

AGIR POUR LE CONFORT D'ÉTÉ AU SEIN DES BÂTIMENTS SCOLAIRES

Conférence Technique Territoriale CEREMA Ouest

17 Janvier 2025

Iara LE SAUX

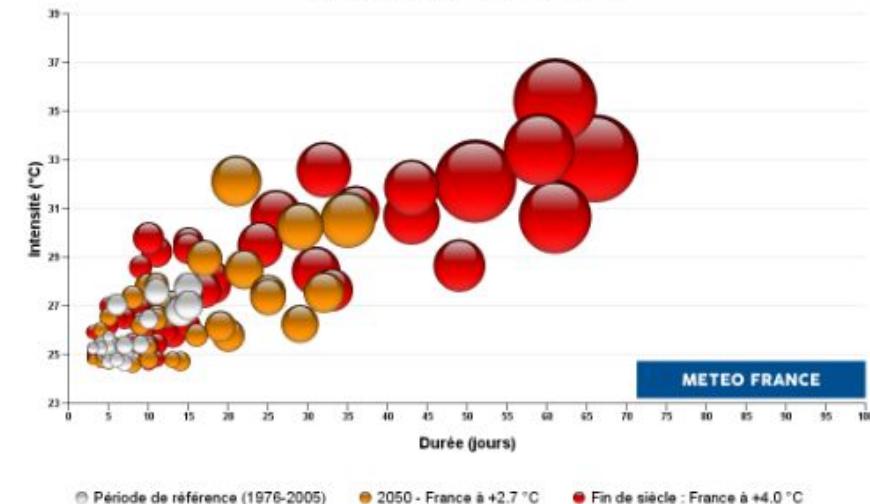
iara.le-saux@cerema.fr

Climat : perspectives nationales

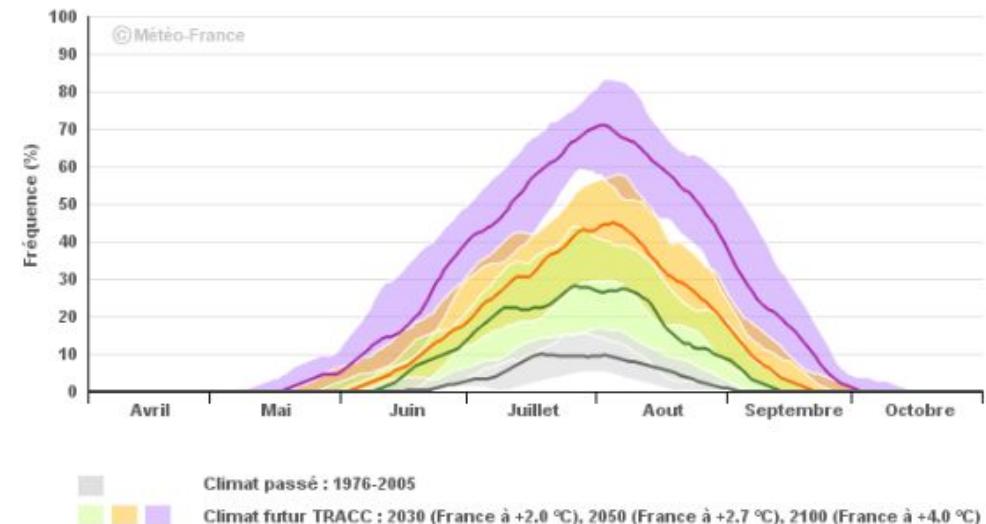
- La Trajectoire de Réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC), trajectoire officielle prévoit :
 - Les politiques et engagement actuels de l'ensemble des pays pointent vers un réchauffement à **3°C en 2100**, sans mesures additionnelles
 - En France métropolitaine, le réchauffement climatique est plus intense et pourrait tendre **vers 4°C**
 - Températures : jusqu'à deux mois de canicules et 40 à 50 nuits tropicales (90 dans les zones les plus exposées)
 - Les vagues de chaleur deviennent progressivement plus longues, plus intenses et plus sévères en fonction du réchauffement futur
 - Pour une France à +2°C (horizon 2030), vagues de chaleurs possibles dès première quinzaine de juin jusqu'à première quinzaine de septembre.

Vagues de chaleur en France : climat passé et horizons TRACC autour de 2050 et 2100

Simulation SMHI-RCA4_ICHEC-EC-EARTH



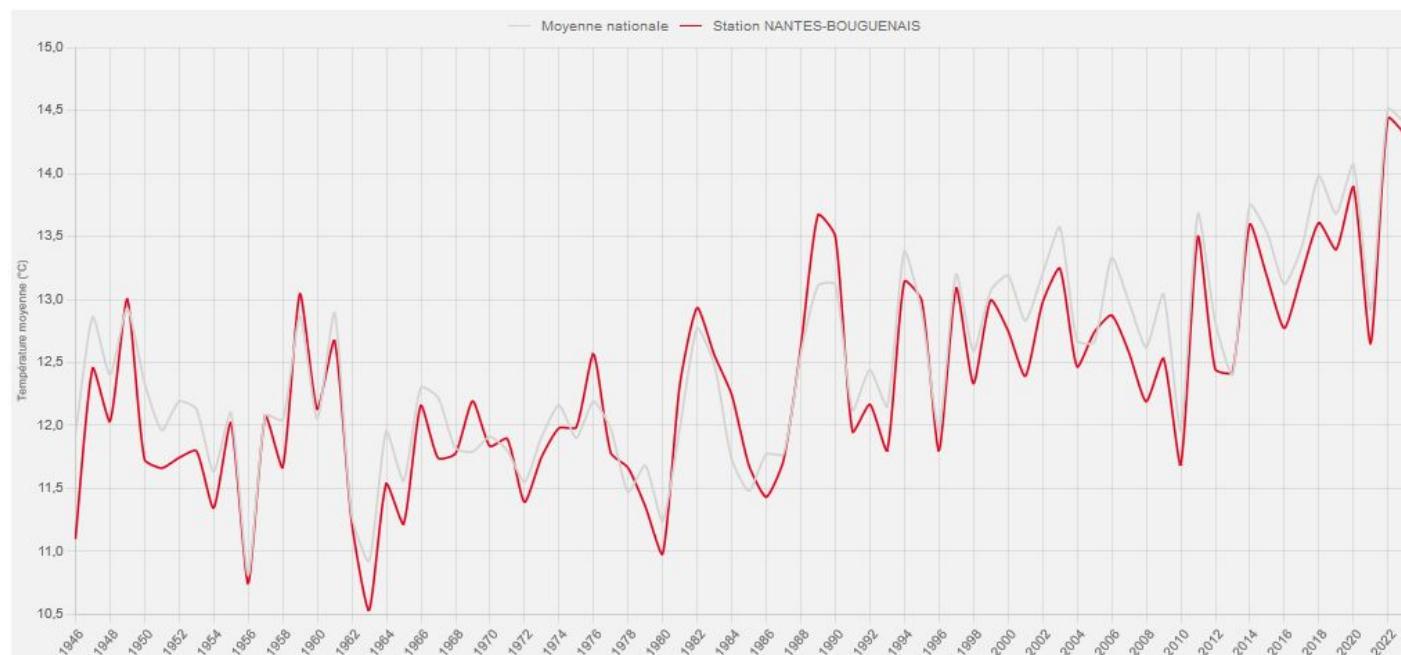
Calendrier de la fréquence d'occurrence d'une vague de chaleur en France
Climat passé et horizons de la TRACC autour de 2030, 2050 et 2100



Données météo locales

- T°moyenne Nantes Bouguenais en 1946 : 11,1°C
- T°moyenne en 2023 : 14,31°C
- Augmentation moyenne de **1,62°C** (sur période de 10 ans)
- Le réchauffement est plus important à Nantes qu'à l'échelle planétaire (+1,2°C)

Record de températures Nantes-Bouguenais du 01/05/1945 au 02/11/2024 (source : www.meteociel.fr)					
Mois	Mai	Juin	JUILLET	Aout	Septembre
Temp max (en °C)	32.8	39.1	42	39.6	35.4
Date record	26/05/2017	18/06/2022	18/07/2022	07/08/2020	09/09/2023



Climat : perspectives locales à Nantes

- <https://meteofrance.com/climadiag-commune>
- Lorsque la température dépasse 35°C, le corps humain ne peut plus se rafraîchir au contact de l'air. Le risque d'accident grave, par déshydratation ou coup de chaleur, augmente rapidement

	Valeur de référence (1976-2005)	France à +2°C horizon 2030	France à +2,7°C horizon 2050	France à +4°C Horizon 2100 (Monde à +3°C)
Nombre annuel de jours très chaud sup 35°C	1	De 1 à 3	2 à 5	4 à 12
Nombre de nuit supérieur à 20°C	2	3 à 10	7 à 15	16 à 29

Cadre et contexte : Appel à partenariat local



APPEL À PARTENARIAT

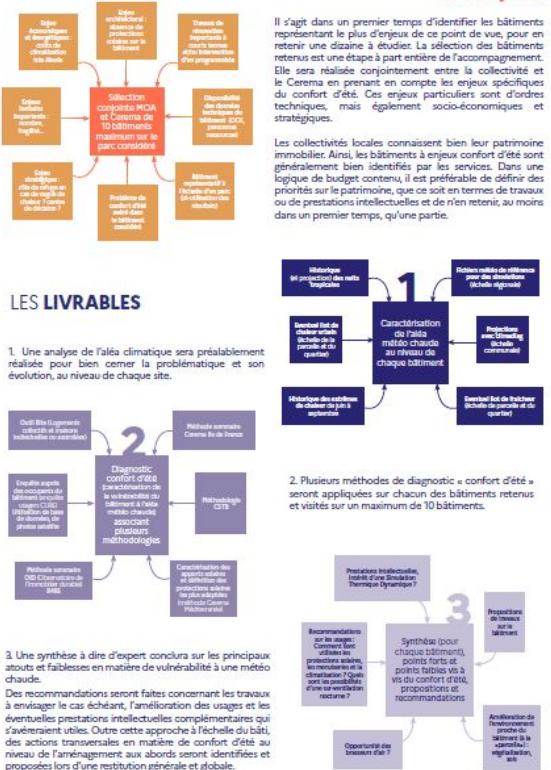
Diagnostic canicule de bâtiments publics

Vous êtes une collectivité locale et vous souhaitez avoir une vision d'ensemble sur le confort d'été de votre patrimoine ?

Le Cerema vous accompagne dans le choix d'une stratégie d'adaptation de vos bâtiments publics aux vagues de chaleur.

Les vagues de chaleur sont de plus en plus fréquentes et intenses et il est aujourd'hui nécessaire pour les collectivités d'adapter leurs bâtiments publics à ces canicules, souvent à budget contraint.

Le Cerema Méditerranée lance un appel à manifestation d'intérêt local en vue de réaliser, pour plusieurs collectivités, un accompagnement et des diagnostics de confort d'été sur une partie de leur patrimoine.



UN PROJET PARTENARIAL GAGNANT-GAGNANT



Cette expertise partagée, menée sur un temps court, permettra à chaque collectivité retenue d'obtenir une vision globale en matière de confort d'été et de définir des pistes concrètes d'action sur son patrimoine de bâtiments.

Chaque projet est l'occasion pour le Cerema de bénéficier d'un terrain favorable permettant de tester et de construire ses méthodes en matière de confort d'été.

PARTENAIRES RECHERCHÉS

Vous êtes une collectivité locale (commune, communauté de communes, conseil départemental...) en région Sud Provence Alpes Côte d'Azur, en Corse et vous souhaitez engager une démarche d'amélioration de votre patrimoine de bâtiments vis à vis du confort d'été.

LA CONTRIBUTION DU CEREMA

Le Cerema assurera le pilotage de l'AMI dans son ensemble et sera chargé d'accompagner avec une collectivité partenaire. L'accompagnement comprend la participation aux réunions de travail ou d'échanges avec les élus et agents, ainsi qu'avec les utilisateurs des bâtiments.



LA CONTRIBUTION DES COLLECTIVITÉS PARTENAIRE

Les collectivités partenaires contribuent au projet par la mise à disposition des éléments de connaissance (fonction, effectifs...) qu'elles ont sur leurs bâtiments, l'accès à l'ensemble des lieux à visiter et la mobilisation des moyens humains nécessaires à la mise en œuvre de la méthode sur le patrimoine de la collectivité (à minima un interlocuteur référent technique et, si possible, un référent par site).



MODALITÉS FINANCIÈRES

Le coût de chaque projet correspond aux frais engagés par le Cerema et la collectivité pour sa réalisation, soit :

- environ 20 jours des experts du Cerema,
- 3 à 5 jours des personnels de la collectivité partenaire (visites et liste des bâtiments).

Ce coût sera réparti entre le Cerema et la collectivité (environ 50 % chacun). De ce fait, chaque collectivité partenaire contribuera financièrement au projet par un remboursement au Cerema des frais engagés au-delà de sa quote-part financière à un taux fixe de 8 000 € HT.

CONTACTS CEREMA

Pour tout renseignement ou pour candidater,
vous pouvez nous contacter aux adresses suivantes :

karine.jang@cerema.fr remy.chaille@cerema.fr

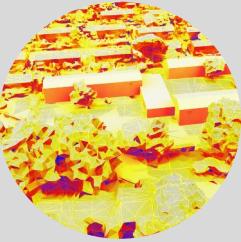


→ **Accompagnement dans le choix d'une stratégie d'adaptation des bâtiments du patrimoine des collectivités retenues**



Chronologie de la mission

- Réunions de présentation bilatérales et sélection des candidats
- 1 à 2 visios pour le choix des 10 bâtiments (comprenant une première analyse des données)
- Visites systématiques sur site
- Prestations à la carte selon la demande
 - Toiles d'araignées du confort d'été
 - Méthode « Pourquoi ça chauffe » intégrant d'autres éléments (intrusion, tirage thermique...)
 - Simulations solaires (non systématiques en fonction des caractéristiques du site et du bâtiment)
 - Reportage photographique commenté systématique (pour tous les bâtiments)
 - Caméra thermique,
 - Méthode à points Cerema Idf



Simulation solaire

1 outil



Protéger le bâtiment



Dissiper la chaleur et ventiler en faisant circuler l'air frais

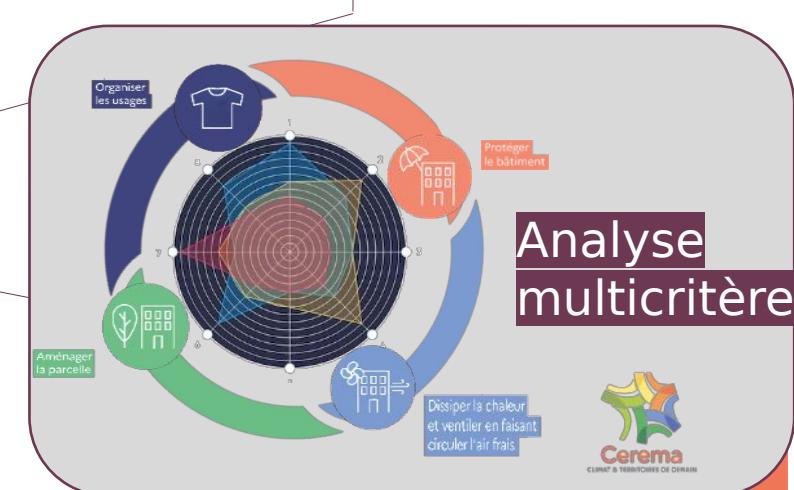


Aménager la parcelle



Organiser les usages

4 thèmes



3 méthodes / 1 vision croisée

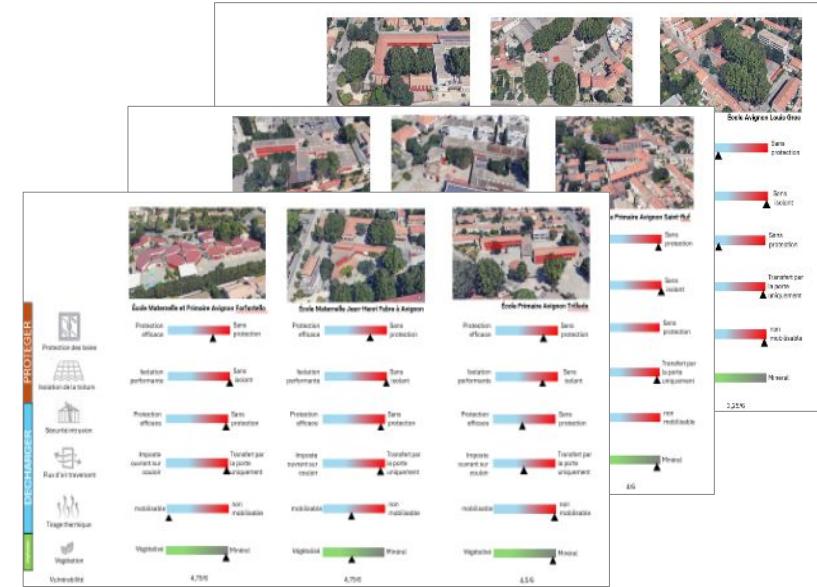
école/lieu	Présence d'ouvertures extérieures ou intérieures dans les combles	Présence de matériaux combustibles dans les combles	Bâtiment présentant un risque d'incendie important	Personnel présent dans les combles	Nombre de personnes dans les combles	Distance entre les combles et les bâtiments adjacents	Type de combles	Type de couverture	Nombre de combles	Pourcentage de combles en bois	Risque de feu dans les combles	Épaisseur des combles	Épaisseur moyenne des combles	Épaisseur moyenne des combles (moyenne)
Louis Gros	NON	NON	NON	OUI	NON	Entièrement végétalisé	NON <74	DV	Combles perdus	OUI	NON	OUI	Lourde	NON
Saint Ruf	NON	NON	OUI	OUI	NON	Partiellement végétalisé	NON <74	DV	Combles perdus	OUI	NON	NON	Lourde	NON
Saint Jean	NON	NON	OUI	OUI	NON	Partiellement végétalisé	NON <74	SV	Combles perdus	OUI	NON	OUI	Moyenne	NON
Lavaujoues	NON	NON	NON	OUI	NON	Partiellement végétalisé	NON <74	SV	Toiture terrasse	OUI	NON	OUI	Moyenne	NON
Bordales	OUI	NON	NON	OUI	NON	Partiellement végétalisé	OUI 83-88	DV	Toiture terrasse	NON	NON	OUI	Moyenne	NON
Schoppeler	NON	NON	NON	OUI	NON	Partiellement végétalisé	NON <74	DV	Toiture terrasse	NON	NON	NON	Moyenne	NON
Mairie et école Henri Fabre	NON	NON	NON	OUI	OUI	Partiellement végétalisé	OUI 83-88	DV	Combles perdus	OUI	OUI	OUI	Moyenne	NON
Parthenols	NON	NON	NON	OUI	OUI	Aucune végétalisation	OUI 89-90	DV	Combles saingantes	NON	NON	OUI	Moyenne	NON
Prévoie Argenteuil	NON	NON	NON	OUI	NON	Partiellement végétalisé	NON <74	SV	Combles perdus	NON	NON	OUI	Lourde	NON

**Méthode à points
CEREMA IDF**



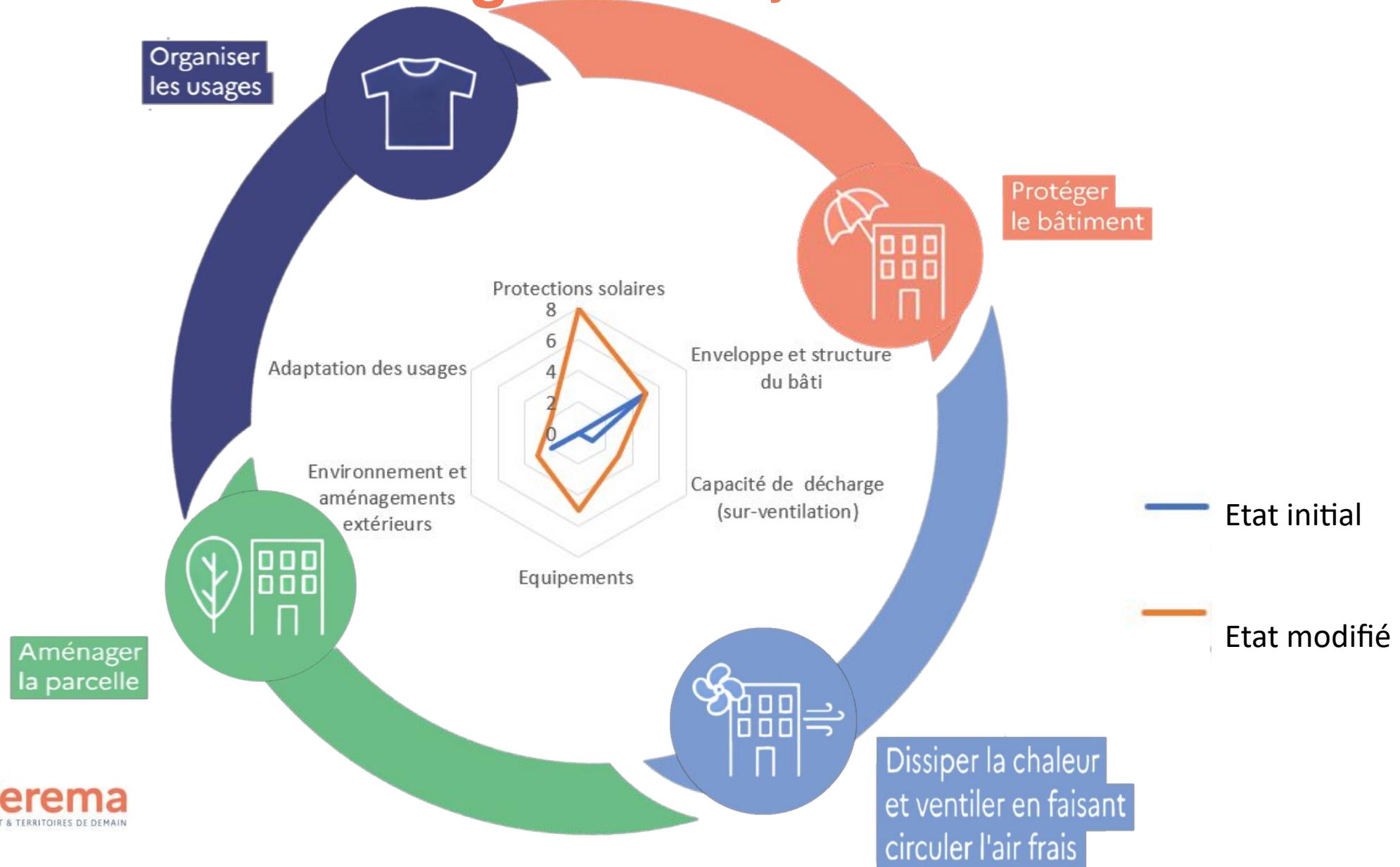
**Méthode toile
d'araignée**

CEREMA MED



**Méthode PCC
CEREMA MED**

Méthode toile d'araignée : analyse multi-critère du confort d'été



Méthode toile d'araignée : analyse multi-critère du confort d'été

- Capacité de décharge et de rafraîchissement nocturne
- Enveloppe et structure du bâti: Inertie, isolation verticale et horizontale et planchers
 - Isolation des Toitures terrasses et combles
 - Isolation verticale
 - Type de plancher bas (isolé ou pas)
 - Inertie
- Adaptation des usages
 - Code vestimentaire
 - Horaires de cours adaptées

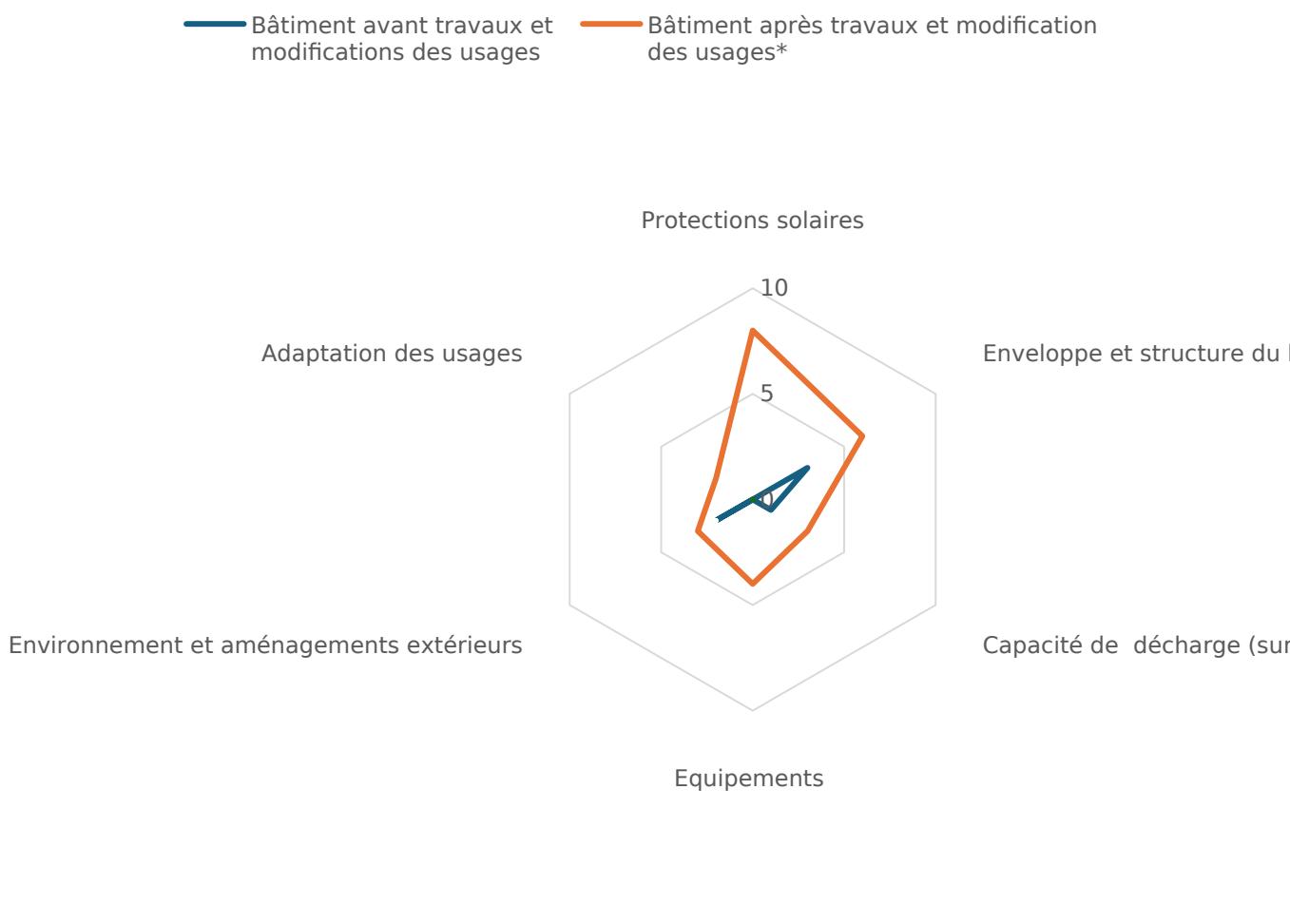
Méthode toile d'araignée : analyse multi-critère du confort d'été

- Efficacité des protections solaires et des vitrages (et ou présence de masques solaires par des bâtiments et de la végétation)
- Équipements:
 - VMC double flux
 - Ventilateurs mobiles
 - Brasseurs d'air en plafond/ CTA adiabatique/ Geocooling/ Puit climatique
- Environnement au niveau du quartier et à la parcelle
 - Effet îlot de Chaleur/Fraîcheur Urbain avéré
 - Aménagements extérieurs (cours minérale ou végétale)

Méthode toile d'araignée

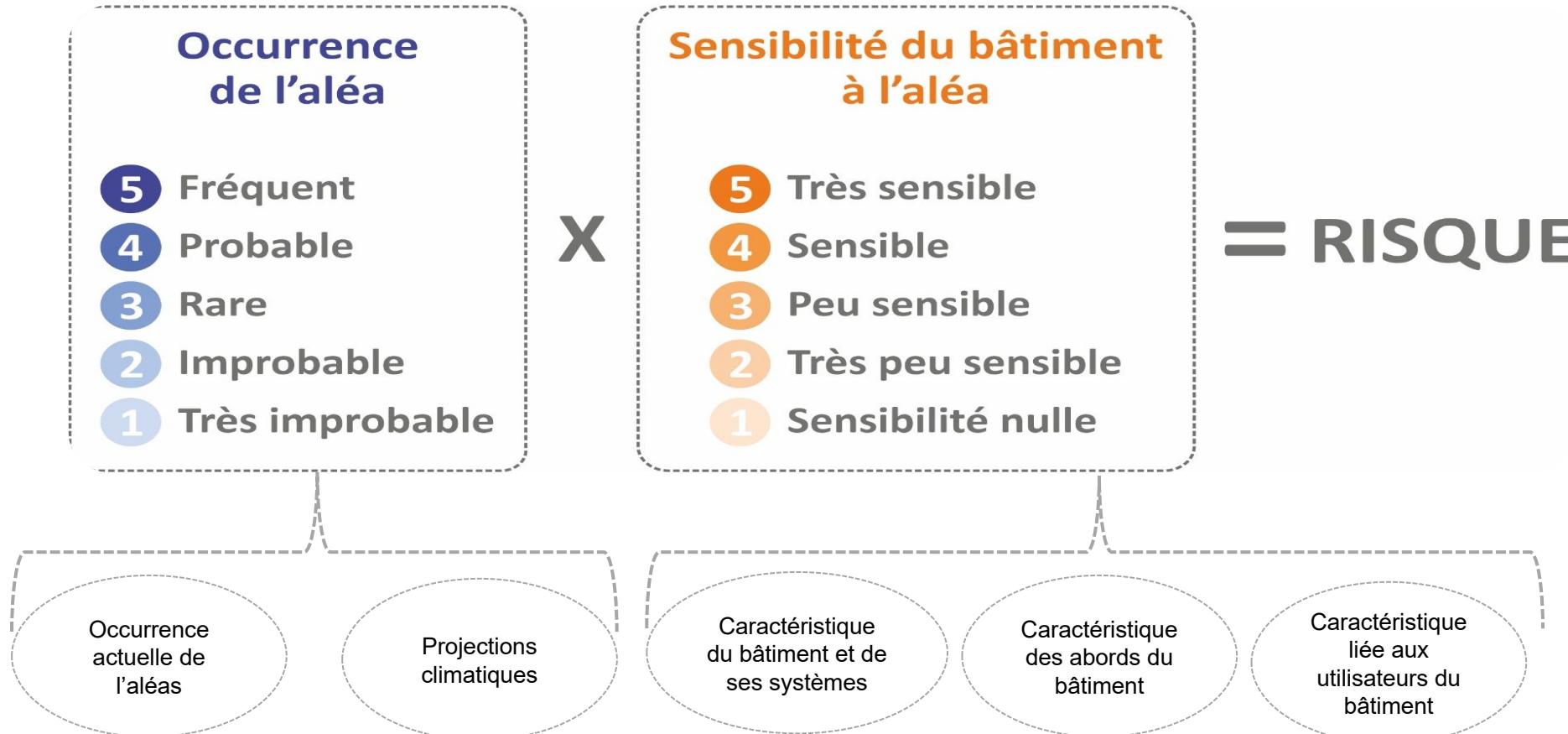
— Bâtiment avant travaux et modifications des usages

— Bâtiment après travaux et modification des usages*



DIAGNOSTIC DE CONFORT D'ETE (MAI 2024) – Ecole maternelle et primaire	
Date permis de construire ou mise en service : 1994-1996	
Adresse : 1	0,28 °C
Vulnérabilité selon méthode par points du Cerema	4/5, sensibilité forte
	Présence inconforts avérés : OUI, localisation, tout le bâtiment mais plus particulièrement en façade sud et d'autant plus la classe localisée au pignon sud-est
Protections solaires : protections solaires présentes, mais avec de nombreux dysfonctionnements, des casquettes seraient complémentaires	
Possibilité d'une sur-ventilation nocturne par ouverture des fenêtres : Oui	
Ventilation mécanique : Non (seulement pour les pièces humides et extension)	
Equipement en climatisation : Non	
Brasseurs d'air : Non, hauteur compatible	
Pourtour : partiellement végétalisé	
Commentaire : Murs isolés par l'intérieur, toiture bac acier très faiblement isolée, menuiserie DV	
Toile d'araignée confort d'été : amélioration des protections solaires, remplacement des bacs acier ou mise en place d'un faux-plafond en plaques de plâtre avec isolant, mise en place de brasseurs d'air et amélioration de la sur-ventilation nocturne	

Méthode à points : notation du risque



EXEMPLE Canicule :

- Cotation de 1 à 5 de chaque élément impactant la sensibilité (murs, masques, ...)
- Pondération de chacun de ces éléments
- Recalage de la note en fonction d'autres paramètres (ilot de chaleur, climatisation, ...)

Méthode à points : notation de la sensibilité du bâtiment

- Cotation du bâtiment sur toutes les catégories :

- Protections solaires
- Masques
- Murs verticaux
- Menuiseries
- Toitures
- Plancher bas
- Ventilation
- Inertie
- Apports internes
- Pourtour
- Présence SHED / Verrières

Cotation	1	2	3	4	5
Masques	Présence masques sur 3 orientations Sud/Ouest/Est	Présence masque au Sud	Présence Masques Est/Ouest	Aucun masque, bâtiment peu vitré	Aucun masque, bâtiment fortement vitré

Méthode à points : récapitulatif du classement des écoles

Classement de la vulnérabilité des bâtiments à la surchauffe

Conclusion: Aucun bâtiment avec une sensibilité faible (tous moyenne à forte)

NOTA: notation de la vulnérabilité à la surchauffe indépendante de la localisation en France métropolitaine

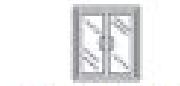
Référence - Bâtiment « idéal » : une construction récente optimisée pour le confort d'été

Environnement extérieur	Equipement	Note méthode Cerema
Pourtour non végétalisé	Double flux	2,73
Pourtour entièrement végétalisé	Double flux	2,5
Pourtour entièrement végétalisé	Double flux + brasseurs d'air + ouverture des fenêtres et occupants sensibilisés à l'ouverture	1

Désignation du bâtiment	Note brute vulnérabilité	Photos
Ecole primaire Maurice Alice	4,0	
Groupe scolaire Goscinny	3,8	
Ecole Saint Exupéry	3,6	
Jacqueline de Romilly	3,4	
Groupe scolaire Vagliano	2,9	
Maison des associations	3,6	
CCAS	3,5	
Service voirie (bureaux)	3,2	
Police municipale	3,2	
Direction environnement	3,1	

Méthode PCC : Pourquoi ça chauffe ?

PROTEGER



Protection des bâties



École primaire Maurice Alice



Isolation de la toiture



Sécurité intrusion



Flux d'air traversant



Triage thermique



Végétation



Chaleur urbaine



DECHARGER

RECHARGED

ICU

Vulnérabilité



École commune Jacqueline de Romilly



École maternelle René Goscinny



Analyse des propositions des audits énergétiques sous l'angle du confort d'été

Préconisations audit	Ecole retenues	Conséquences en termes de confort d'été
Isolation toiture terrasses	GS Goscinny, Miniconi, Saint Exupéry, Maurice Alice	Très favorable pour le confort d'été (de préférence isolation en surface qu'en sous-face)
Isolation combles perdus	Vagliano , Miniconi,	Très favorable pour le confort d'été
Remplacement des menuiseries	GS Goscinny, Vagliano, Miniconi, Saint Exupéry, Maurice Alice	Faible amélioration (surtout avec la présence de protections solaires)
CTA ou VMC double flux	GS Goscinny, Vagliano, Miniconi, Saint Exupéry, Maurice Alice	Favorable mais faible (les débits d'air ne peuvent pas être équivalents à une surventilation nocturne fenêtres ouvertes)
Relamping Led	GS Goscinny, Vagliano, Miniconi, Saint Exupéry, Maurice Alice	Favorable car la limitation des apports internes
Isolation mur ITE	Vagliano, Miniconi Saint Exupéry	Faible et doit être accompagné d'une sur-ventilation nocturne
Isolation plancher bas	GS Goscinny, Vagliano Miniconi, Saint Exupéry, Maurice Alice	Légèrement défavorable pour le confort d'été
Isolation mur ITI	Bâtiment G Maurice Alice	15 cm de laine de roche en ITI préconisé sur ce bâtiment inscrit au patrimoine culturel : inertie non mobilisée, possibilité de surchauffe en l'absence de sur-ventilation nocturne, augmentation du risque de condensation dans le mur.

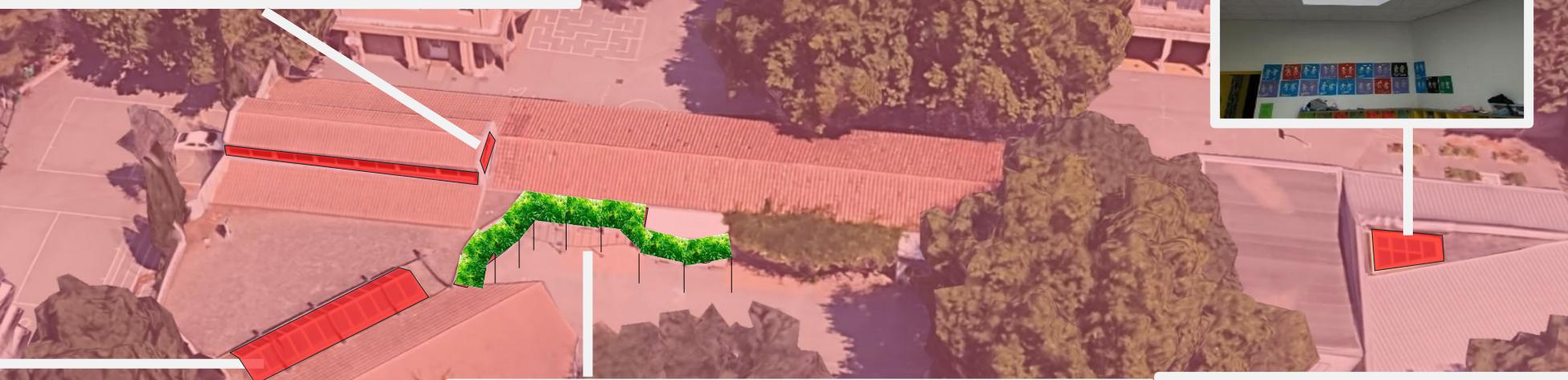
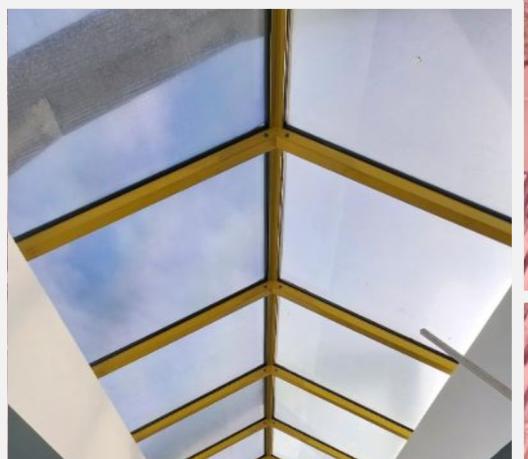


Protéger
le bâtiment





Repérage des surfaces vitrées non protégées



Ajout de volet de verrière



Ajout treille et plantes grimpantes

Possibilités de protections solaires



Dissiper la chaleur
et ventiler en faisant
circuler l'air frais





La stratégie de surventilation nocturne consiste à ouvrir les fenêtres au rdc donnant sur le couloir. Ces fenêtres sont oscillantes et trop petites pour une intrusion. Ouvrir les skydomes pour créer un tirage thermique



Aménager la parcelle



Le couvert végétal couvre la moitié de la cour de récréation.
La quasi-totalité de la cour est minérale.

Une opération de renaturation de la cour serait à envisager. A minima la pergola de cour pourrait être végétalisée. Et complétée par une deuxième treille devant la baie vitrée





Organiser
les usages



Mise en place d'un plan d'urgence lors d'une vague de chaleur dans l'état existant :

Ces mesures ont vocation à être appliquées de façon temporaire et à titre dérogatoire pendant les périodes de vague de chaleur afin de limiter les températures maximales à l'intérieur des salles de classe. Ces mesures doivent être appréhendées au regard du rapport risque / bénéfice qu'elles entraînent



Protéger
le bâtiment

Réaliser une protection « temporaire d'urgence » sur les fenêtres sud et la verrière en cas de vague de chaleur



Dissiper la chaleur et ventiler en faisant circuler l'air frais

Créer un courant d'air traversant pendant toute la nuit entre la salle de classe et les ouvrants de désenfumage en laissant la porte de la classe ouverte pour assurer le transfert.



Mise en place d'un plan d'urgence lors d'une vague de chaleur dans l'état existant :

Ces mesures ont vocation à être appliquées de façon temporaire et à titre dérogatoire pendant les périodes de vague de chaleur afin de limiter les températures maximales à l'intérieur des salles de classe. Ces mesures doivent être appréhendées au regard du rapport risque / bénéfice qu'elles entraînent



Jouer sur les vitesses d'air pour accélérer l'évapotranspiration à la surface de la peau :

Installation de brasseurs d'air ou utilisation de ventilateur dans la salle de classe. Ces dispositifs ne changent pas la température de la pièce il favorise la capacité du corps à diminuer sa température. En les couplant avec un petit brumisateur rechargeable, la sensation de fraîcheur est encore augmentée.



Conduction de la chaleur des pieds vers le sol :

En position statique de travail, le contact direct avec un sol à forte effusivité permet de dissiper la chaleur du corps.



Mise en place d'un plan d'urgence lors d'une vague de chaleur dans l'état existant :

Ces mesures ont vocation à être appliquées de façon temporaire et à titre dérogatoire pendant les périodes de vague de chaleur afin de limiter les températures maximales à l'intérieur des salles de classe. Ces mesures doivent être appréhendées au regard du rapport risque / bénéfice qu'elles entraînent



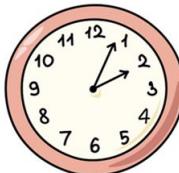
Favoriser des vêtements adaptés

Vêtements amples : Préférez des vêtements larges qui permettent une meilleure circulation de l'air entre le tissu et la peau, facilitant ainsi la dissipation de la chaleur corporelle. Les vêtements serrés peuvent piéger la chaleur et la transpiration, augmentant l'inconfort.



Les écoliers s'adaptent à la canicule - lindependant.fr

Couleurs claires : Portez des vêtements de couleurs claires qui réfléchissent la lumière du soleil et réduisent l'absorption de chaleur, contribuant ainsi à maintenir une température corporelle plus basse, surtout lors des récréations.



Adapter les horaires : 8h - 15H (Ex : Montélimar math français le matin)

DONNER MANDAT AUX USAGERS



- Durée de la dérogation : Maintenir des mesures pour toute la durée de l'alerte, avec une prolongation possible de 24 heures après la fin de l'alerte pour un retour progressif à la normale.

4. Responsabilités des Parties Concernées

- utilisateurs du bâtiment : Respecter les consignes de sécurité et de gestion thermique, signaler toute anomalie et adopter des comportements favorisant le confort thermique (fermeture des stores, ...).

In œuvre les adaptations autorisées, surveiller les systèmes et communiquer régulièrement avec les utilisateurs sur les r régulièrement le bon fonctionnement des systèmes de tifs de sécurité (alarmes et skydomes).

rt Temporaire des fenêtres en mode oscillo-battant pendant la nuit, avec e mouvements aux étages supérieurs pour éviter les ntenant la sécurité au rez-de-chaussée. illation de ventilateurs, brasseurs d'air, et utilisation de fraîcheur. l'urgence : Utilisation de couvertures de survie, fixées avec te tournée vers l'extérieur, pour réduire l'entrée de chaleur is de déclenchage : Utilisation manuelle ou automatique pés de déclencheurs gaz) pour améliorer le tirage p.

Dérogation trois ans à compter de la date de signature et peut être tions climatiques et des retours d'expérience des

iment :

Mandat pour Dérogation Temporaire aux Règles en Période de Canicule et Vague de Chaleur

Établissement concerné [Nom de l'établissement]

1. Contexte Climatique et Nécessité de la Dérogation

Les données météorologiques montrent une augmentation continue des températures, atteignant plus de 40°C lors des périodes de canicule. Selon les projections climatiques, ces vagues de chaleur deviendront plus fréquentes et intenses, augmentant les risques de surchauffe dans les bâtiments publics de la région. Face à cette situation, des mesures temporaires de dérogation aux règles existantes sont nécessaires pour assurer la sécurité, le confort, et la santé des utilisateurs pendant les épisodes de vague de chaleur.

2. Dérogations Temporaires Autorisées

Pour optimiser le confort thermique durant les périodes de canicule, les règles suivantes peuvent être temporairement modifiées :

1. Ajustement des horaires de cours et des salles : Possibilité de déplacer certains cours à des horaires plus favorables (ex. matinées plus fraîches) ou dans des salles mieux adaptées thermiquement.
2. Fermeture temporaire des classes critiques : Fermeture des classes particulièrement exposées à la chaleur lorsque les conditions climatiques deviennent extrêmes.
3. Utilisation accrue des équipements de ventilation et de climatisation : Application de stratégies de surveillance nocturne, telles que l'ouverture des fenêtres en mode oscillo-battant et la création de courants d'air traversants.
4. Adaptation des règles de sécurité concernant les systèmes d'alarme : Désactivation des alarmes de détection de mouvements aux étages supérieurs pour permettre une ventilation nocturne traversante tout en maintenant les alarmes actives au rez-de-chaussée pour prévenir les intrusions. Cette mesure permet de rafraîchir les espaces tout en maintenant un niveau de sécurité adéquat contre les intrusions.
5. Assouplissement des règles de tenue vestimentaire : Autorisation de vêtements légers et adaptés aux conditions de chaleur, comme des vêtements amples et de couleurs claires.
6. Accès aux espaces climatisés : Utilisation d'espaces spécifiques équipés de climatisation pour permettre aux utilisateurs de se rafraîchir.
7. Réorganisation temporaire des espaces de travail et d'accueil : Installation de ventilateurs, brasseurs d'air, et brumisateur pour améliorer le confort thermique.

3. Conditions d'Application des Dérogations

Les dérogations sont mises en place selon les critères suivants :

- Déclaration de canicule : Activation des mesures à partir de l'émission d'une alerte canicule par Météo-France.
- Seuls de température : Mise en œuvre lorsque les températures diurnes dépassent 35°C et restent au-dessus de 20°C pendant au moins 48 heures consécutives.



Iara LE SAUX – Groupe Énergies Territoires Bâtiments

iara.le-saux@cerema.fr