d'ergonomie au travail
- ❑ PPMS : Plan Particulier de Mise en Sûreté
- ❑ RE2020 = calcul des Degrés Heures sur la canicule de 2003
- ❑ RT-ex = calcul de la Tic uniquement, sur un fichier météo standard

⇒ **Travaux du CSTB en cours :**
⇒ **moteur de calcul COLIBRI pour la future RE2030**
⇒ **indicateur confort d'été dans le DPE**

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Observatoire national de la Sécurité et de l'Accessibilité des établissements d'enseignement

Premier et second degrés

Mise à jour : 10 juillet 2019

Risques particuliers

Les ambiances thermiques dans les locaux

Il n'existe pas de seuil règlementaire de température maximale ou minimale entraînant l'obligation d'interrompre une activité scolaire ou de fermer un établissement scolaire, quel que soit son type (maternelle, élémentaire, collège, lycée...).

Les problèmes liés aux ambiances thermiques, qu'il s'agisse de températures trop basses ou trop élevées, peuvent concerner les élèves comme les personnels. Ils sont susceptibles de porter atteinte à leurs conditions de vie et de travail et d'avoir des conséquences à court ou à long terme sur leur santé.

Lors de la construction ou la rénovation, il est préconisé de tenir compte de l'amplitude des températures moyennes généraleset des évolutions climatiques prévisibles.

LE COIN DE LA RÈGLEMENTATION

- Code du travail, articles R. 4213-7 à 9 et R. 4223-13 à 15
- Décret n° 87-809 du 1er octobre 1987
- Décret n° 92-333 du 31 mars 1992
- Décret n°2015-1823 du 30 décembre 2015
- Code de l'énergie, articles R.241-25 à 29
- Arrêté du 25 juillet 1977

LIENS VERS LES DOCUMENTS UTILES

- Fiches Prévention "Le registre santé et sécurité au travail (RSST)" et "Le registre spécial de signalement de danger grave et imminent (RDGI)" - ONS
- Le référentiel du directeur d'école - académie de Clermont Ferrand
- Conception des lieux et des situations de travail - INRS

=> Rien de très précis

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

- **Normes d'ergonomie : méconnues et peu appliquées**

- ❑ CEN TC 122 (ISO TC 159) : comité technique du CEN (Comité Européen de Normalisation) consacré à l'ergonomie
- ❑ NF EN ISO 11399 : Ergonomie des ambiances thermiques - principes et application des normes pertinentes (voir §4.5)
- ❑ Norme NBN EN 15251:2007 : Critères d'ambiance intérieure
- ❑ ISO 7730 : Ergonomie des ambiances thermiques -> ambiances modérées traitée par le PMV et le PPD
  - ❑ Eté: 24,5 +/- 2,5 °C
  - ❑ Hiver: 22,0 +/- 3,0 °C
- ❑ Norme NF EN ISO 15265 : définit la stratégie d'évaluation des risques pour la prévention de la contrainte thermique ou de l'inconfort dans les ambiances de travail -> regarder §4 étape 1 « observation » dans le mode opératoire
  - ❑ **Le seuil de 32 °C apparait pour déclencher « l'observation »**
- ❑ Mesures : norme 7726 (mais intrusive en termes d'équipement)

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

- Notion de risque sanitaire

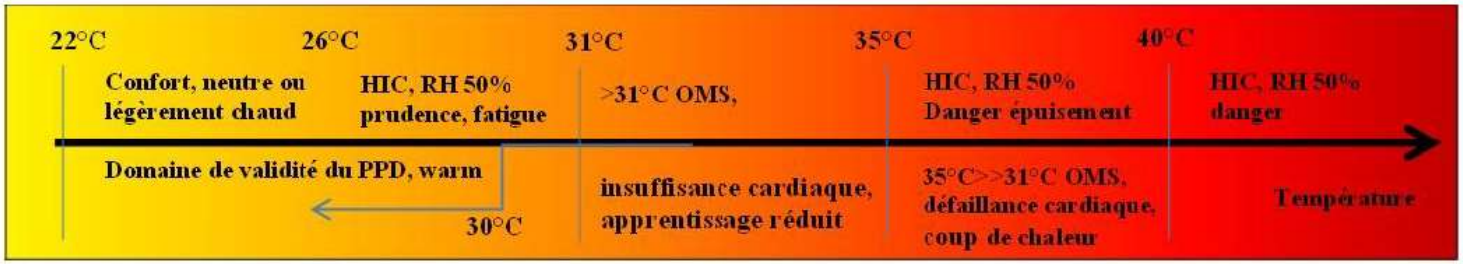


Figure 1 : Flèche du continuum du confort thermique au risque sanitaire dû à l'exposition à la chaleur

PPD : pourcentage de personnes insatisfaites selon la norme NF EN ISO 7730, RH humidité relative en %, HIC : Heat Index Chart donne le niveau de désordre physiologique en fonction de l'humidité relative et une température pour une activité considérée au repos ici

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles



- Enjeux essentiels et fortes contraintes

❑ Les enfants sont «un public sensible» face à la surchauffe

❑ Les vagues de chaleur apparaissent de plus en plus tôt et tard dans l'année.

❑ Les écoles sont très exposées à la chaleur (vétustes, mal conçues, mal entretenues, etc.)

❑ Antagonismes fonctionnels à traiter

❑ Collectivités aux moyens limités -> Solutions techniques et points de vigilance



Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles

Rôle de l'école et objectifs de température

Définir le confort en regard de l'activité

-> Finalité de l'école = capacité d'apprentissage optimales

confort

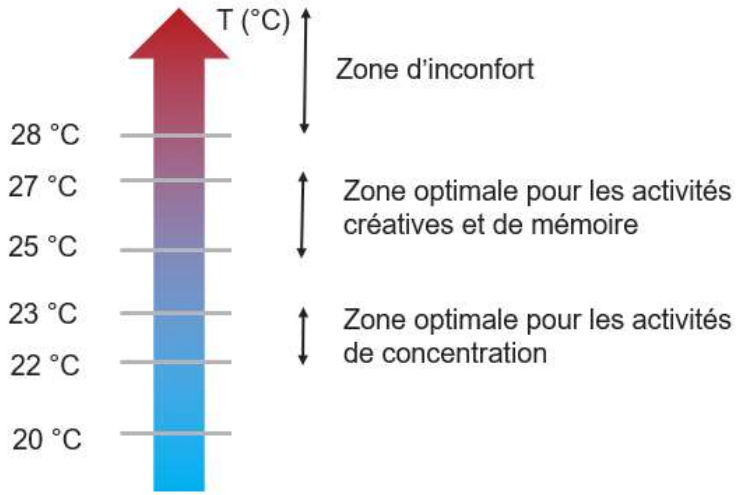
risque sanitaire

Selon (Wargocki et al.) et (Kim et de Dear), la température de confort idéal pour les enfants, dans les écoles, semble se situer de 2 à 3°C en-dessous de celle déterminée pour les adultes, suivant le modèle adaptatif décrit dans la norme (ASHRAE-55).

En fonction des études, cette température de confort optimale varie entre 21°C et 23°C.

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles



Revue de la littérature

=> Adapter l'emploi du temps à la température ?

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles : gestion de crise

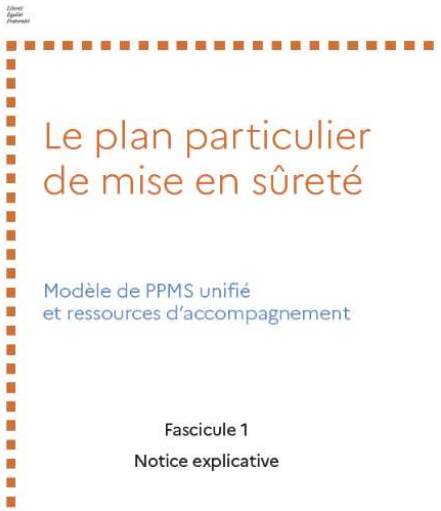


Table des matières

PARTIE 1 - DESCRIPTION DE L'ÉCOLE OU DE L'ÉTABLISSEMENT 3
- Fiche - Identification de l'école ou de l'établissement 3
- Fiche - Plans de l'école ou de l'établissement 7
- Fiche - Identification des zones de mise en sûreté 9

PARTIE 2 - CONDUITES À TENIR ET RÉFLEXES FACE AUX MENACES ET RISQUES MAJEURS 10
- Fiche - Identification des menaces et des risques majeurs propres à l'école ou à l'établissement et conduites à tenir 10
- Fiche - Répartition des missions 13
- Fiche - Procédure de déclenchement des alarmes et alerte des secours 14
- Fiche - Missions du responsable de zone de mise en sûreté 15
- Fiche - Recensement des personnes présentes 16

ANNEXES - DOCUMENTS INTERNES À L'ÉCOLE OU À L'ÉTABLISSEMENT 17
- Fiche - Annuaire de crise 17
- Fiche - Liste des personnes nécessitant une attention particulière 18

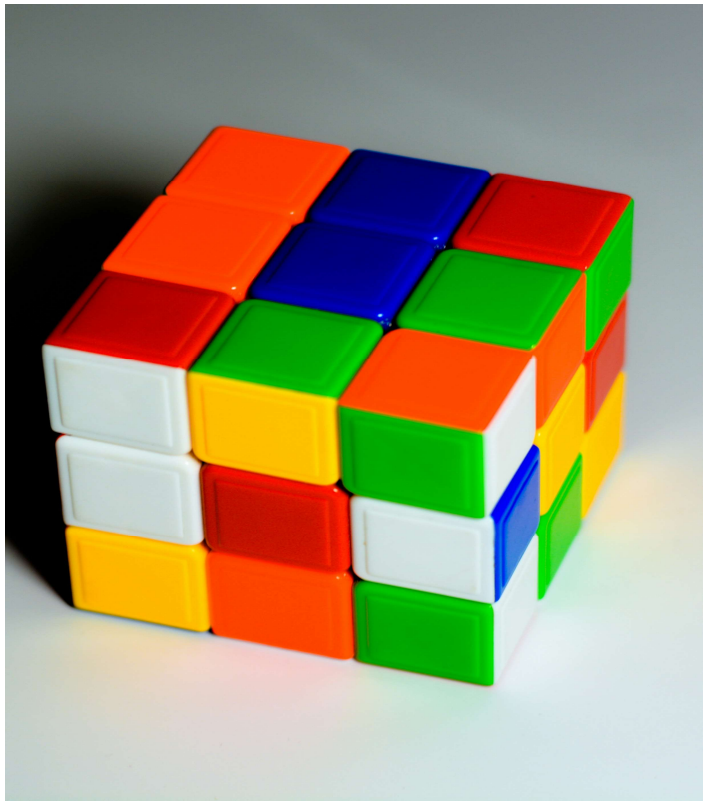
- Caractère soudain d'un évènement
- Alerte attentat ou pollution => confinement
- **Exposition à la chaleur ?**
- **Décaler les horaires ?**
- **Climatisations mobiles, zones refuges ?**

=> Canicules à anticiper



Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles : choix des solutions techniques

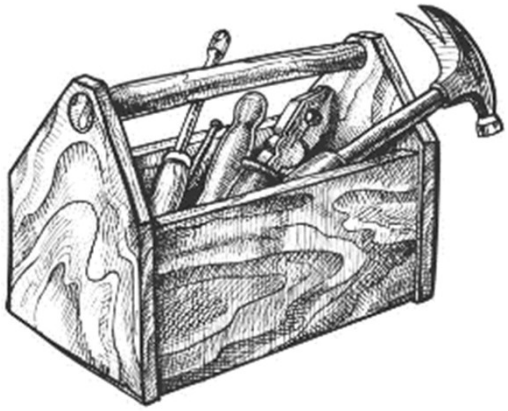


Des antagonismes à traiter

- Accès à la lumière naturelle VS protection solaire
- Renouvellement d'air hygiénique VS faire rentrer de l'air chaud
- Stocker la chaleur VS acoustique
- Surfaces effusives (= béton, carrelage, …) VS surface absorbantes
- Ventilation naturelle nocturne VS sécurité
- Ouverture des fenêtres VS bruit
- Brassage de l'air VS feuilles volantes
- Climatisation VS sobriété énergétique

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles : choix des solutions techniques



Des solutions techniques qui fonctionnent

- Protections solaires
- Lumière naturelle et acoustique
- Ombrage et Végétalisation
- Ouvrants de ventilation naturelle nocturne
- Brasseurs d’air

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles : choix des solutions techniques



Crédit photo : @Alex Bonnemaison

Projet RACINE – ACTEE

RACINE : *Recherche sur l'Adaptation aux Canicules à l'Intérieur de Nos Écoles*.

Phase de diagnostic en 2025

Travail en 2026 sur :

- Les protections solaires
- La ventilation nocturne
- La mise en place de brasseurs d'air
- Et leur bonne mise en œuvre !

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

ADAPT BÂTI CONFORT | CEE Les certificats D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE | GOUVERNEMENT Liberté Égalité Fraternité | ÉLECTRIFIONS LA FRANCE !

Accompagner 50 bâtiments du Sud de la France

Confrontés à une surchauffe estivale avérée (dont 19 établissements scolaires et structures d'accueil de la petite enfance)

Financement partiel des travaux (hors CEE)

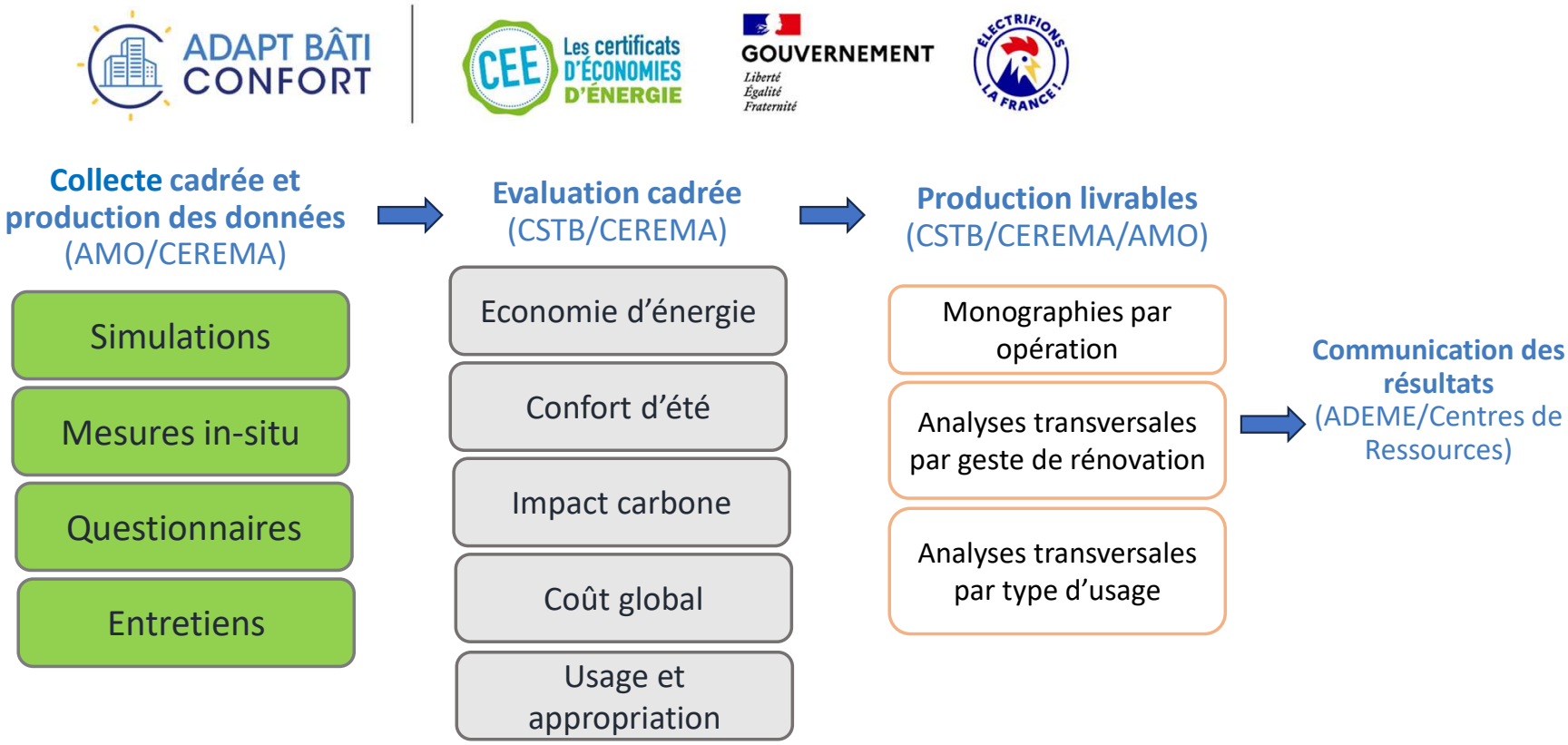
+ Accompagnement gratuit par une assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO).

Suivre et évaluer les solutions mises en œuvre selon plusieurs critères (performances de l'enveloppe et des systèmes, confort d'été, coût global, impact environnemental et appropriation par les occupants).

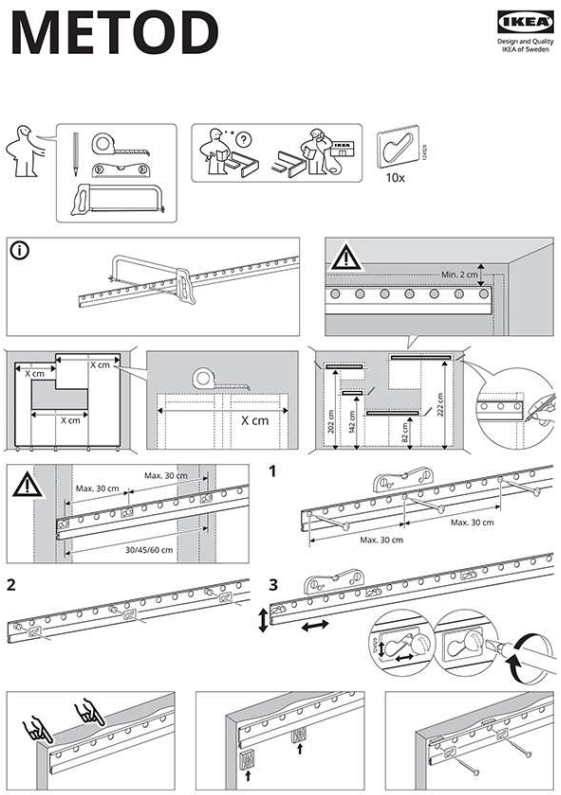
Capitaliser et diffuser les enseignements du projet à travers des retours d'expérience concrets, avec l'appui de 4 centres de ressources du réseau Bâtiment Durable, pour sensibiliser et former 500 collectivités et plus de 3 000 professionnels de la construction et prescripteurs à l'adaptation durable du patrimoine bâti.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Liberté Égalité Fraternité | ADEME Agence de la transition écologique | Cerema Climat & territoires de demain | CSTB le futur en construction | AQC Agence qualité construction | envirobât Occitanie | cdéys Cluster construction et aménagement durables | ville aménagement durable | envirobatbdm

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs



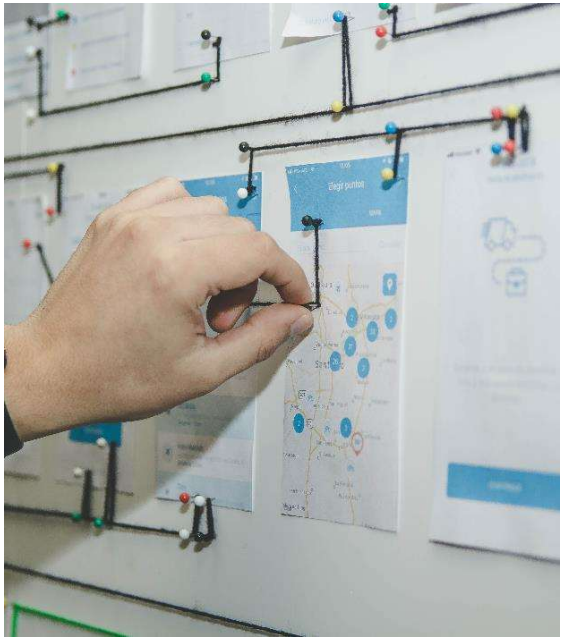
Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs



Points de vigilance

- Entretien, maintenance, nettoyage
- Gestion au quotidien
- L'humidité (beaucoup de personnes) => éviter la condensation sur les parois froides
- **Si recours à la climatisation : quels espaces ? Quels systèmes ?**

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs



Méthode à suivre

Contexte / objectif / solutions / limites d'application

- Objectif : 32°C (OMS) / 28°C (HQE) / 24°C (capacité cognitive)
- Fichiers météo prospectifs disponibles (TRACC) mais pas de canicule en juin, **à défaut : canicule de 2026**
- Evaluer la vulnérabilité du bâtiment, et son exposition
- **Tester des solutions techniques réalistes !**

=> Travaux du CSTB en cours, avec ACTEE et EduRénov

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

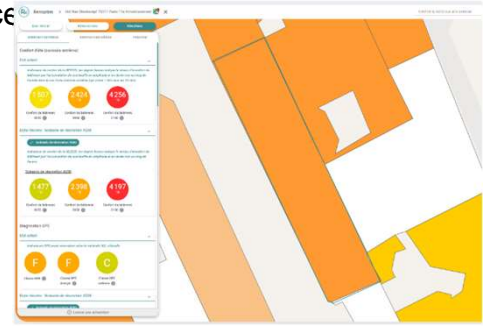
Méthode et outils proposés par le CSTB

Méthode multicritère

- Focus possible sur la vulnérabilité aux surchauffes
- **Diag flash « surchauffes » en 14 questions**
- Etude de scénarios de rénovation, dans une approche globale.
- **Arbitrage besoin de clim**

RENOPTIM

- Outil de simulation énergétique dynamique (SED ou STD), rapide avec pré-saisie automatique des hypothèses grâce à la Base de Données Nationale des Bâtiments.
- Etat existant + scénarios de travaux
- Energie / surchauffes / carbone / coûts travaux
- Sous lice

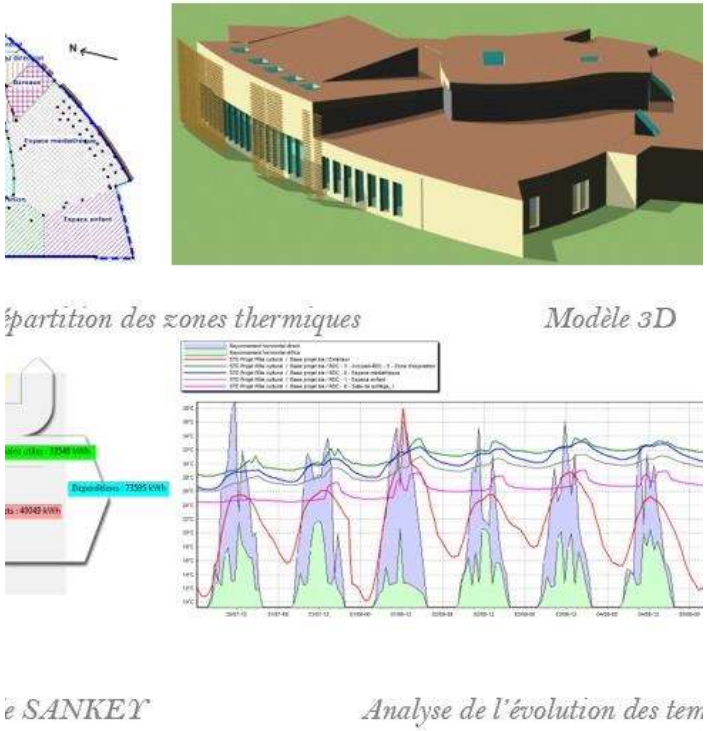


ISB écoles

- Indicateur de surchauffes des bâtiments
- En construction
- ISB logements déjà disponible sur GO RENOVE

Go Rénove (Go-Rénove) - Analyse des données bâtiments et pilotage de la rénovation par bâtiment, territoire et parc.

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs



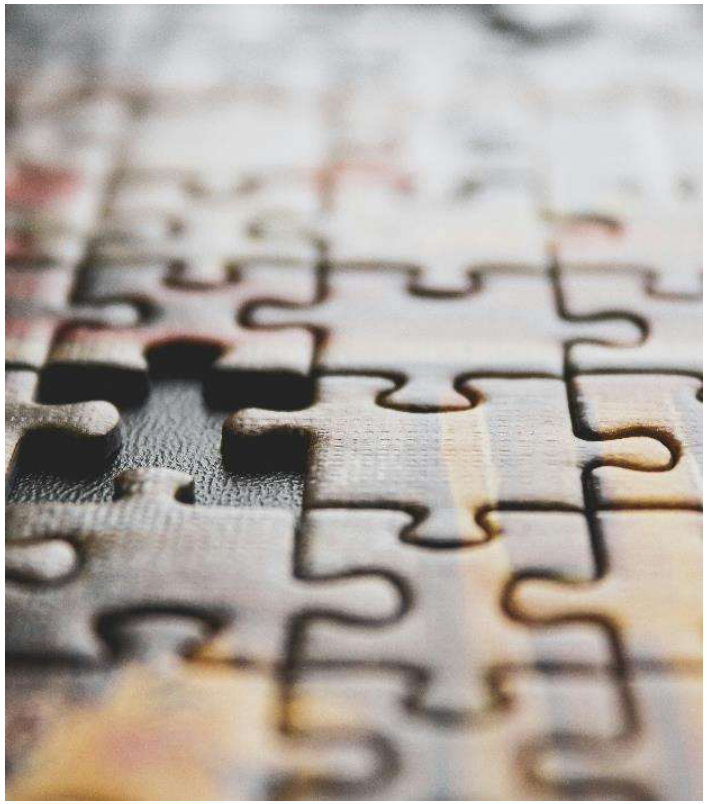
Du bon usage de la STD

Vérifier les hypothèses !

- Ouverture réaliste des fenêtres
  - Passage de l'air en cas de stores
  - Planning d'ouverture réaliste (pas dépendant de la T°C)
- Occupation réaliste (nombre de personnes, planning)
- Prise en compte de la météo future et de l'effet d'ilot de chaleur (+2°C)
- Prise en compte de l'inertie à vérifier

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Spécificités des écoles : choix des solutions techniques



Analogie du puzzle

Pas de solutions universelles, pas de techniques disqualifiées, mais comme dans un puzzle l'adaptation d'une pièce dépend des pièces qui l'entoure.

Il vaut mieux avoir des limites de fonctionnement claires qu'être très précis dans les indicateurs et les calculs.

=> Rôle important de la MOA

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Bâtiments scolaires



Merci pour votre attention

Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Confort estival et adaptation aux fortes chaleurs

Solutions passives, leviers d'amélioration et retour d'expérience

Sébastien DURAND - Responsable Patrimoine
Public et énergies renouvelables ALEC

Confort d'été dans les écoles : les solutions passives

Leviers d'amélioration pour les collectivités girondines

Alec
AGENCE LOCALE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT
MÉTROPOLE BORDELAISE ET GIRONDE

BORDEAUX MÉTROPOLE

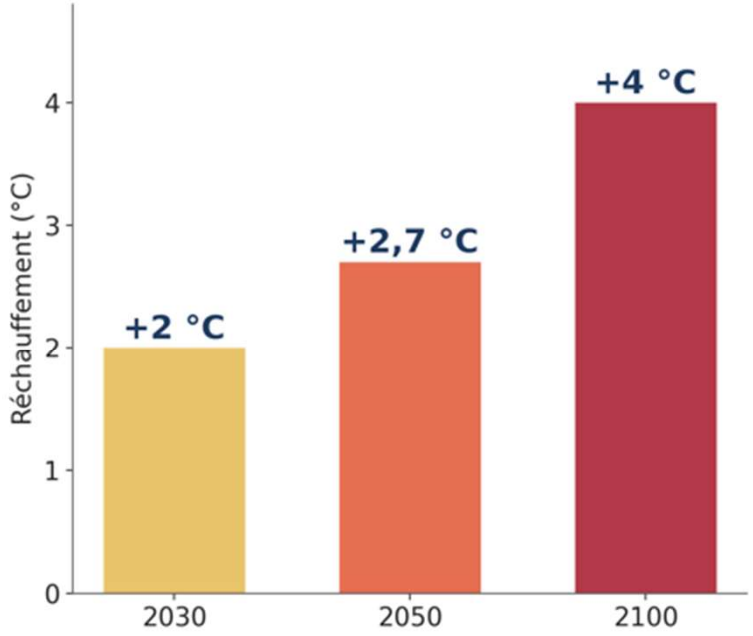
Gironde
LE DÉPARTEMENT

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Un réchauffement qui touche de plein fouet les écoles



27 jours en vague de chaleur à l'été 2025, 2e été le plus touché après 2022 (33 jours)

34 sur 51 des vagues de chaleur observées depuis 1947 se sont produites après l'an 2000

41,6 °C relevés à Bordeaux lors de la vague de chaleur d'août 2025

Les vagues de chaleur sont déjà là, et la tendance s'accentue : les écoles doivent s'adapter.

Sources : Chiffres clés du climat (TRACC). Le portail DRIAS et Info Climat.

Une logique en quatre temps : d'abord éviter la chaleur

Ordre de priorité

1 Limiter les apports

Protections solaires extérieures · avant-toits · pergolas · arbres · toiture claire et isolée · apports internes

2 Évacuer la chaleur

Surventilation nocturne · inertie accessible (dalles et murs apparents)

3 Améliorer le ressenti

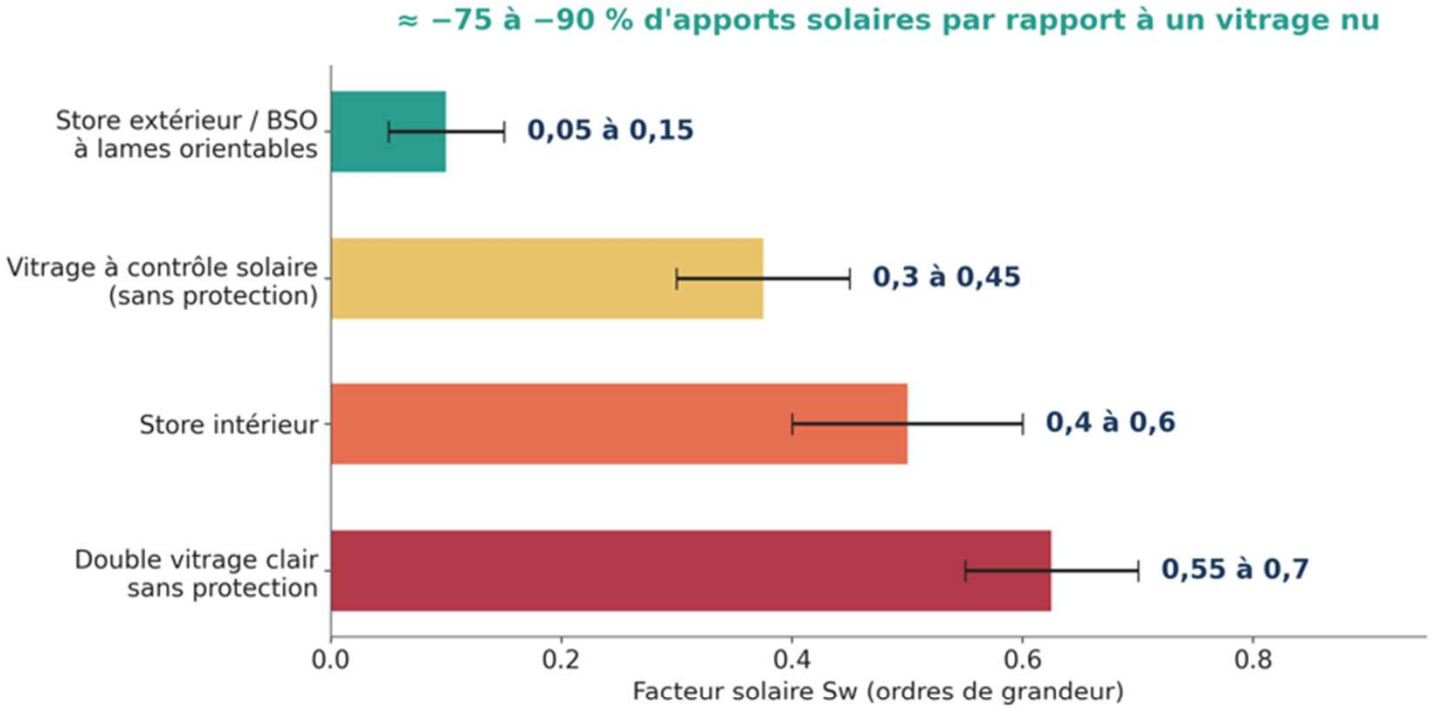
Brasseurs d'air · ombre et cour fraîche

4 En dernier recours

Rafraîchissement actif (climatisation, pompe à chaleur réversible)

Protéger avant de refroidir : les solutions passives couvrent les trois premiers niveaux.

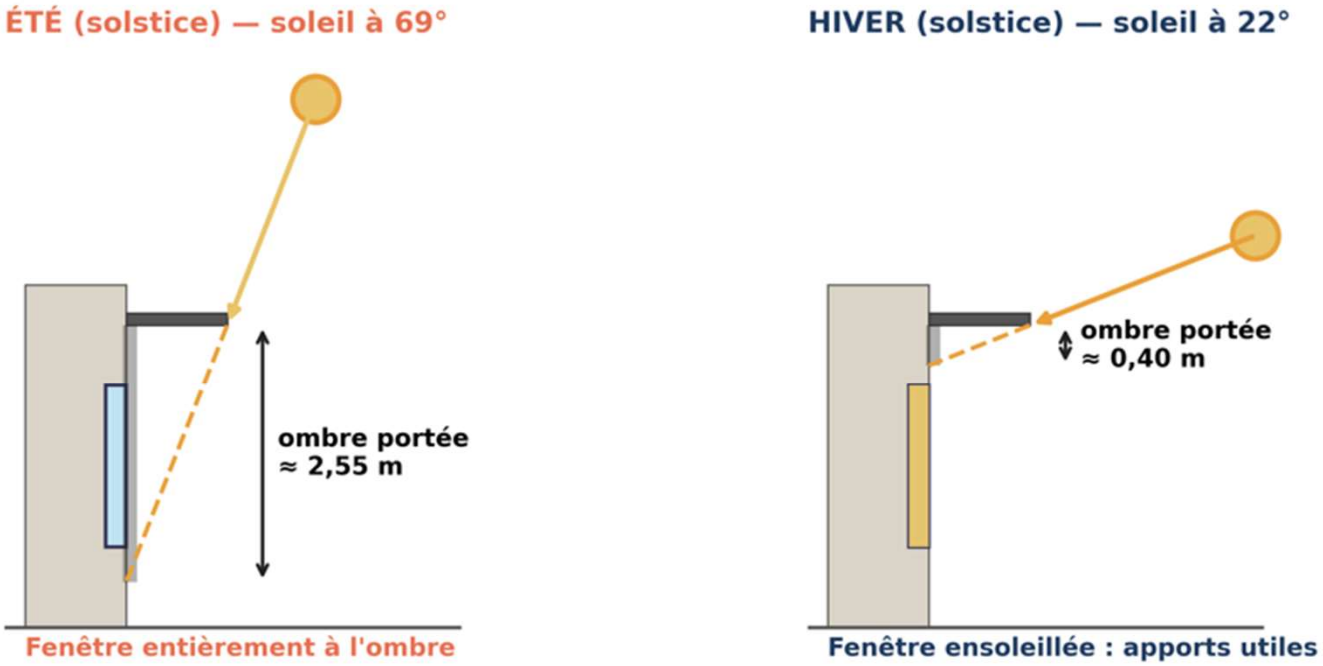
Pour une baie vitrée, la protection doit être à l'extérieur



Un store extérieur arrête 75 à 90 % des apports solaires ; un store intérieur laisse la chaleur dans la salle.

Facteur solaire de la baie : part du rayonnement solaire qui entre dans la salle (plus il est bas, mieux c'est). Ordres de grandeur à confirmer selon les caractéristiques fabricant.

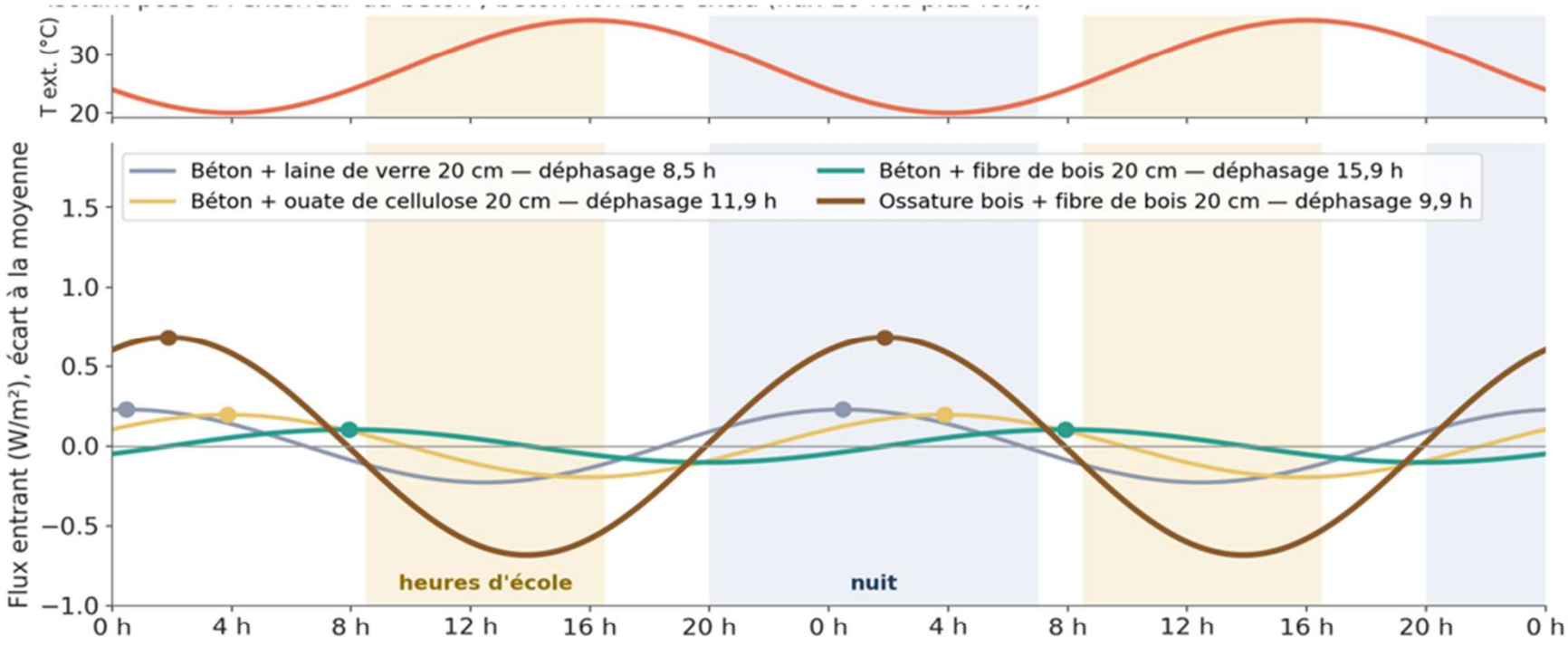
Avant-toit et pergola : de l'ombre l'été, du soleil l'hiver



Limite : inefficace à l'est et à l'ouest (soleil bas) → stores ou brise-soleil verticaux sur ces façades.

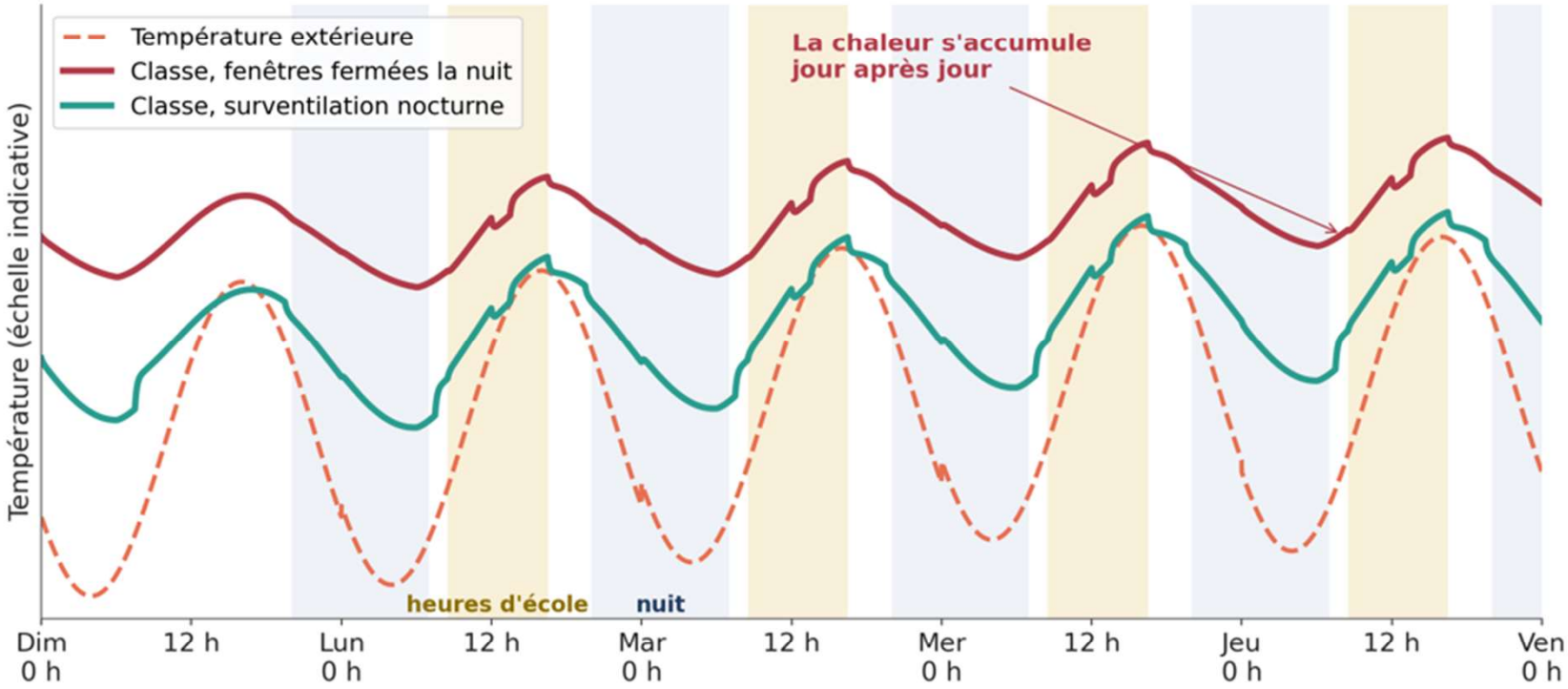
Au sud, un débord de 1 m ombrage la baie en été ; à l'est et à l'ouest, il faut des stores.

L'isolant et l'inertie décalent et amortissent la chaleur



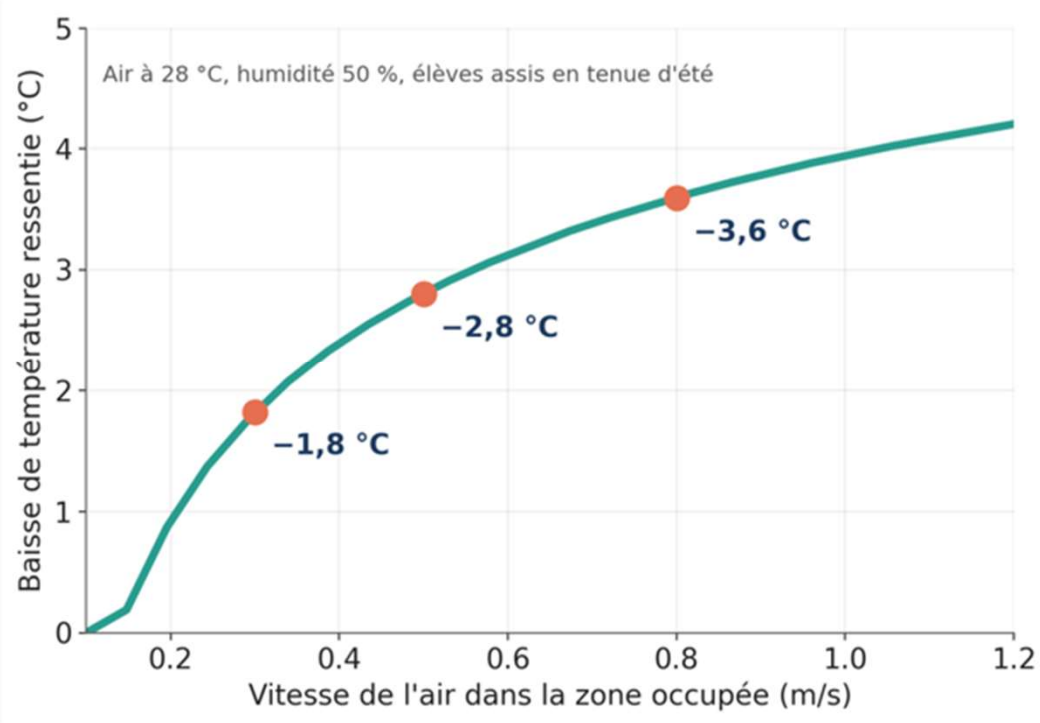
Un isolant à fort déphasage décale le pic de chaleur vers la nuit, quand l'école est vide.
À isolant égal, une paroi légère amortit moins le pic de chaleur extérieur qu'une paroi lourde

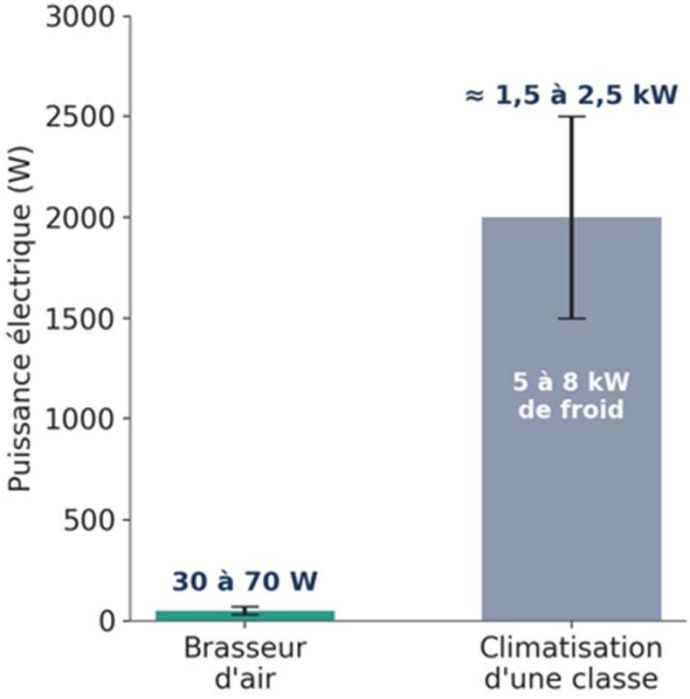
La nuit, on ouvre : la structure se décharge de sa chaleur



Ouvrir la nuit évacue la chaleur stockée ; sinon elle s'accumule d'un jour sur l'autre.

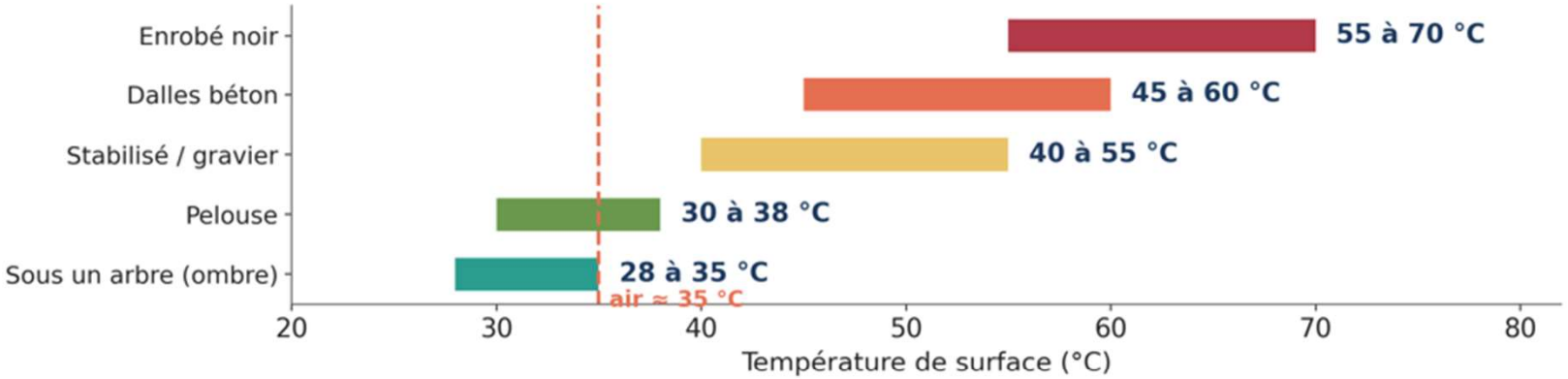
Un brasseur d'air fait gagner 2 à 4 °C de ressenti





Pour 30 à 70 W, un brasseur d'air améliore le ressenti, mais ne remplace pas une protection solaire.

L'enrobé est ≈ 30 °C plus chaud que l'ombre d'un arbre



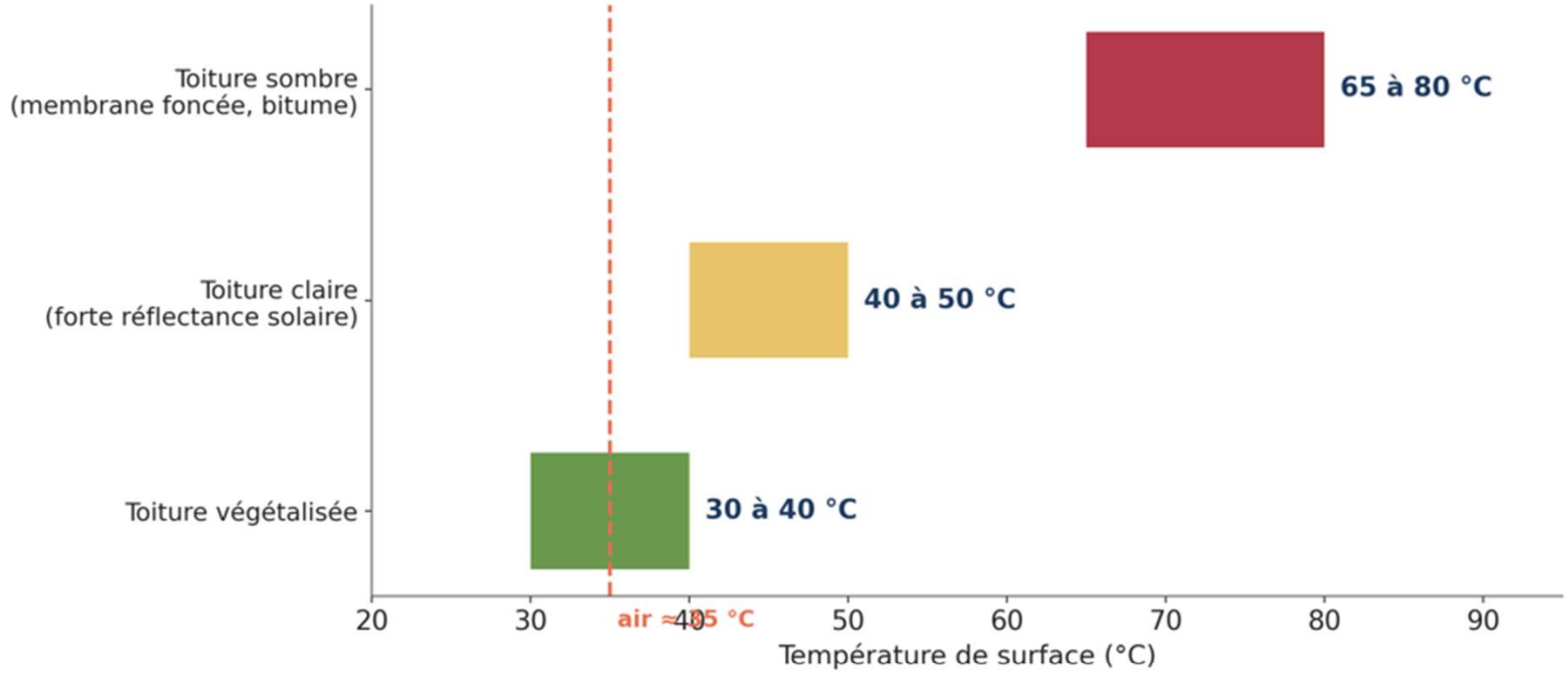
Façades (sud/ouest) : mur nu 42 à 58 °C, contre 30 à 40 °C avec des plantes grimpantes sur treillage, soit −10 à −15 °C en surface.

Mais l'effet sur l'air intérieur reste limité : priorité à la cour, aux arbres et aux sols perméables.

À l'ombre d'un arbre, le ressenti peut être inférieur de 10 à 15 °C ; il faut 10 à 15 ans pour un plein effet : planter tôt.

Désimperméabiliser et planter la cour : le gain le plus durable, à engager dès maintenant.

En plain-pied, la toiture est la première surface à protéger



Claire et bien isolée, la toiture limite l'apport de chaleur là où le rayonnement est le plus fort.

Usagers et horaires : des leviers sans travaux

Le rôle des usagers

Fermer volets et stores le jour

Côté soleil, avant que le rayonnement n'arrive sur la façade.

Ouvrir la nuit et tôt le matin

Aérer quand l'air extérieur est plus frais ; un référent par école ouvre et ferme.

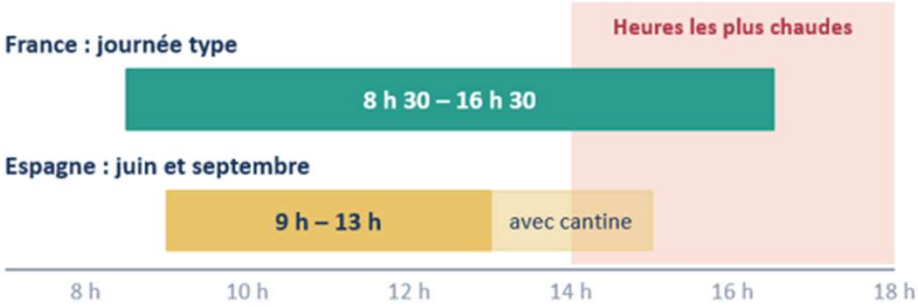
Limiter les apports internes

Éteindre éclairage, ordinateurs et appareils inutiles.

Adapter les activités

Sport et récréation à l'ombre ou tôt le matin, eau à disposition.

Les horaires : déjà possible, et demain ?



- **France :** horaires adaptables au cas par cas (plan du 28 mai 2026) ; plus, de 4 000 établissements l'ont fait le 24 juin 2026.
- **Espagne :** journées réduites en juin et en septembre dans de nombreuses écoles.
- **Occitanie :** la Région ouvre le débat d'une classe de 7 h à 13 h par forte chaleur.

Aménager les horaires protège à court terme, mais ne remplace pas la rénovation du bâti.

Synthèse : efficacité, coût et délai de chaque solution

Solution	Agit sur	Efficacité	Coût (investissement)	Délai	Points de vigilance
Stores / BSO extérieurs	Apports solaires	●●●●	€€€	Rapide	Tenue au vent, automatisme, maintenance
Avant-toits, casquettes	Apports solaires (sud)	●●●○	€€€	Moyen	Inefficaces à l'est et à l'ouest
Pergolas	Apports + ombre extérieure	●●○○	€€ à €€€	Moyen	Orientation, vent, opacité des lames
Isolation + inertie (toiture)	Amortit et décale	●●●○	€€€ à €€€€	Long	Masse accessible, sans faux plafond
Surventilation nocturne	Évacue la chaleur	●●●○	€ à €€	Rapide	Intrusion, pilotage, nuits tropicales
Brasseurs d'air	Ressenti (−2 à −4 °C)	●●○○	€	Très rapide	Bruit, hauteur, arrêt si salle vide
Arbres et cour perméable	Ombre, air extérieur	●●●○	€€ à €€€	Long (10-15 ans)	Essences, arrosage, sols
Façades végétalisées	Surface du mur	●○○○	€ à €€	Moyen	Entretien, eau
Toiture claire / végétalisée	Apports de toiture	●●●○	€€ à €€€	Moyen	Étanchéité, portance

Protections solaires, surventilation nocturne et brasseurs d'air sont les gestes les plus rapides à mettre en place.

Efficacité : ●●●● = très forte. Coût : € = faible, €€€€ = élevé

Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Qualité de l'air intérieur en petite enfance

Enjeux de santé liés à la qualité de l'air intérieur

Marie-Anne MONTAUFFRAY - Chargée d'études scientifiques en santé au CEREMA et Andres LITVAK – Chef de groupe bâtiment durable au CEREMA

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

• Qualité de l’air intérieur en milieu scolaire

• Enjeux et retours d’expériences



• 16/10/2026

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

• Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire

• Enjeux et retours d'expériences



Andrés LITVAK
andres.litvak@cerema.fr



Marie-Anne MONTAUFRAY
marie-anne.montaufray@cerema.fr

Sommaire :

1. Enjeux de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les bâtiments scolaires

2. Une solution pour mobiliser les usagers : Challeng'AIR

C'EST QUOI ? … COMMENT L'AMÉLIORER ?



X



/



Polluants extérieurs | **Polluants intérieurs** | **Ventilation**

• LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR DANS LES ÉCOLES



6 à 8 h par jour en classe



Une exposition à des épisodes caniculaires



Densité élevée d'élèves



Mauvaises conditions de ventilation



Public vulnérable

CHAQUE ANNÉE, CHAQUE ÉLÈVE PASSE

864 h

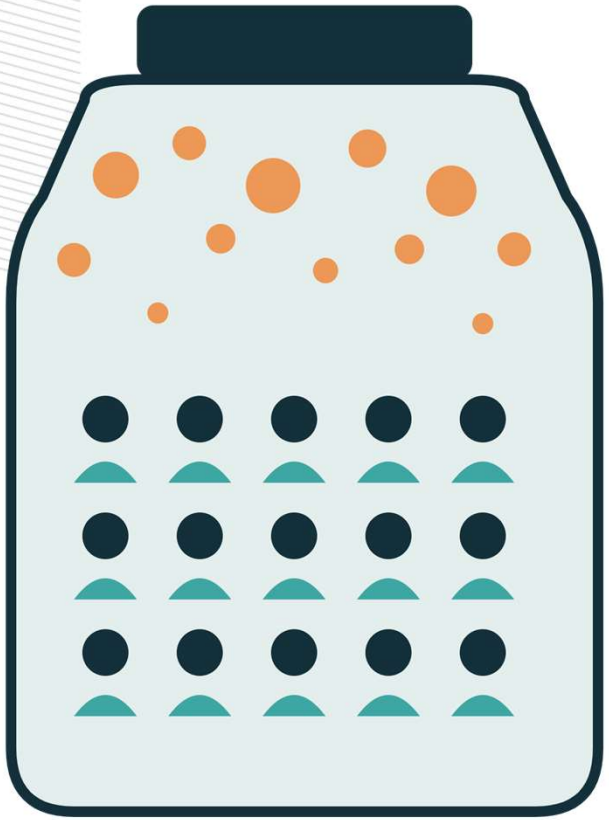
dans sa salle



CHAQUE JOUR, CHAQUE ÉLÈVE RESPIRE

5 à 10 000 litres d'air

(il boit **1 litre d'eau** par jour)



Une classe fermée, c'est un bocal

Le CO_2 ne se voit pas, ne se sent pas.

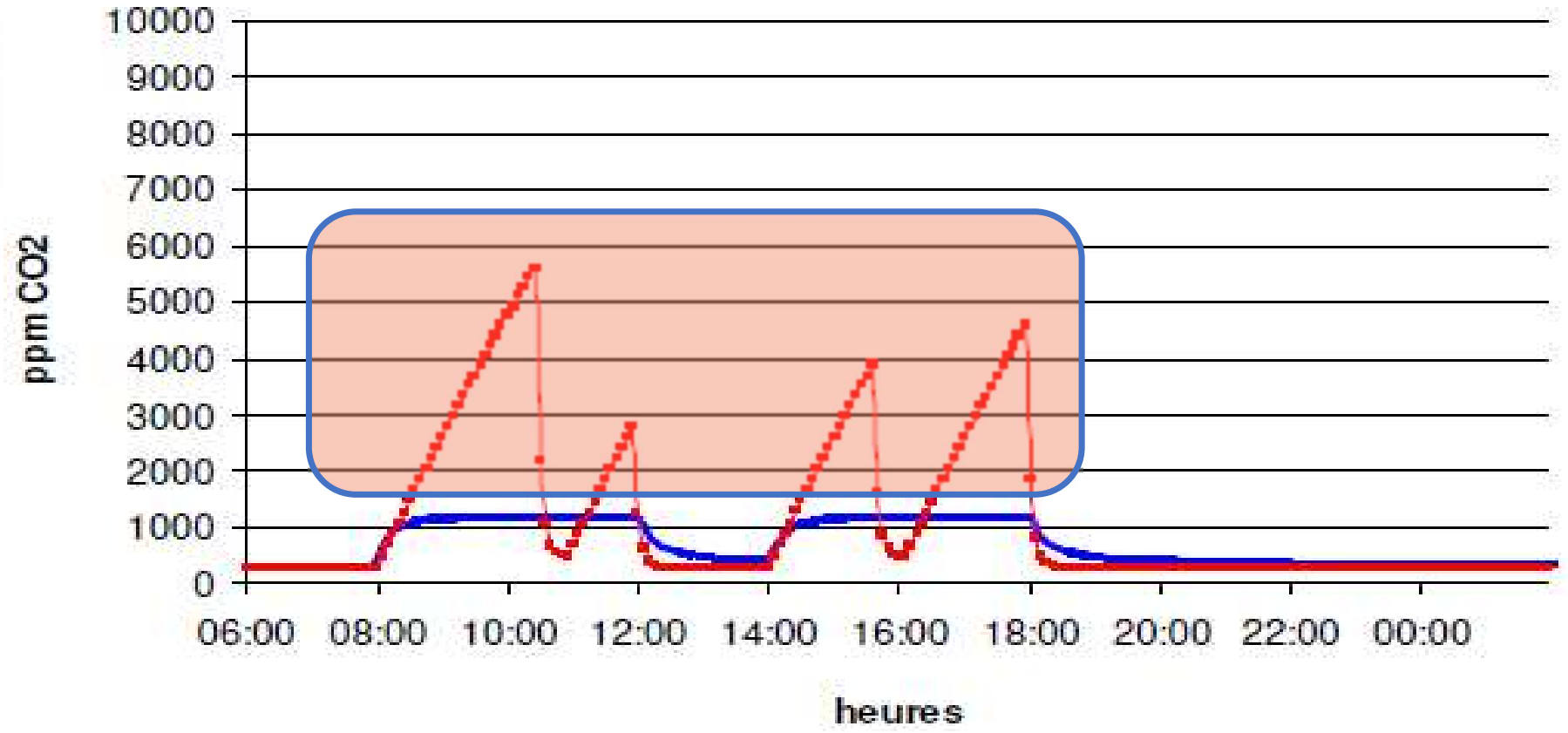
Il sert de témoin : quand il monte, tout le reste monte avec lui.

• LE CO_2, NOTRE THERMOMÈTRE DE L'AIR



ppm = parties par million. Repères : arrêté du 27 décembre 2022 (surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP)

- **ÉVOLUTION DU TAUX DE CO_2 DANS UNE SALLE DE CLASSE (À DÉBIT MOYEN ÉGAL)**



• LES IMPACTS DE LA QAI



01

Santé

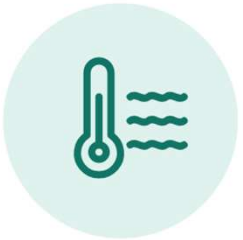
Élèves et enseignants



02

Performance cognitive

Attention, concentration, apprentissages



03

Confort

Bien-être dans la classe, été comme hiver



04

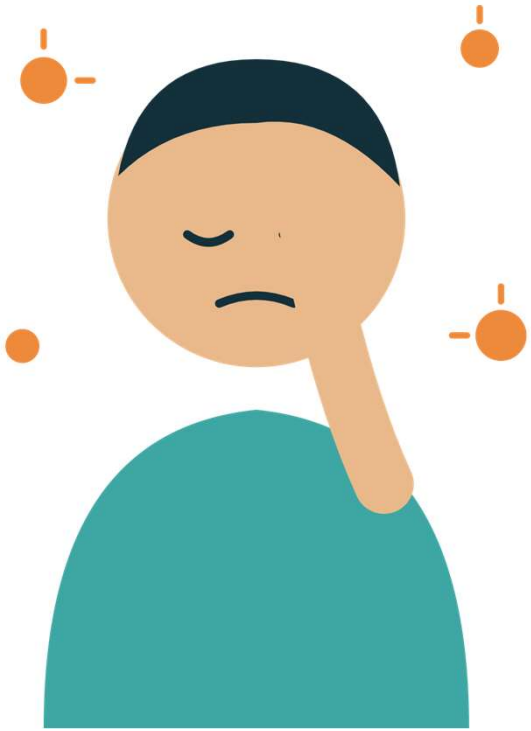
Finances

Coûts évités, investissements maîtrisés

- **IMPACT 1 : LA SANTÉ**

Maux de tête

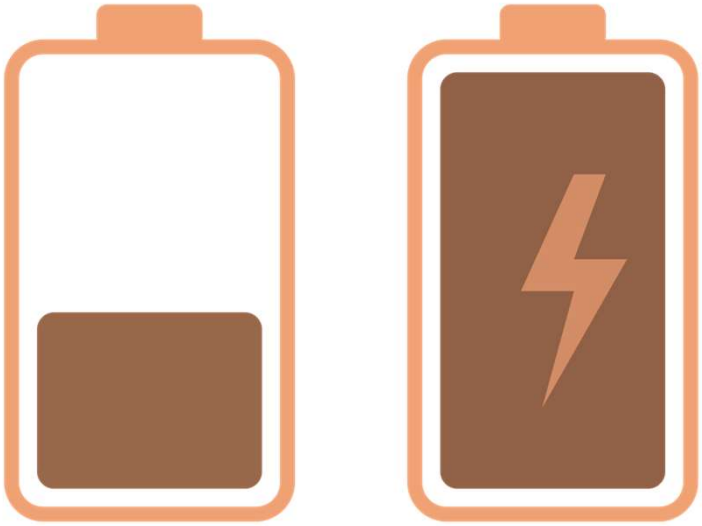
Irritations



Virus

Asthme, allergies

• IMPACT 2 : LE CERVEAU (PERFORMANCE COGNITIVE)



DOUBLER L'AÉRATION DE LA CLASSE

+ 8 % de rapidité



Sources : Wargocki & Wyon, classes danoises ; Wargocki et al., Building and Environment, 2020

Guyot G, Hurel N. The Conversation. 2024. Pollution de l'air en classe : quel impact sur les apprentissages des élèves ?

- **IMPACT 3 : LE CONFORT**

Air lourd + Chaleur = Classe qui somnole

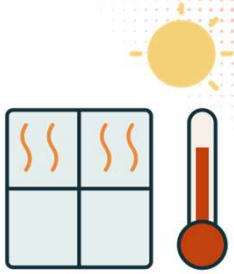
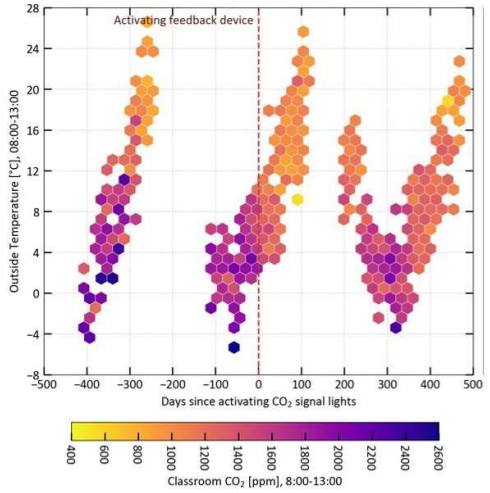


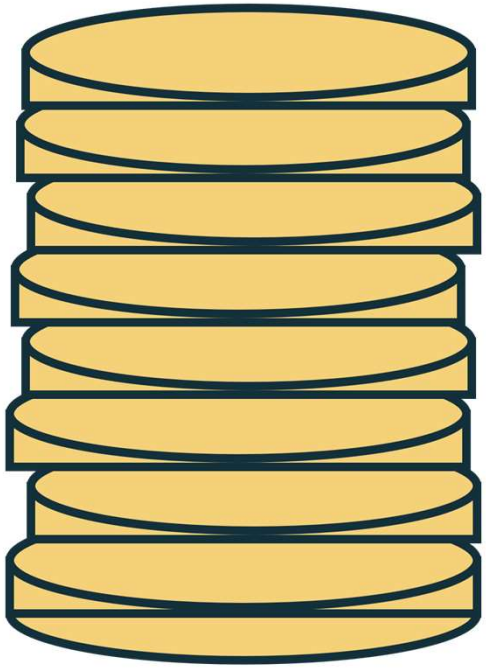


Figure 8. Daily average CO_2 levels depending on days since intervention and outdoor temperature





- **IMPACT 4 : LES FINANCES**



Le coût annuel pour l'Etat et les collectivités

19 Md€

pour la pollution de l'air intérieur en France

Source : Anses, OQAI, P. Kopp — étude exploratoire, 2014 (ordre de grandeur)

• LE CONSTAT DANS NOS ÉCOLES ?



4 sur 10

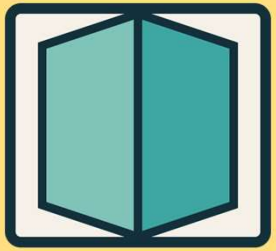
écoles ont au moins une classe **très confinée**

3 sur 4

n'ont **aucun système de ventilation** : tout repose sur l'ouverture des fenêtres

Source : Observatoire de la qualité de l'air intérieur, campagne nationale Écoles 2013-2017 (301 écoles)

- **TROIS GESTES SIMPLES, PEU COÛTEUX…**



Aérer

Grand ouvert 5 à 10 minutes, avant la classe, à chaque récréation, au déjeuner



Mesurer

Un capteur de CO_2 par classe: le voyant dit quand ouvrir



Entretenir

Fenêtres qui s'ouvrent, entrées d'air dégagées, ventilation vérifiée

… QUI RÉDUISENT VOTRE FACTURE ÉNERGÉTIQUE

10 à 25 % d'énergie en moins, sans travaux

12 %

en moyenne la 1re année (collèges, lycées)

15 %

jusqu'à dans les écoles primaires

23 %

et plus pour les meilleurs, en un an



Sources : IFPEB / Cerema / ACTEE ; EDF Collectivités (CUBE.S) ; Syane 2025 (CUBE.écoles) ; Cerema (collège du Fezensaguet, Gers)

- **ET QUE DIT LA RÈGLEMENTATION ?**

DEPUIS LE 1ER JANVIER 2023

La commune est responsable

Chaque année

Vérification

Tous les 4 ans

Autodiagnostic

Aux étapes clés

Mesures

Et toujours

Un plan d'actions pour améliorer l'air

Code de l'environnement ; décrets n° 2022-1689 et 2022-1690 du 27 décembre 2022 — écoles maternelles et élémentaires, accueils de loisirs

- **LE SECRET : ACCOMPAGNER LES OCCUPANTS**

Régler

Aérer malin

Éteindre

Mobiliser

Challeng'AIR : les élèves détectives de l'air



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

challengAIR

- CHALLENGE SCOLAIRE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR
- *Un projet lauréat de l'appel à projets de recherche AQACIA de l'Ademe*



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

UNIVERSIDAD D SEVILLA

GREease
SOURCE D'EFFICACITÉ SANITAIRE

Stephane La Branche
Climate & Society

En partenariat avec

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

- **L'IDÉE DE DÉPART**



Mobiliser les usagers sur leur propre QAI via un challenge scolaire.

challengAIR
Un air frais, des idées claires, une classe au top

Un idée qui a remporté l'appel à projets de recherche AQACIA

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

AQAcia
Amélioration de la Qualité de l'Air
Comprendre, Innover, Agir

- **CHALLENG'AIR ÉDITION 2025-2026**

32



Classes
CM1 à 3e

13

Défis dont
3 obligatoires

8

Mois pour
les réaliser

1

Jury d'experts
et de citoyens

7

Lauréats



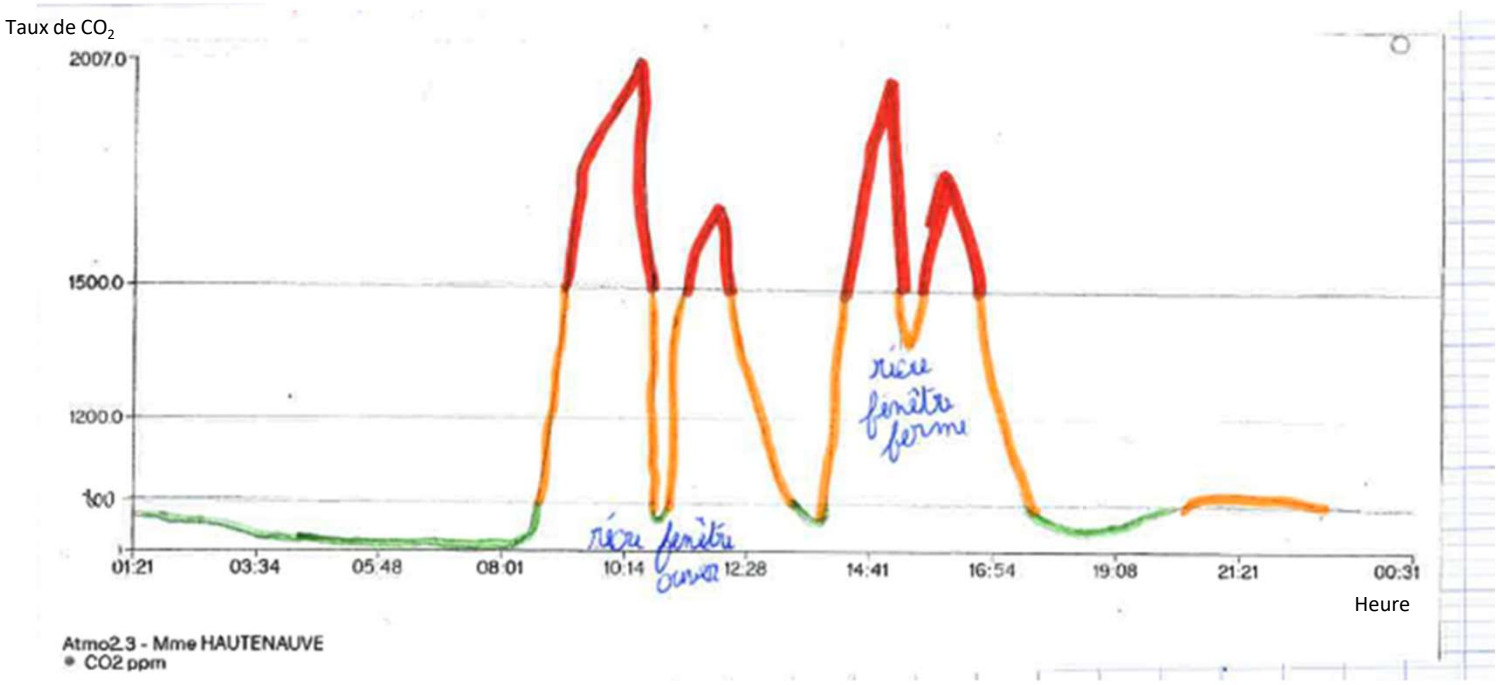
EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

- Nom du défi : **Création de vidéo**
- Eco-délégués du collège



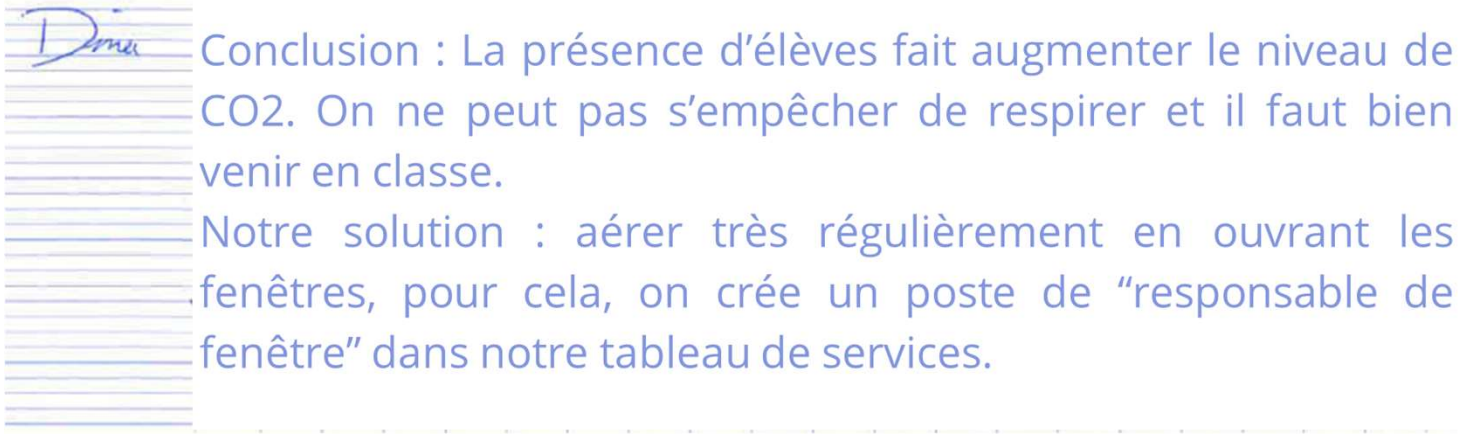
• EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

- Nom du défi : **Suivi CO_2 – mesurez, observez, analysez**
- Classe de CM1/CM2



• EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

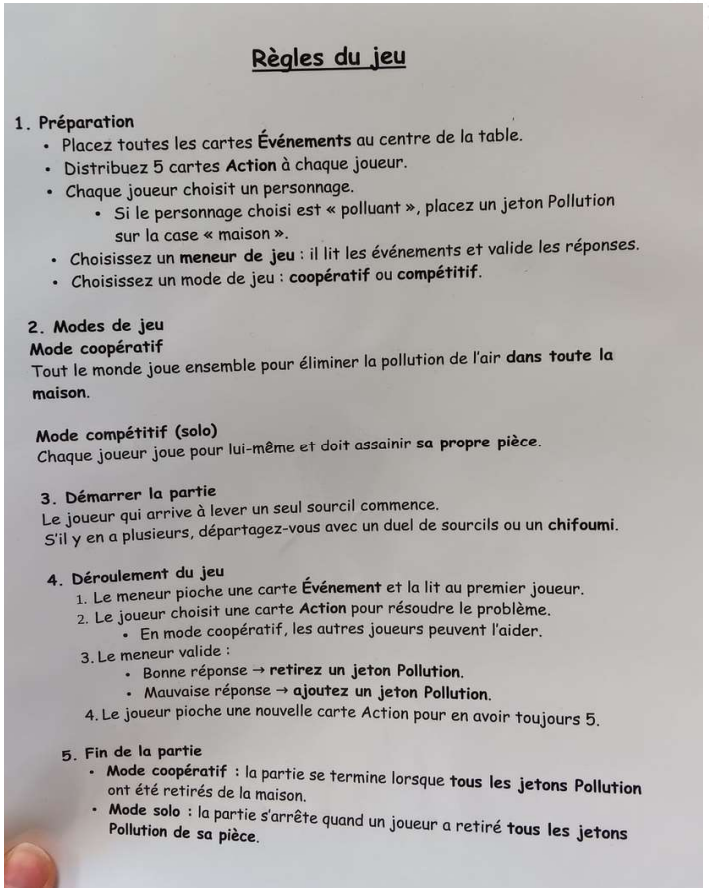
- Nom du défi : **Suivi CO_2 – mesurez, observez, analysez**
- Classe de CM1/CM2



• EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

- Nom du défi : **Création artistique - création d'un jeu de société**
- Classe de CM1/CM2





Règles du jeu

1. Préparation

- Placez toutes les cartes **Événements** au centre de la table.
- Distribuez 5 cartes **Action** à chaque joueur.
- Chaque joueur choisit un personnage.
  - Si le personnage choisi est « polluant », placez un jeton Pollution sur la case « maison ».
- Choisissez un **meneur de jeu** : il lit les événements et valide les réponses.
- Choisissez un mode de jeu : **coopératif** ou **compétitif**.

2. Modes de jeu

Mode coopératif

Tout le monde joue ensemble pour éliminer la pollution de l'air **dans toute la maison.**

Mode compétitif (solo)

Chaque joueur joue pour lui-même et doit assainir **sa propre pièce.**

3. Démarrer la partie

Le joueur qui arrive à lever un seul sourcil commence.
S'il y en a plusieurs, départagez-vous avec un duel de sourcils ou un **chifoumi.**

4. Déroulement du jeu

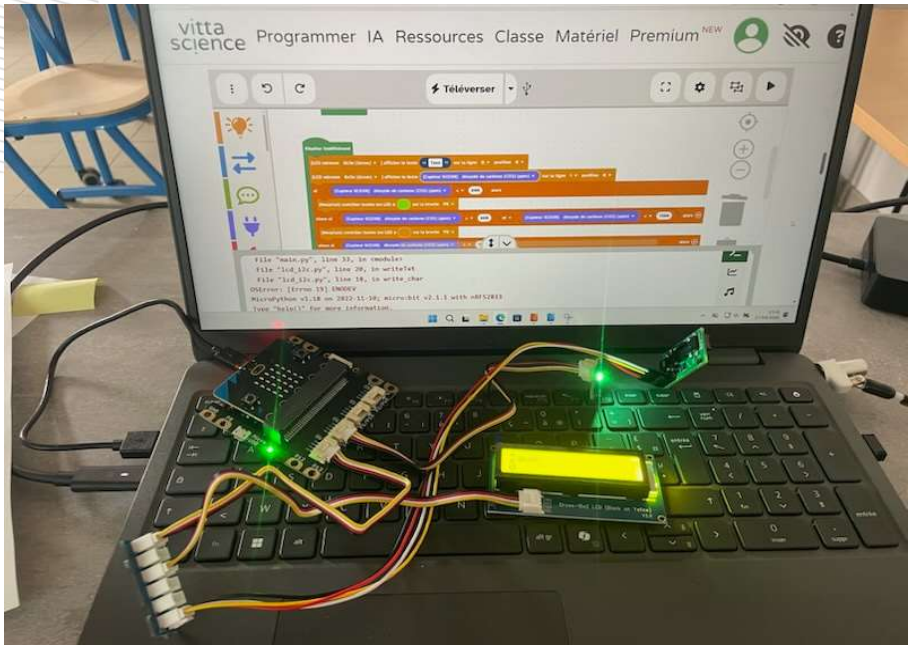
1. Le meneur pioche une carte **Événement** et la lit au premier joueur.
2. Le joueur choisit une carte **Action** pour résoudre le problème.
   - En mode coopératif, les autres joueurs peuvent l'aider.
3. Le meneur valide :
   - Bonne réponse → **retirez un jeton Pollution.**
   - Mauvaise réponse → **ajoutez un jeton Pollution.**
4. Le joueur pioche une nouvelle carte Action pour en avoir toujours 5.

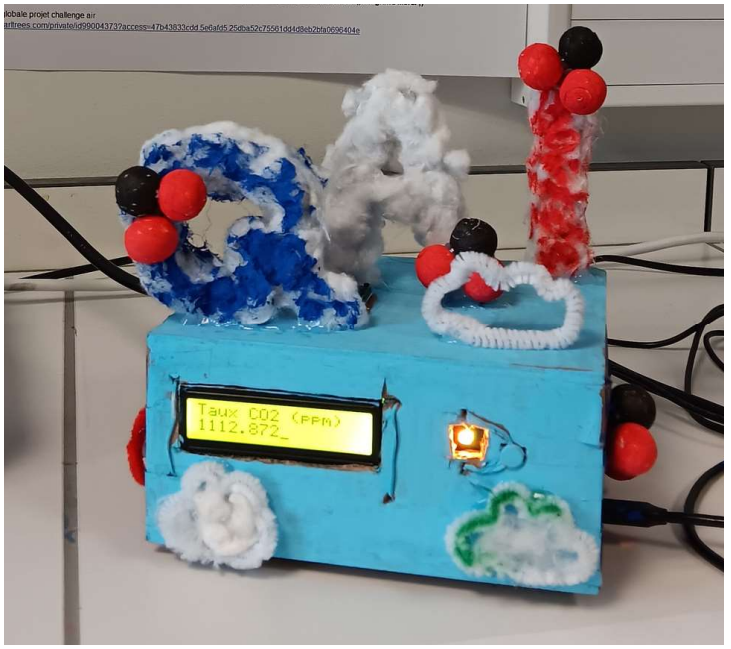
5. Fin de la partie

- **Mode coopératif** : la partie se termine lorsque **tous les jetons Pollution** ont été retirés de la maison.
- **Mode solo** : la partie s'arrête quand un joueur a retiré **tous les jetons Pollution de sa pièce.**

EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

- Nom du défi : **Programmez le capteur CO_2 de la classe**
- Classe de 4e et de 5e





• EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

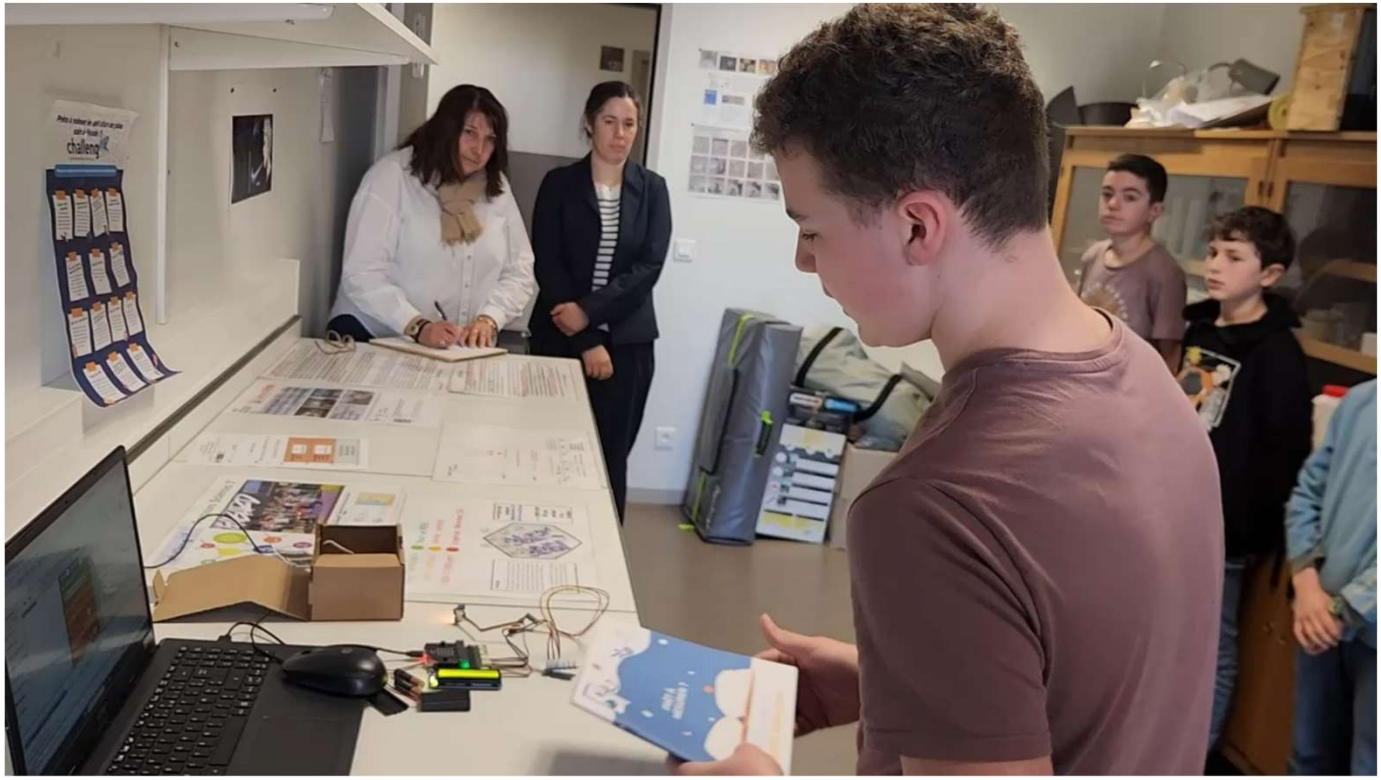
- Nom du défi : **Défi libre, création d'un podcast**
- Classe de 5e

Dans cet audio, les élèves reviennent sur leur expérience des défis, ils en tirent des conclusions et proposent des solutions :



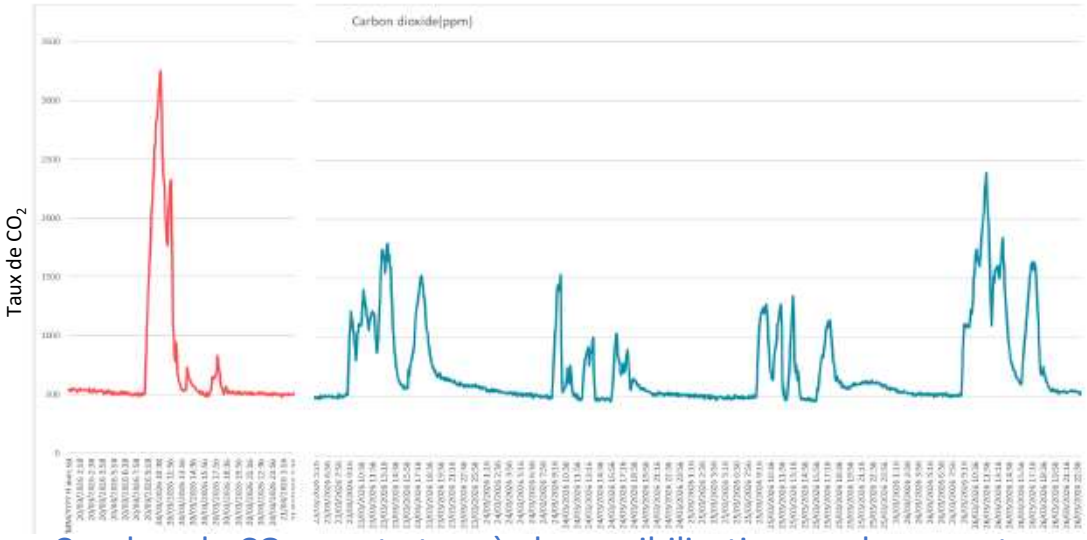
EXEMPLES DE PRODUCTION DES ÉLÈVES

- Nom du défi : **défi libre - Audition par la cheffe d'établissement pour la convaincre d'acheter des capteurs** - Classe de 5e



• LES RETOMBÉES

- Conclusion de l'étude sociologique associée au projet : « ***Challeng'AIR rassemble les conditions favorables à un changement durable des comportements*** »



Courbes de CO_2 avant et après la sensibilisation aux bons gestes.





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

• LES RETOMBÉES

- QAI

Santé

Performances cognitives

Ruissellement

Reconnaissance collective

Mieux respirer, ça s’apprend.

1. Mesurer

un capteur dans les classes motivées, dès le mois d’Octobre

2. Aérer

un rituel simple, partagé avec les enseignants

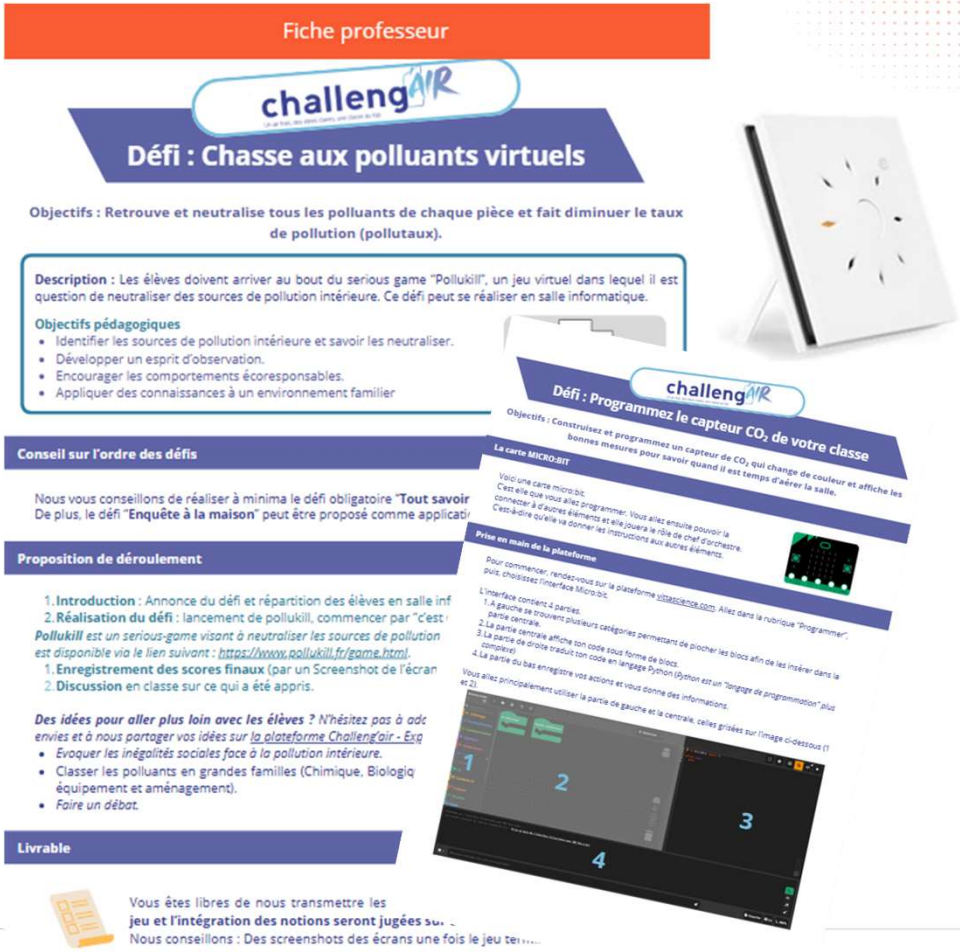
3. Impliquer

les élèves, les agents, les familles

• CHALLENG'AIR, UN OUTIL D'ACCOMPAGNEMENT

- **Le package Challeng'AIR :**
- Catalogue de défis
- Ressources pédagogiques
- Capteur QAI
- Plateforme
- Webinaire de lancement
- Webinaire de clôture
- Suivi QAI
- Bilan
- + options

à partir de 1400€ /classe
Coût par classe dégressif en fonction du nombre inscrits



Envie de participer ou simplement d’en savoir plus ?

www.defi-challengair.fr

Contactez nous : challengair@cerema.fr

Merci pour votre attention

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Comprendre et qualifier les enjeux des bâtiments de la petite enfance

Intégrer l'innovation dans la rénovation

Intégrer l'innovation dans la rénovation

Stéphane HAMEURY – Directeur opérationnel de la direction enveloppe du bâtiment du CSTB

INNOVATION DANS LE BÂTIMENT

Expérimenter, apprendre, déployer

Des preuves sur le terrain,
des enseignements à partager

Écoles, crèches et centres de loisirs
Climat, santé et qualité d'usage



NOTRE FIL CONDUCTEUR

Le parcours de l’innovation:

« savoir désobéir en conscience avec engagement et responsabilité »

01	**Comprendre**	Climat, non-qualité et arbitrages multicritères
02	**Organiser**	Un apprentissage collectif dès la conception
03	**Apprendre des projets**	Village des Athlètes, Pirmil-les-Isles, béton de chanvre
04	**Choisir les moyens adaptés**	Des preuves à produire, des outils à choisir

L’innovation doit faire ses preuves à l’usage

Un besoin explicite. Des performances vérifiées.
Des enseignements utiles aux autres projets.

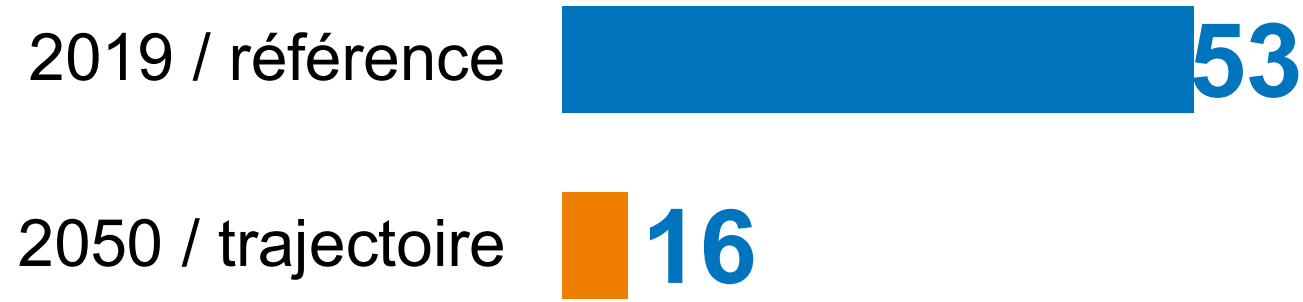
Le besoin des usagers

Climat, santé et confort
dans les bâtiments rénovés

La preuve partagée

Des résultats documentés
pour décider et reproduire

Climat : une trajectoire proche d'une division par 10



≈ −90 %

d'émissions annuelles à l'horizon 2050

La rénovation globale du parc existant est un levier majeur

Référence 2019 : 75 Mt combustion dans les bâtiments, 50 Mt produits et équipements, 28 Mt autres consommations d'énergie et gaz fluorés.

Source : CSTB / Plan Bâtiment Durable, feuille de route 2023, conventions SNBC 2. Périmètre : chaîne de valeur, importations comprises.

L’ENJEU DE FIABILITÉ

Non-qualité : le coût des reprises, l’enjeu de prévention

≈ 10 Md€

par an dans le bâtiment

Estimation historique relayée en 2018,
attribuée à l’AQC. Montant non actualisé.

÷10

Ambition proposée : −90 %

Soit ≈ 1 Md€/an sur la même base.
Calcul illustratif, sans échéance fixée.

Pour les écoles, moins de reprises et une continuité d’usage préservée

Diagnostic de l’existant, coordination des interfaces et contrôles à réception

Source secondaire : IARA / Horus, 16 octobre 2018. Le facteur 10 est une ambition portée par l’intervenant et n’est pas à date un objectif officiel porté par la filière.

Rénover une école : arbitrer au-delà de l’énergie

Énergie et carbone

Qualité de l’air

Confort d’été

Usages pédagogiques

L’apport du CSTB

Diagnostic sur site et comparaison de scénarios

Coût global, résilience climatique et besoins des usagers

Une méthode réplicable à l’échelle du parc scolaire

Sources : Charte du bâti scolaire 2024, entretien EduRénov 2025, offre CSTB « Réhabilitation multicritère des établissements scolaires ».

Les incertitudes se pilotent dès la conception

Évaluateurs et assureurs :
un dialogue à engager en amont

Ce que l’on sait

Règles de l’art, référentiels
et connaissances disponibles.
Les acquis à réutiliser.

Ce qu’il faut démontrer

Performances, interfaces
et comportement dans le temps.
Les preuves à produire.

LA MÉTHODE

Quatre étapes, une décision à chaque cycle

01

Cadrer

Un besoin clair

Des critères de réussite

02

Expérimenter

Des essais ciblés

Un chantier documenté

03

Observer

Des résultats mesurés

Des écarts expliqués

04

Capitaliser

Des prescriptions révisées

Des conditions de reproduction

À chaque cycle : poursuivre, ajuster ou revoir le projet

Trois échelles, un même besoin de capitalisation

L’expérience prend de la valeur quand elle devient réutilisable.

Un grand projet

Village des Athlètes

Un quartier

Pirmil-les-Isles

Une filière

Béton de chanvre

Village des Athlètes : anticiper les justifications



Façades bois, préfabrication et isolants biosourcés

Plus de 28 m

Fiabiliser les constructions bois de grande hauteur

Des exigences partagées

Des guides dès la conception pour préparer les justifications et coordonner les intervenants.

Village des Athlètes : les chantiers font évoluer les guides

46

bâtiments étudiés

15

ATEx de cas b
pour les façades bois

3

ATEx de cas a
2 bardages et 1 ETICS

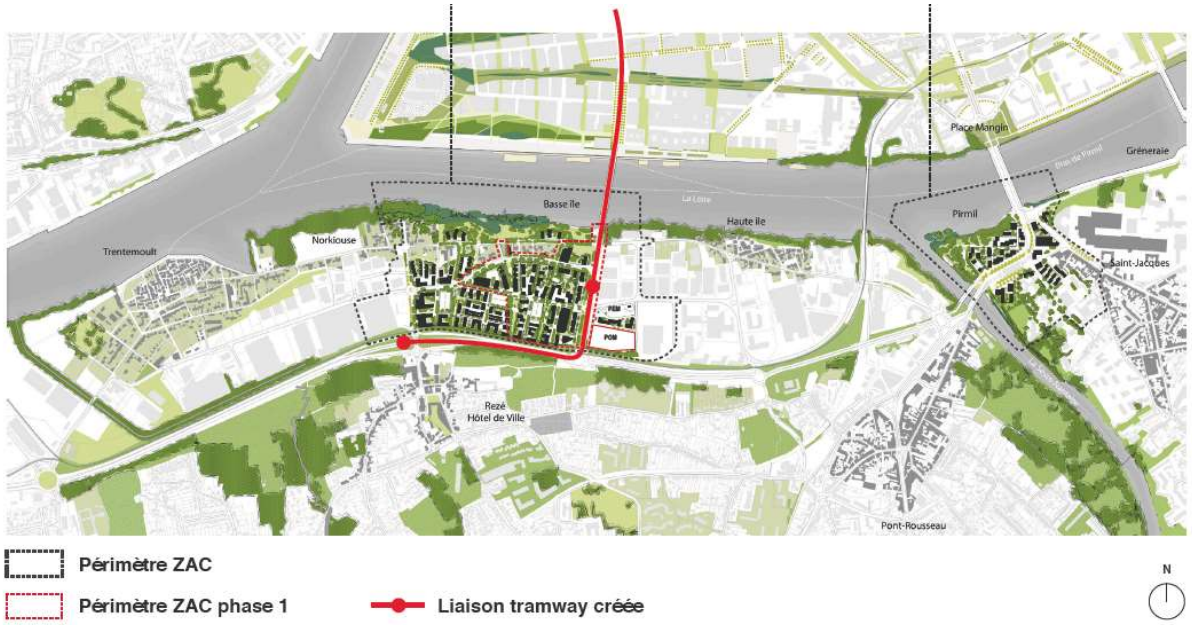




Les retours de chantier font évoluer les prescriptions

Contrôleurs techniques, industriels
et filière bois capitalisent ensemble.

Pirmil-les-Isles : mutualiser à l'échelle du quartier



Un comité commun

Innovation & Qualité
Programmes immobiliers
et acteurs techniques

Des acquis partagés

Questions de conception
et connaissances communes
pour préparer la réplicabilité

Béton de chanvre : des retours terrain aux règles communes

2007 Règles professionnelles acceptées par la C2P, révisées en 2012

2016 Refonte engagée par Construire en Chanvre

2024 Nouvelles règles d'exécution des parois verticales

Une fiche terrain commune : réalisation, contrôles et écarts



La capitalisation produit des repères réutilisables

Échelle	Organisation	Ce qui se transmet
Grand projet	Guides communs et suivi des chantiers	Des prescriptions révisées
Quartier	Comité Innovation & Qualité	Des connaissances entre opérations
Filière	Collecte terrain et règles professionnelles	Un cadre de référence commun

Le point commun : rendre l'expérience utile au projet suivant.

Les outils servent les preuves à produire

Pour les écoles, relier santé et confort aux preuves et au retour d’usage.

Un besoin explicite

Climat, santé et confort :
les critères guident le choix.

Des responsabilités claires

Les acteurs du projet, évaluateurs et assureurs interviennent en amont.

Un retour d’expérience utile

Les écarts observés deviennent des prescriptions partagées.

Une responsabilité explicite pour chaque acteur

Maîtrise d’ouvrage et aménageur

Le besoin, le programme
et le calendrier

Concepteurs et entreprises

Les interfaces, la réalisation
et les écarts de chantier

Industriels et filières

Les justifications techniques
et les connaissances sur les procédés

Évaluateurs et assureurs

Les risques, les conditions d’évaluation
et les conditions de couverture

Chaque besoin appelle un moyen adapté

Préparer	Guides de prescriptions et programme de preuves
Vérifier	Essais et justifications techniques
Expérimenter	Évaluation adaptée au projet, dont l'ATEx
Apprendre	Suivi de chantier, observations et retours d'usage
Diffuser	Prescriptions partagées et référentiels de filière

L’ATEx éclaire les premiers emplois et le suivi

Une appréciation technique collégiale des risques pour les premiers emplois d’une innovation

En amont

Feuille de route et justifications attendues
Avis d’experts sur les risques
Confirmation ou révision du projet

Dans la durée

Retour d’expérience formalisé
Suivi des évolutions du procédé
Renouvellement dans le cadre du dispositif

Démarche volontaire. Dialogue avec les assureurs et conditions de couverture à examiner.

PROPOSITION DE MISE EN PRATIQUE

Cinq questions avant d’engager une rénovation scolaire

01	Quel besoin ?	Santé, confort d’été, apprentissage
02	Quelles incertitudes ?	Existant et interfaces des travaux
03	Quelles preuves ?	Consommations, air et confort avant / après
04	Quelle organisation ?	Calendrier scolaire et continuité d’usage
05	Quel partage ?	Résultats et prescriptions pour les autres écoles

POUR CONCLURE

La valeur de l’expérimentation se mesure aussi à ce qu’elle permet de transmettre.

Merci

Stéphane HAMEURY
Directeur Opérationnel Enveloppe du Bâtiment
01 61 44 80 52
stephane.hameury@cstb.fr

