

# CONFORT D'ÉTÉ

DES SOLUTIONS  
DURABLES POUR  
DES BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS FACE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE

**LES ACTES  
DU COLLOQUE**

© Robert Lememeyer / Blikkiesdorp Architecte : Carin Smuts

envirobat **bdm**

**envirôbat**  
OCCITANIE

**ville  
aménagement  
durable**

(R)éveillons nos pratiques



Rédaction : Codexa et EnvirobatBDM  
Couverture : Blikkiesdorp On Ocean View, 2005, Seapoint, Cape Town, Afrique du Sud.  
Architecte : Carin Smuts © Robert Lermeyer Photography Inc.  
Visuels de la conférence inspirante : © Carin Smuts CS Studio  
Photographies de l'événement : © Bastien Labat – Maquette : Alkantara Communication  
Les visuels des plénières et ateliers sont issus des supports de présentation.  
Imprimé par OnPrint – Décembre 2024



# BÂTIFRAIS

Colloque confort d'été dans  
les bâtiments et les quartiers 2024

<b>Introduction</b>		4
<b>Conférence inspirante</b>	Résilience architecturale aux changements climatiques	6
<b>Occuper</b>	Projet d'occultation solaire dans une copropriété à fort enjeu patrimonial	8
<b>Occuper</b>	Retour d'expérience	10
<b>Explorer</b>	Accompagnement à la prise en compte de la surchauffe urbaine	12
<b>Explorer</b>	Comment quantifier l'îlot de chaleur urbain en zone patrimoniale	14
<b>Explorer</b>	Perf in mind	16
<b>Rafraîchir</b>	Rafraîchissement adiabatique	18
<b>Rafraîchir</b>	Projet Renoptim	20
<b>Perdurer</b>	Projets de l'atelier de l'Entrelacs	22
<b>Perdurer</b>	Du goût de la performance au coût de la performance	24
<b>S'évader</b>	La frugalité et le bioclimatisme au service des bâtiments viticoles	26
<b>S'évader</b>	Réhabilitation d'un petit patrimoine	28
<b>Table ronde</b>	Approche sociologique du confort d'été	30
<b>Photos de la journée</b>		32
<b>Typologie des participants</b>		34
<b>Les intervenants</b>		35



**Sébastien  
GEORGIS**  
Adjoint au maire  
Ville d'Avignon  
Co-président  
EnvirobotBDM



**Alain  
DENAT**  
Président  
Envirobot Occitanie



**Fabienne  
BOYER**  
Administratrice  
Ville & Aménagement  
Durable



**Hakim  
HAMADOU**  
Ingénieur expert  
Ademe Occitanie

## Mots de bienvenue

Abrités derrière la prestigieuse enceinte du Palais des Papes à Avignon, les quelques 350 participants à la 9<sup>e</sup> édition de BâtiFRAIS ont bravé le mistral qui souffle sur la Provence ce vendredi 13 septembre 2024 pour échanger autour du confort d'été. Et comme l'enjeu ne touche plus uniquement le bassin méditerranéen, les centres de ressources Ville & Aménagement Durable (région Auvergne-Rhône-Alpes) et Envirobot Occitanie se sont alliés à EnvirobotBDM pour organiser ce colloque qui partage retours d'expériences et solutions pour mieux construire ou aménager. Une coalition vouée à perdurer pour mieux relever le défi. En effet, quelques jours avant, l'observatoire Copernicus a révélé que l'été 2024 a été le plus chaud jamais mesuré sur l'hémisphère nord, dépassant les précédents records de 2023.

Face à ce triste constat, BâtiFRAIS se doit de poursuivre sa mission pour le confort de tous les habitants de ces villes et bâtiments. Avec sa riche expérience d'architecte en Afrique du Sud, **Carin Smuts**, invitée d'honneur, nous rappelle qu'il est important de concevoir pour, mais surtout avec, celles et ceux qui vivent les projets.



**Sébastien Giorgis** est très heureux d'accueillir les participants et alerte sur le fait que les constructeurs actuels ont encore beaucoup à apprendre de ce qui s'est fait dans le passé en termes d'inertie thermique. Avignon, une des villes les plus chaudes en 2023, est une ville méditerranéenne qui a plutôt tendance à s'inspirer des pays du sud comme le Maroc où la Médina de Marrakech fait figure d'exemple d'architecture bioclimatique. Il existe un risque de banalisation mondiale de la réponse aux enjeux bioclimatiques. Chaque ville, chaque site, chaque situation est pourtant unique et appelle une solution spécifique. Les savoir-faire en matière de construction bioclimatique sont donc désormais aussi importants que les savoir-faire en matière d'architecture et d'ingénierie.

Du fait du développement des transports, la banalisation des villes est en cours, conduisant notamment à la standardisation des quartiers et des écoquartiers. Ce qui est « déjà là » dans les villes doit plutôt inspirer les nouveaux constructeurs et les conduire vers une architecture et un idéalisme contemporains et uniques.

La ville d'Avignon se démarque à bien des égards. De forme humaine, très adaptée à la circulation du vent, elle est à la fois très minérale et végétale. Elle est construite avec des matériaux locaux. Mais surtout elle se démarque par une culture unique qui est transmise par les faiseurs. C'est autour de ces trois dimensions, forme humaine, matériaux et culture du bâti, que vont s'organiser les ateliers de cette journée.

**Alain Denat** se félicite du rapprochement d'Envirobot Occitanie vers EnvirobotBDM, notamment pour coordonner l'événement BâtiFRAIS avec le soutien de l'Ademe Occitanie et de la Région Occitanie qui se sont engagées sans la moindre hésitation.

Adapter les espaces de vie dans la rénovation et dans le neuf est important, mais aussi faire évoluer les modes de vie. Et l'utilisation des villes et du bâti est un facteur déterminant de cette démarche. Enfin, il est instructif de se tourner vers les régions du sud, notamment la Catalogne où la gestion de l'eau et l'adaptation aux vagues de chaleur sont des éléments structurants de la vie humaine.





Carin Smuts et  
Robert Célaire  
en traducteur



**Fabienne Boyer** souligne que le réseau Ville & Aménagement Durable participe pour la première fois à BâtiFRAIS, et ce dans une démarche volontaire de partage et de retour d'expérience. Plus que jamais, le confort d'été est à la croisée des enjeux sociaux, des modes de vie et des questions paysagères, urbaines et architecturales. Et plus que jamais le confort d'été oblige à partager les expériences et à redéfinir le dessin des aménagements et le rapport à la matière.

**Hakim Hamadou** est très heureux que les trois centres de ressources aient pu s'associer à l'organisation de l'événement, dans un souci de mutualisation de moyens et de compétences pour faire mieux. L'Ademe et Ville & Aménagement Durable réfléchissent depuis quelques années à la manière de mieux accompagner les opérations de retours d'expérience, et ce pour combler le déficit de retours d'expérience et de données qualitatives sur les réussites et les échecs, tant du point de vue technique que sociologique.

Un programme a été initié en AURA, en y associant trois autres régions (PACA, Occitanie et Nouvelle Aquitaine) et le Cerema. Son ambition est de mettre en place un accompagnement sur l'adaptation des bâtiments existants, en ciblant en particulier les bâtiments tertiaires socio-sanitaires comme les EPAHD, les hôpitaux, les crèches et les écoles. Il vise l'amélioration des enveloppes des bâtiments sans s'interdire de recourir à des systèmes plus doux, comme les brasseurs d'air, ou à des équipements de froid actif à condition qu'ils soient performants. Il prévoit notamment de beaucoup investir dans le suivi et l'évaluation des résultats.





**Carin SMUTS**  
Architecte sud-africaine  
CS Studio

## Résilience architecturale aux changements climatiques : le rôle essentiel de l'humain

Carin Smuts explique que sa conférence portera principalement sur la résilience des êtres humains dans un contexte de changement climatique et sa déclinaison au niveau de l'architecture et du bâtiment, domaine dans lequel elle intervient depuis plus de trois décennies. Selon elle, cette résilience humaine est déterminante, car elle conditionne leur capacité d'agir. L'Afrique du Sud compte 61 millions d'habitants, parmi lesquels un très grand nombre de personnes sans emploi. La résilience des Sud-Africains représente donc un enjeu de taille au niveau local.

Comptant 12 langues traditionnelles parlées, l'Afrique du Sud est riche d'une grande diversité culturelle qu'il est indispensable de comprendre et de préserver. Le peuple Khoisan, qui est un des plus anciens en Afrique, fait partie de ces peuples dont l'homme moderne a tant à apprendre. Ayant participé à de multiples ateliers à travers le monde, Carin Smuts s'est rendu compte qu'il était bien plus pertinent et donc efficace de mobiliser les personnes pour trouver des solutions que de leur apporter des solutions : c'est une des conditions essentielles de « l'empowerment » c'est-à-dire leur capacité à s'approprier le projet dans toutes ses dimensions. Selon Carin Smuts, la durabilité dépend de trois composantes indissociables, quel que soit le contexte : sociale, économique et environnementale. Elle a donc choisi de construire toute son action sur la participation effective des populations concernées, plutôt que sur un travail conceptuel et constructif classique « descendant » qui s'avère bien moins pertinent.

Carin Smuts présente plusieurs projets architecturaux pour montrer comment se déclinent concrètement ses partis pris.

### Utiliser les ressources locales

Dans un village isolé au nord de l'Afrique du Sud, un projet d'habitations a été l'occasion d'utiliser des matériaux locaux et de faire travailler des habitants, dont dix étaient sans emploi, encadrées par des moniteurs. Mobiliser les ressources locales, qu'elles soient matérielles ou humaines, était à la fois indispensable, compte tenu de l'isolement du village, et vertueux, car le projet a permis aux habitants de se mobiliser pour leurs propres maisons et de réaliser un ouvrage magnifique. Plutôt que d'acheter des panneaux acoustiques, il a été demandé à des artistes locaux de fabri-

quer de grands tapis. Les habitants ont pu ainsi décorer eux-mêmes les maisons et l'argent a pu bénéficier à la communauté.

Le *Guga S'Thebe art and cultural centre* a été construit en 1999. Il s'agit d'un petit bâtiment. Sa conception est fondée sur des entretiens, des ateliers et des rencontres publiques, qui ont permis à de nombreuses personnes d'apporter leur contribution. Ce sont les habitants de la région qui ont construit l'intégralité du bâtiment. Ils avaient été mobilisés dans un rayon de 6 km et les matériaux dans un rayon de 30 km. Le gouvernement a obligé les porteurs du projet d'installer la climatisation à l'intérieur du bâtiment, mais celle-ci n'a finalement jamais été raccordée...



*Eerstetreedjies, Komaggas Namaqualand*

Le projet de la clinique de Delft s'accompagnait de l'objectif d'engager les personnes locales, car le taux de chômage était particulièrement élevé dans cette région. Il a été plutôt aisé de trouver des personnes compétentes pour travailler sur le projet. Les jeunes se sont également investis, notamment pour décorer les murs. Là aussi, la climatisation n'a jamais été utilisée, car le bâtiment est conçu entièrement sur des principes bioclimatiques de protection solaire et de ventilation naturelle.

### Recycler

L'artiste Bester a demandé à Carin Smuts de lui construire sa maison, en plaçant son studio au centre. Entièrement passive, sans aucune ventilation électrique et avec un apport de lumière naturelle dans toutes les pièces, elle devient une sorte de galerie que les touristes viennent visiter.

Lien vers le support  
de présentation







Autre projet, dans le parc naturel de Grootvadersbosch, il s'agissait de transformer 21 habitations anciennes en 11 chalets pour les touristes, dont trois accessibles aux personnes à mobilité réduite. Il était indispensable de concevoir des habitations accessibles à tous. Deux amis de Carin Smuts, qui sont handicapés, ont apporté une aide précieuse au projet. Une dizaine de personnes venues du village le plus proche sont intervenues et ont entièrement démonté chacune des anciennes habitations.



Guga S'thebe childrens theatre, Langa



## Collaborer

En 1989, 38 jeunes de la région de Langa, qui vivaient dans des conditions terribles, se sont entretenus. Leur violence était notamment due au fait qu'ils sniffaient de la colle. Le fabricant de cette colle a été contacté pour qu'il modifie la composition de la colle, ce qu'il a fait. Les bagarres et les assassinats ont stoppé. C'est à ce moment-là que le Ulwazi Youth Centre a été construit. Les jeunes de la région ont été impliqués dans le projet et le succès a été extraordinaire. De nouvelles activités ont proposées aux jeunes. Certains d'entre eux sont même allés à l'université. L'enjeu, considérable, de la démarche du projet architectural, était de contribuer à faire de ces jeunes des citoyens.

En conclusion, Carin Smuts évoque un projet mené en France dans lequel les habitants se sont fortement impliqués et dont la démarche de conception a été particulièrement stimulante, mais qui n'a finalement pas pu aboutir à cause de considérations politiques...

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

*Les architectes essaient souvent de faire participer les populations concernées par le projet, mais beaucoup de barrières politiques freinent la démarche, notamment parce que le politique est éloigné du concret. Comment faire se rencontrer le politique et le concret ?*

Nelson Mandela a créé une véritable politique pour la reconstruction et le développement de l'Afrique du Sud, qui avait d'ailleurs donné lieu à un ministère spécifique. Pendant les dix premières années où il était au pouvoir, cette politique encourageait les personnes à travailler ensemble et créait une dynamique extrêmement stimulante. Le rôle de Nelson Mandela a donc été déterminant.

### Quel est le climat de l'Afrique du Sud ?

Le climat de la Région du Cap, où nous réalisons une grande partie de nos projets, est de type méditerranéen. D'autres régions d'Afrique du Sud ont un climat plus tropical, notamment en remontant le long de la côte est du pays, tandis qu'à l'intérieur des terres, dans de nombreuses régions, l'effet de l'altitude accentue une alternance entre saison froide et saison chaude.

Comme presque partout ailleurs dans le monde, le changement climatique provoque des inondations, des chutes de neige en hiver et des pics à 40°C en été.

*Le pays est-il soumis à des contraintes, comme les nuits tropicales, qui limiteraient le potentiel de rafraîchissement passif ?*

Le climat au sud du pays est méditerranéen. Il pose autant le problème de la gestion du froid que du chaud. Mais dans les provinces du nord, les conditions étant plus tropicales, l'enjeu est plutôt la chaleur et les pluies. Le climat en Afrique du Sud peut être très différent d'une région à l'autre, ce qui conduit parfois les architectes à proposer des systèmes très sophistiqués alors qu'ils ont des budgets limités. De notre côté, nous tentons de fournir des réponses bioclimatiques et passives.

À ce propos, des systèmes de climatisation high-tech avaient été installés dans le projet de la clinique à Delft, mais les usagers ne les ont finalement pas utilisés, ce qui dénote une tension entre la réponse technique pendant la construction et la manière de s'approprier l'espace pendant la vie du bâtiment.

[Retrouvez le comparatif entre les climats de Marseille et Cape Town dans l'EnviroBOITE.]

*Avez-vous échangé sur le sujet avec les techniciens et ingénieurs ? La collaboration ne pourrait-elle pas être étendue avec le monde technique ?*

Les ingénieurs climaticiens en Afrique du Sud coûtent très chers et il est impossible de travailler avec eux sur les projets que je mène car les montants d'honoraires sont très faibles. C'est pourquoi ces spécialistes ne sont pas impliqués. Je suis tout à fait d'accord sur la nécessité d'encourager ces professionnels à travailler ensemble pour protéger l'environnement. Il est à espérer que les prochaines générations puissent le faire en Afrique du Sud, comme c'est le cas en Europe.



**Dorian  
LITVINE**

Consultant chercheur en AMU  
et approches comporte-  
mentales



**Cathy  
GOPAL**

Directrice clientèle copropriété  
Foncia



**Franc  
MONIER**

Architecte DPLG  
et copropriétaire

## Mener un projet d'occultation solaire dans une copropriété à fort enjeu patrimonial : les enseignements pratiques d'une démarche sociotechnique

### Contexte

Le bâtiment de Port Juvénal est situé dans le quartier Antigone, quartier emblématique de Montpellier. Conçu par Ricardo Bofill dans les années 1980, il possède une façade avant largement vitrée, sans volet et sans masque végétal. Il est constitué de 412 logements répartis en 9 copropriétés et dont le socle commun est une union de syndicats. La configuration en arc de cercle de cet ensemble immobilier induit un ensoleillement conséquent et progressif au cours de la journée, avec une ventilation nocturne difficile et une climatisation parfois impossible à installer.

### Enjeux

Le projet d'occultation solaire doit répondre à plusieurs enjeux :

- répondre à un inconfort d'été croissant sans dépasser le seuil d'inconfort de 28 °C
- respecter une architecture emblématique et indissociable de l'histoire de Montpellier, dont l'image est la propriété du cabinet Ricardo Bofill
- trouver un compromis pour un ensemble de propriétaires qui ne sont pas exposés de la même manière, n'ont donc pas les mêmes besoins ni les mêmes moyens financiers
- protéger la valeur patrimoniale du bâtiment
- préserver la qualité de vie et de mixité sociale

Les objectifs techniques secondaires du projet sont : réduire la précarité énergétique, proposer une solution technique tenant compte des moyens financiers et des besoins de chaque copropriétaire, permettre une ventilation diurne et nocturne fenêtres ouvertes, offrir de l'intimité, doser la lumière, protéger les menuiseries, requalifier les façades vieillissantes.

Cette copropriété est soumise à d'importantes nuisances sonores (grands bars de nuit et une avenue très fréquentée par les bus) qui rendent difficile de décharger le bâtiment pendant la nuit.

Face à l'ensemble de ces difficultés, une mission d'assistance à maîtrise d'usage (AMU) a été souhaitée par une partie des copropriétaires.

### Parties prenantes

Le projet compte de très nombreux acteurs internes : copropriétaires, Conseil de l'Union, Commission travaux exceptionnels (CTE), sous-groupe information/organisation, Syndic de gestion Foncia et Association Vivre l'Esplanade de l'Europe. Ainsi que des acteurs externes : AMU, Laurent Huët architecte DPLG et CoO Architectes, cabinet Bofill, services d'urbanisme de la Ville, architecte des bâtiments de France, ALEC, CAUE 34 et Région Occitanie.

La Commission de travaux exceptionnels a été créée pour faire vivre la communauté, tenir compte du point de vue des différents copropriétaires et répondre à leurs interrogations. Elle a été en quelque sorte le moteur du projet, en y apportant à la fois des compétences et un soutien précieux pour poursuivre la démarche. Elle a surtout permis à certains copropriétaires, notamment ceux qui étaient dans l'opposition totale, de discuter et d'accepter la vision des autres.

### Étapes du projet

Les quatre temps forts du projet : 2014, début de la réflexion / 2020, lancement de l'étude de faisabilité / 2023, accord de principe du cabinet Bofill pour expérimenter les brise-soleil orientables (BSO) / été 2024, pose du prototype de BSO.

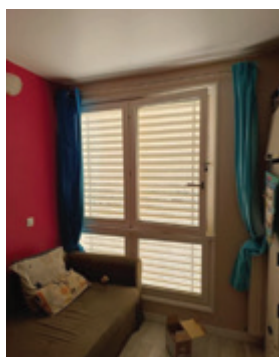
Parmi les réponses techniques proposées par l'architecte, le brise-soleil orientable à lame relevable est celle qui a été retenue par la majorité des membres de la Commission travaux exceptionnels, chargée de piloter l'étude de faisabilité. Ce type de brise-soleil fonctionne grâce à un mécanisme dissimulé sous le nez de plancher qui est légèrement prolongé vers l'extérieur.

Il permet à la fois de réduire l'exposition au soleil, de réguler la luminosité et de ventiler naturellement l'appartement, tout en s'intégrant visuellement à la façade néo-classique du bâtiment. Le cabinet Bofill a accepté cette proposition, sous réserve qu'un prototype soit testé pour en démontrer l'efficacité. La conception du prototype a été une étape particulièrement instructive pour les porteurs du projet, qui a abouti à une solution fonctionnelle. Il a été installé en juillet 2024 pour une durée d'un an. À ce jour, les retours sont très satisfaisants. Le prototype doit permettre de perfectionner la solution technique, d'obtenir un retour d'expérience réel sur le confort ressenti, d'affiner le coût final de l'équipement,

Lien vers le support  
de présentation







Le prototype de brise-soleil orientable



Mise en place d'un accompagnement AMU

Concernant la pose du prototype, il a fallu déterminer le logement témoin à équiper sur la base d'un certain nombre d'exigences, notamment celle du cabinet Bofill de reproduire à l'identique la trame du mur rideau. Une sonde thermique a été installée dans le logement témoin et dans la chambre mitoyenne non équipée d'un BSO. Un carnet de bord d'auto-évaluation a été proposé aux propriétaires volontaires pour qu'ils retranscrivent leur ressenti. Des visites des logements sont également organisées pour les copropriétaires et pour les autres parties prenantes du projet. Les premières températures enregistrées dans le logement témoin sont légèrement inférieures à celles enregistrées dans la chambre attenante (entre -1 à -1,5 °C). Les propriétaires du logement témoin disent ressentir une réelle différence en termes de confort (ambiance très agréable dans le séjour, luminosité moins forte et nuisances sonores réduites grâce aux brises soleils). Ils soulignent toutefois que l'usage de brasseurs d'air en complément des BSO accentue la sensation de confort.

### Gestion du projet

Des difficultés ont été rencontrées comme la complexité de la démarche du projet, l'absence de pilote, le manque de culture collaborative au sein de la copropriété, la remise en cause systématique des avancées par un petit groupe de propriétaires. Ces problèmes ont pu être solutionnés par la mise en place d'une mission d'AMU qui a permis de co-produire divers documents et événements d'échange et d'information pour l'ensemble des propriétaires, de définir des modes de communications adaptés, de faciliter la co-construction du projet avec l'ensemble des acteurs et de développer l'autonomie dans le travail collaboratif.

Lire l'ensemble des difficultés et solutions apportées dans la présentation pp. 36-38.

### Mise en place d'un accompagnement AMU

La mission d'AMU s'est focalisée sur deux grands axes de travail : accompagner la conception et la diffusion des supports d'information et faciliter le processus de projet. Ils se sont déclinés en plusieurs actions : consolider le diagnostic initié par l'architecte, organiser des entretiens en vue d'objectiver la situation, animer le groupe information/organisation, organiser des ateliers participatifs et suivre l'expérimentation.

D'autres difficultés ont été rencontrées telles l'intégration de nouvelles missions en cours de route, l'absence de réelle volonté d'accompagnement par des membres de la CTE, le budget limité et la nécessité de rechercher des co-financements.

Deux actions sont toujours en cours : le travail sur la gouvernance partagée et l'organisation de l'atelier 3 de préparation de la prochaine AGE (assemblée générale exceptionnelle).

Des enseignements utiles ont été tirés de la démarche :

- patience, travail, culture collaborative et ouverture d'esprit sont nécessaires pour avancer sur ce genre de projet
- tenir compte de toutes des démarches divergentes du projet initial afin de cultiver l'échange et de permettre à chacun de trouver sa place

- s'entourer de professionnels dans les domaines technique, juridique et sociologique
- communiquer largement sur les avancées du projet pour assurer un niveau d'information homogène pour l'ensemble des parties prenantes
- rechercher l'appui des collectivités locales

La législation oblige désormais de réaliser un diagnostic de performance énergétique collectif ainsi qu'un plan pluriannuel de travaux. La protection solaire et le rafraîchissement pourraient donc intégrer ce diagnostic et ce plan, ce qui offrirait aux copropriétaires des axes d'amélioration de la qualité thermique de leur logement. Il serait également intéressant de communiquer sur un tel projet, notamment pour inciter d'autres copropriétaires à solliciter des aides financières institutionnelles, qui peuvent être très importantes, pour la rénovation de leur logement.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

**Un auditeur souligne l'importance, dans le cadre d'une réhabilitation, de pouvoir vérifier l'efficacité d'un prototype vis-à-vis des propriétaires, mais aussi de pouvoir remettre en question le « pouvoir intellectuel » de l'architecte dès lors qu'un bâtiment n'assure plus le confort de ses habitants.**

Franc Monier explique que le cabinet Bofill a tout de même fait un effort, car il est avéré que les bâtiments qu'il a conçus posent de grandes difficultés.

**Les parties prenantes ont-elles envisagé de modifier l'Esplanade qui est à ce jour un point chaud ?**

Les copropriétaires apprécient l'Esplanade dans son état actuel avec sa grande pelouse. Pour le moment, aucun projet de modification de l'Esplanade n'est envisagé.

**Qu'est-il prévu si le moteur du brise-soleil tombe en panne ?**

L'objectif du prototype est justement de lister les éventuelles difficultés rencontrées par les usagers et de réfléchir aux systèmes palliatifs. Tout volet roulant, dès lors qu'il tombe en panne, implique de faire intervenir une entreprise compétente. Le temps que cette entreprise réalise le diagnostic, commande les pièces et effectue les réparations, plusieurs semaines voire plusieurs mois se seront écoulés.

**Une solution alternative est-elle prévue si le cabinet Bofill ou la Ville refusait le projet de brise-soleil ? L'auditeur suggère de coller un film rejete de chaleur.**

Si cette solution n'est pas autorisée, de nouvelles devront être trouvées. Certains copropriétaires ont suggéré d'utiliser des BSO intérieurs. Une des limites de cette solution est qu'elle ne permet pas la ventilation et donc le rafraîchissement nocturne et qu'elle impose de changer toutes les menuiseries. Les films de protection sont aussi une possibilité, mais ne permettraient pas la ventilation et assombriraient la pièce. Si le projet n'aboutit pas, ces deux solutions seront envisagées. Ces équipements seraient beaucoup plus faciles à mettre en œuvre car totalement privatifs.



**Sébastien EYRAUD**  
*Responsable du service  
Transition Énergétique  
Communauté de  
communes Cœur  
de Savoie*



**Marion JACQUELIN**  
*Ingénieure en performance  
énergétique des bâtiments  
Ener'Bat*

## Retour d'expérience d'une intervention du confort d'été dans un bâtiment tertiaire suite à une rénovation

Le bâtiment étudié est l'Atelier des quais. Il se situe au sein de la Communauté de communes Cœur de Savoie, créée en 2014, et qui couvre un territoire rural montagneux. Depuis sa création, les élus ont porté une ambition forte d'engager le territoire vers de nouvelles pratiques, notamment en matière de transition écologique.

Dans le cadre du programme Territoire engagé pour la transition écologique, la Communauté de communes est d'ailleurs passée de 2 étoiles en 2013 à 4 étoiles en 2024. Ce programme engage les collectivités à œuvrer pour la transition écologique (réduction des consommations, amélioration de la gestion du patrimoine, sensibilisation des acteurs de la construction, etc.).

Avec l'aide de l'ADEME, Cœur de Savoie a en parallèle conçu un schéma directeur immobilier énergétique, toujours dans l'optique de mieux connaître son propre patrimoine. Enfin, en partenariat avec d'autres territoires alpins, elle a candidaté au programme SEQUOIA dont le but est d'aider les collectivités à mieux connaître leur patrimoine et à financer des audits énergétiques. Pendant quatre années, 77 audits énergétiques ont ainsi été réalisés sur ces territoires, dont 30 sur la Communauté de communes Cœur de Savoie.

### L'Atelier des quais

L'Atelier des quais est un bâtiment qui appartenait à la SNCF et qui a été entièrement rénové en 2017 pour y installer une pépinière de créateurs d'entreprises. Le bâti est composé de bureaux de 260 m<sup>2</sup> et d'ateliers de 190 m<sup>2</sup>. Bien qu'étant complètement rénové, ce bâtiment provoquait l'inconfort de ses usagers. La Communauté de communes disposait d'un budget d'environ 50000 euros pour améliorer sa qualité thermique et le rendre utilisable. Elle a donc décidé de recruter le bureau d'étude Ener'Bat pour réaliser un audit énergétique visant à comprendre comment le bâtiment fonctionnait et définir les solutions pour améliorer le confort d'été. Cet audit énergétique a décelé d'importants problèmes de ventilation, dus à la fois au sous-dimensionnement et à la mauvaise maintenance des équipements. Il a également relevé des températures, qui étaient la moitié du temps au-dessus de 27°C en juillet et août. Les conditions thermiques n'étaient donc pas acceptables pour l'exploitation du bâtiment.

La première étape de l'audit a été de rencontrer les usagers pour comprendre la manière dont ils vivaient le bâtiment et pour avoir une vision globale de sa gestion.

Le bureau d'études ayant pour principe de ne pas recourir à la climatisation et de favoriser les méthodes de rafraîchissement passives, quatre grandes solutions ont été proposées :

- Installer des brasseurs d'air, permettant de faire baisser la température ressentie jusqu'à 4 °C. Plutôt que de vraiment rafraîchir l'air, il s'agit d'améliorer ainsi le ressenti et donc le confort.
- Installer des protections solaires pour limiter les surchauffes.
- Remplacer la VMC simple flux par une VMC double flux adiabatique, l'objectif étant de ventiler le bâtiment pendant la nuit et le décharger thermiquement.
- Installer une climatisation dans le local serveur : pendant l'été, éviter les surchauffes; pendant l'hiver, récupérer la chaleur produite par les serveurs et la diffuser dans le reste du bâtiment.



L'Atelier des quais

Lien vers le support  
de présentation





Le système de  
surventilation nocturne

Plusieurs solutions ont été mises en œuvre :

- brasseurs d'air de type turbine, la hauteur limitée du bâtiment ne permettant pas d'installer des brasseurs d'airs classiques;
- protections solaires par films, la déclaration préalable ayant refusé les casquettes extérieures;
- VMC double flux avec surventilation nocturne programmée;
- climatisation réglée à 26°C dans le local serveur.

#### Le système de surventilation nocturne

Le retour d'expérience est plutôt positif, les usagers ayant senti une amélioration. Le suivi de la température sur les mois de juillet et août a montré de nettes améliorations (+50 % du temps au-dessus de 27°C en 2022 et 2023 à +20 % en 2024). La bonne gestion et la bonne maintenance des équipements par les usagers demeurent un enjeu pour garantir la performance du système sur le long terme, mais globalement le système est à la fois simple et passif (films et brasseurs) et offre un minimum de confort aux usagers. Les changements ont été plutôt modestes, mais ont tout de même permis de répondre à une situation inconfortable.

Désormais, la notion de confort d'été est prise en compte dès qu'un projet est engagé par une collectivité. L'enjeu est de maintenir cette préoccupation au premier plan tout au long du projet et de mettre en place un suivi lorsque le bâtiment est en exploitation de sorte que les usagers comprennent bien les enjeux.

Ce projet de l'Atelier des quais a également permis aussi aux acteurs de la Communauté de communes de monter en compétences et de prendre confiance.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

*L'environnement du bâtiment étant principalement minéral, les porteurs du projet ont-ils envisagé de le végétaliser ? L'auditrice note par ailleurs que le traitement des velux n'est pas évoqué.*

Il était délicat de modifier l'aménagement extérieur qui datait seulement de 2017. Toutefois, les mentalités évoluent et les usagers sont de plus en plus sensibles à l'impact de l'environnement du bâtiment, notamment la nature du sol (terre ou herbe plutôt que goudron), sur le confort intérieur. Concernant les velux, ils n'ont effectivement pas été traités dans le cadre du projet.

*Une auditrice rappelle que la présence de végétation, au delà de faire baisser les températures, joue sur l'impression de confort des usagers.*

*Les solutions ont-elles été simulées au préalable, notamment l'ouverture nocturne des menuiseries ?*

Les brasseurs d'air n'ont pas été simulés, mais la surventilation nocturne, les protections solaires et la climatisation de la salle serveur l'ont été.

*Ces simulations ont-elles été comparées avec les données en exploitation pendant l'été ?*

Les simulations n'ont pas été comparées avec les données en exploitation.

*Quelle isolation (intérieure ou extérieure) serait préconisée pour un bâtiment comme celui-ci avec des murs en pierre de 50 cm ?*

Il s'agit d'un bâtiment patrimonial très fréquenté, et, à ce titre, une isolation extérieure n'aurait certainement pas été acceptée. L'isolation dépend aussi de la volonté du maître d'ouvrage qui souhaite parfois conserver l'aspect extérieur du bâtiment.

*Comment est matérialisée la ventilation naturelle nocturne ? Cette ventilation ne fait-elle pas doublon avec la ventilation mécanique ?*

Les ouvertures du bâtiment ne permettaient pas de fonctionner uniquement avec la ventilation naturelle. Le projet a donc privilégié la ventilation mécanique, tout en laissant la possibilité d'utiliser la ventilation naturelle nocturne. Désormais, les collectivités privilégient toujours la ventilation naturelle en phase de conception.

*Un auditeur souligne l'importance de la montée en compétences des équipes en même temps que la maîtrise d'ouvrage. Il demande si des actions de communication sont prévues auprès des usagers, notamment avant chaque période de chaleur.*

Il est en effet important de maintenir le lien avec les usagers. La mise en place du plan de sobriété a été l'occasion de sensibiliser les usagers, notamment sur le coût financier du bâtiment dans un contexte de crise énergétique.

*D'autres solutions ont-elles été étudiées pour améliorer l'inertie du bâtiment ?*

La commande des élus consistait à ne pas modifier l'enveloppe et la configuration du bâtiment offrait peu de possibilités pour améliorer l'inertie thermique.





**Céline**  
**BIGI**  
*Facilitatrice et cheffe de projet*  
**Cerema**

## Accompagnement à la prise en compte de la surchauffe urbaine exemple de La Seyne-sur-Mer (83)

Céline Bigi a piloté en 2023 un projet visant à intégrer le phénomène de surchauffe urbaine dans les futurs réaménagements d'espaces publics du programme de renouvellement urbain des centres-villes de Toulon et de La Seyne-sur-Mer. Ce projet, mené pour le compte de la Métropole Toulon Provence Méditerranée, s'est fait dans une dynamique participative de co-construction, bien en amont de la maîtrise d'œuvre qui, elle, a été désignée en juin 2024. Le périmètre du projet comprenait un petit îlot d'habitat social dans le centre-ville de Toulon et un espace plus vaste dans le centre de La Seyne-sur-Mer. Pour conduire l'accompagnement et répondre aux besoins spécifiques de la Métropole, un dispositif sur-mesure a été imaginé, dont voici les principales étapes déployées à la Seyne-sur-Mer.

## Le premier séminaire

Le projet a débuté en mai 2023 avec un séminaire de co-construction d'un premier diagnostic au regard du phénomène de surchauffe urbaine. Il a réuni deux élus à l'Environnement et à la Citoyenneté de La Seyne-sur-Mer, des techniciens du service Habitat et Environnement de la Ville et du service Renouvellement urbain de la Métropole et des techniciens travaillant sur la planification, la voirie, la gestion des espaces publics. L'alliance avec les acteurs de la Ville et de la Métropole n'était pas évidente car ils craignaient que des experts leur imposent leur vision et se montrent critiques vis-à-vis du projet de réaménagement.

## La campagne de mesures de température

Des capteurs ont été positionnés à 3-4 m de hauteur en différents points de la ville de La Seyne-sur-Mer durant l'été 2023 pour mesurer la température de l'air ambiant. Lors d'une campagne de mesure, il convient d'instrumenter la zone projet à différents endroits, de veiller à la robustesse des abris des capteurs, de choisir le plus possible des endroits où l'ensoleillement est bref et d'éviter de positionner les capteurs sous un arbre, et ce, afin d'éviter les biais ou difficultés d'interprétation et recueillir des données les plus fiables possible.

Il est également préconisé de mettre des capteurs dans une zone dite non urbanisée et dans une zone urbanisée en dehors de la zone projet afin de faire des comparaisons. En effet, en matière de surchauffe urbaine, l'important n'est pas de mesurer la température absolue à un endroit, mais de caractériser de manière relative dans quelle mesure la ville aggrave l'inconfort lié à la chaleur.

A la Seyne-sur-Mer, les mesures de journée ont été exclues de l'analyse, car elles se sont révélées peu comparables entre elles, en raison de périodes variables d'ensoleillement direct des capteurs. N'ont donc été prises en compte que les températures de nuit, entre 20 h et 5 h du matin, entre le 23 juin et le 22 août 2023.

Les mesures ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- La zone témoin située dans un espace vert en bordure de mer se rafraîchit moins vite la nuit qu'un espace non urbanisé un peu plus en retrait. Cela montre que la mer a un effet modérateur.
- La zone la plus fraîche est la rue Calmette, qui est actuellement une impasse, mais que la ville prévoyait d'ouvrir à la circulation motorisée.
- Le plus grand rafraîchissement se produit autour de 4h30 du matin. Les moyennes de température s'échelonnent entre 20 et 23°, ce qui reste très chaud et confirme la problématique de surchauffe urbaine.
- Pendant la moitié des nuits monitorées, la température ne descend pas en dessous de 20°C, ce qui caractérise une nuit dite tropicale selon Météo France. L'impact de la ville aggrave ce phénomène, ce qui soulève une problématique sanitaire.

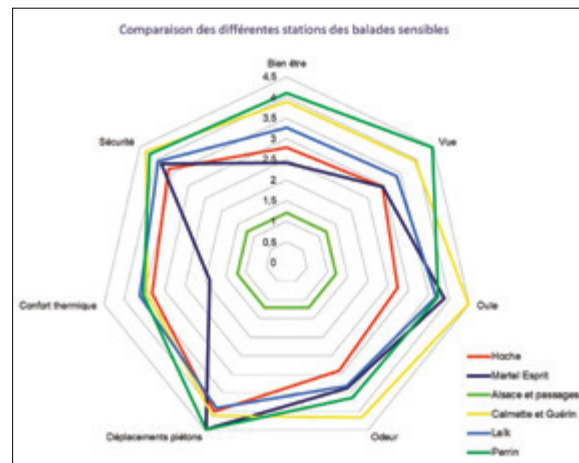
## Les balades sensibles

Trois balades sensibles ont été organisées des après-midis de juin et juillet dans le centre-ville. Elles consistaient à faire déambuler un petit groupe de personnes dans des rues et à recueillir dans un livret leur ressenti au regard de 7 critères (bien-être, vue, ouïe, olfactif, déplacement piéton, confort thermique, sécurité). Parmi les participants, deux enfants étaient présents et une personne à mobilité réduite.



Lien vers le support  
de présentation





Après la balade, les participants se sont retrouvés pour un debrief et ont été invités à réfléchir sur ce qu'ils garderaient, supprimeraient et transformeraient dans chaque zone observée. Les livrets ont fait ressortir un ressenti unanime très négatif pour la rue d'Alsace et les passages vers le cours Louis Blanc, un ressenti globalement positif sur les places Daniel Perrin et dans le secteur Calmette et Guérin, et un inconfort thermique particulièrement important sur la place Martel Esprit.

#### Le deuxième séminaire

En septembre 2023, lors du deuxième séminaire, les premières analyses ont été restituées aux élus et techniciens. Ces derniers ont pu réfléchir à la définition d'un mandat de concertation des habitants.

#### Les ateliers de concertation

3 ateliers de concertation ont été mis en place en novembre et décembre 2023, deux avec des adultes et un avec des enfants et des adolescents de plusieurs centres sociaux (du CM2 à la Terminale). Les participants ont été invités à convoquer leur imaginaire pour projeter les aménagements de leur centre-ville idéal à l'horizon 2030 à partir d'un dessin du centre-ville (réalisé par Tem-paysages) et d'un jeu avec des personnes fictifs (persona). Aucun groupe de participant n'a proposé d'ouvrir à la circulation automobile la rue Calmette et Guérin. Par contre, 4 scénarios sur 9 aboutissent à une piétonnisation totale du centre-ville.

#### Le troisième séminaire

Le troisième et dernier séminaire, qui s'est déroulé en janvier 2024, a permis de capitaliser tous les travaux des ateliers de concertation.

À la fin du projet, un rapport d'étude a été remis à la Métropole. Il explique, entre autres, comment poursuivre la dynamique engagée pour la prise en compte de la surchauffe urbaine, et préconise de faire de la place à la nature de différentes manières partout où cela est possible, de changer de paradigme en limitant la place de la voiture et en redéfinissant les usages de l'espace public.

Ce rapport d'étude, co-rédigé avec les contributions de 9 experts thématiques du Cerema, a été joint au dossier de consultation des entreprises pour la désignation de l'équipe de maîtrise d'œuvre.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

### *La présence de la mer à La Seyne-sur-Mer modère-t-elle le phénomène de surchauffe urbaine ?*

De manière générale, la présence d'eau à proximité d'un espace public joue psychologiquement sur le confort des personnes, mais n'impacte pas la température de l'air ambiant. Les mesures de température montrent par ailleurs que la proximité immédiate de la mer a tendance à amoindrir le rafraîchissement nocturne.

### *Traditionnellement les rues étroites permettent de protéger du soleil.*

Elles protègent du soleil pendant la journée, mais, selon l'orientation des rues par rapport aux effets de brise, le rayonnement de bâtiments proches empêche l'air frais de pénétrer dans ces rues étroites la nuit, ce qui aggrave le phénomène de surchauffe la nuit.

### *Comment l'alliance avec les élus, les techniciens de la Ville et de la Métropole s'est-elle construite au cours du projet ?*

Les élus et les techniciens ont apprécié que l'équipe projet ne prenne pas une posture haute, mais mobilise une approche expérientielle (balades sensibles, mesures de températures, ateliers de concertation) et tienne compte de leurs réflexions. Grâce à cette posture de co-construction, la Maire a décidé de réserver la rue Calmette et Guérin aux vélos et aux piétons.

### *Quel scénario la Ville de La Seyne-sur-Mer a-t-elle retenu ? Les résultats de l'étude ont-ils fait bouger les lignes budgétaires ?*

La ville de La Seyne-sur-Mer a déposé une demande de Fonds vert pour financer son projet. Les scénarios issus de la concertation impactent des schémas directeurs de mobilité bien au-delà de la zone projet. Pour ce qui est du projet de renouvellement urbain, la maîtrise d'œuvre devrait prochainement proposer aux collectivités un avant-projet.

### *Comment est venue la solution de l'ombrage dans certaines rues ?*

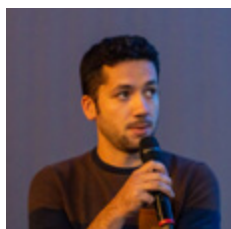
Lors des mesures de température et des balades sensibles, les rues orientées est-ouest sont apparues moins inconfortables que les rues orientées nord-sud. Par conséquent, le rapport d'étude propose que le travail d'ombrage se fasse en priorité sur les rues orientées nord-sud.

### *Quelle est l'articulation entre l'étude pilotée par le Cerema et la consultation de la maîtrise d'œuvre ?*

Le rapport d'étude a été inclus dans le dossier de consultation de la maîtrise d'œuvre pour le réaménagement du centre-ville.



**Clément  
GAILLARD**  
*Urbaniste, designer et  
consultant*  
Freio - design climatique



**Antoine  
GROSJEAN**  
*Ingénieur construction durable  
& bioclimatisme*  
Domene Scop

## Comment quantifier l'îlot de chaleur urbain en zone patrimoniale : le cas de la résidence Acclimation.s à Arles (13)

Antoine Grosjean et Clément Gaillard ont participé à une résidence d'architecture appelée Acclimation.s, qui portait sur les îlots de chaleur en centre ancien patrimonial. Elle s'est déroulée en trois périodes de deux semaines, entre juin et octobre 2023, commanditée par la DRAC PACA, la Maison de l'architecture et de la ville PACA et la Ville d'Arles. L'équipe était constituée de l'Atelier Mare, de l'Atelier Géminé et du cabinet Freio - design climatique. Le conseil scientifique était, quant à lui, composé de Domene Scop, de l'Atelier 21 et de Véronique Mure.

La ville d'Arles est protégée par un plan de sauvegarde et de mise en valeur du patrimoine (PSMP), ce qui induit de fortes contraintes d'aménagement de l'espace public. L'étude a été lancée à la suite d'un avis défavorable des Architectes des bâtiments de France (ABF) à la demande de la mairie d'installer des fontaines sur l'une des places du centre-ville.

L'îlot de chaleur urbain (ICU) est le fait que les températures de l'air sont plus élevées dans une ville que dans la campagne environnante. La différence se joue surtout la nuit, pendant laquelle la ville restitue une part de la chaleur accumulée le jour à l'air ambiant, alors que dans une zone rurale, l'évapotranspiration en journée permet d'évacuer la chaleur sous forme de chaleur latente.

### Les outils de diagnostic

Pour caractériser le phénomène d'îlot de chaleur urbain, l'équipe a utilisé plusieurs outils de diagnostic. Parallèlement, elle a également mené des recherches historiques sur la protection de la chaleur, s'est entretenue avec les habitants et a organisé des portes ouvertes de la résidence. La présente restitution ne porte que sur les outils de diagnostic retenus et expérimentés, à savoir la cartographie des Zones climatiques locales (LCZ), la métrologie instantanée, la métrologie continue et les simulations simplifiées.

Les cartes des zones climatiques locales permettent d'illustrer le phénomène d'îlot de chaleur et la tendance à la surchauffe urbaine par des indicateurs de morphologie urbaine. Cependant, cette méthode est peu pertinente, car sa résolution est trop large. En outre, les formes urbaines référencées dans la base de données LCZ ne sont pas adaptées au bâti ancien et aux morphologies des villes patrimoniales françaises, car la méthode a été inventée aux États-Unis.

### Les campagnes de mesure

L'équipe s'est attachée à réaliser des mesures instantanées de température avec des capteurs lors de balades dans le centre-ville. Elle a également réalisé, avec une station météo et des enregistreurs de température, une campagne de mesures continues de température et de vent en différents points du centre-ville d'Arles (toiture place de la République, cour ombragée rue Frédéric Mistral, etc.).



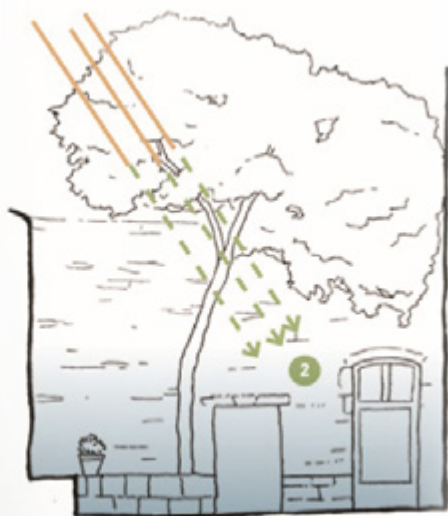
15 juin 2023 : relevé de température sous le parasol devant l'amphithéâtre à 11h (surface supérieure 56°C et surface intérieure 59°C) ; sous la tonnelle cannisse, plantes grimpantes à 11h (surface inférieure 27°C).

Ces mesures ont été comparées heure par heure sur la période la plus chaude (21 au 25 août 2023) avec les données de la station de Météo France locale située au cœur de la Camargue. Il en ressort qu'en journée, les températures dans une cour ombragée étudiée sont agréables, moins élevées qu'au milieu de la Camargue, grâce notamment à la présence d'un arbre. En revanche la nuit, les températures dans la cour sont plus importantes qu'en campagne, car la cour est encaissée et l'arbre empêche les échanges radiatifs avec le ciel et la circulation d'air.

Lien vers le support  
de présentation







Cour ombragée mais encaissée... peu d'échanges radiatifs avec le ciel, peu de mouvement d'air

Les mesures de température ont, par ailleurs, fait l'objet d'analyses statistiques, lesquelles ont permis d'élaborer des diagrammes en boîte (boîtes à moustaches) et d'objectiver les écarts de température entre les points du centre-ville et les mesures de la station Météo France située en Camargue. Elles montrent clairement une aggravation des écarts de températures nocturnes en centre ancien en période très chaude.

Les simulations microclimatiques simplifiées réalisées dans le cadre du projet sur juin, juillet et août 2023 ont été des simulations de cumul d'ensoleillement à partir d'une maquette numérique de la ville, simulations du facteur de vue du ciel (Sky View Factor). Elles montrent un fort antagonisme entre le confort thermique de journée et le confort thermique de nuit. En journée, les rues étroites du centre-ville sont agréables pour les piétons, en revanche, la nuit, elles entravent le refroidissement du sol, indépendamment de la nature du sol et aggravent l'inconfort nocturne.

Une étude publiée dans *The Lancet*\* en 2023 montre que le gain de température en végétalisant abondamment une ville est relativement minime. En outre, l'École d'architecture de Marseille a cartographié les points de fraîcheur accessibles à Arles et a ainsi pu identifier les quartiers les moins favorisés.

#### Les préconisations faites à la Ville

En définitive, l'équipe a proposé à la ville d'Arles une trame de fraîcheur et des aménagements pour améliorer le confort thermique des zones les plus vulnérables et fréquentées, en tenant compte de la contrainte patrimoniale.

L'équipe a aussi étudié dans le cadre de sa résidence architecturale les anciennes techniques de rafraîchissement des bâtiments et de protections solaires. Enfin, elle a abordé la question des modes de vie (gestes quotidiens pour rafraîchir naturellement son logement, pratique de la « mise en cabane », sieste aux heures les plus chaudes) et a questionné le sujet du tourisme et de la programmation culturelle en période estivale.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

### Est-il possible d'évaluer l'impact d'un aménagement sur la température ?

Cet impact est effectivement quantifiable. Par exemple, un arbre a un impact de  $-10^{\circ}$  UTCI. Le gain le plus important est obtenu avec un ombrage qui transpire.

Il est important de contextualiser les fichiers météo de Météo France au site même de l'opération et, en particulier, avec un contexte d'îlot de chaleur, ce qui est désormais intégré dans les règles proposées par EnvirotatBDM. Les mesures en milieu urbain sont essentielles, mais il faut être vigilant sur la qualité de la prise de mesure et sur la localisation du capteur. Pour que les mesures soient pertinentes et pour observer des phénomènes intéressants, il faut installer de nombreux capteurs dans la ville, ce qui nécessite des budgets spécifiques. Par ailleurs, le facteur « vue du ciel » est un indicateur intéressant pour mesurer le potentiel de décharge d'un site urbain, mais la matérialité du sol et des bâtiments environnants a aussi un impact fort sur la vitesse de décharge.

### Comment la ville d'Arles s'est-elle appropriée les analyses et réflexions de cette résidence ?

Des projections concernant une place et le boulevard des Lices ont particulièrement intéressé la ville.

Une participante ajoute que la Ville d'Arles a formalisé une stratégie de lutte contre la surchauffe urbaine et a postulé à un appel à manifestation d'intérêt pour réfléchir à un cahier des charges concernant la place Henri de Bornier.

### Que pensez-vous du score ICU ?

Il s'agit d'un outil de SIG, très simplifié, pouvant dans certains cas aboutir à des conclusions erronées. Il a le mérite d'exister, mais Clément Gaillard ne l'utilise pas. La Région, l'Université et des organismes de recherche européens sont embarqués dans un projet intitulé Cardimed, qui vise à instrumenter pendant 5 ans deux sites démonstrateurs que sont Saint-Charles et Saint-Jérôme à Marseille.

### L'approche patrimoniale défendue par les ABF peut-elle évoluer ? Quels sont les points durs sur la cohérence entre l'approche climatique et l'approche patrimoniale ? La ville d'Arles essaie-t-elle de former les ABF sur cette thématique ?

La doctrine des ABF est en train d'évoluer. Il n'y a pas forcément d'antagonisme entre avoir des bâtiments climatiquement cohérents et des bâtiments qui valorisent le patrimoine. La question de la covisibilité reste, cependant, un point de blocage. La DRAC PACA était l'un des commanditaires de la résidence et était encline à échanger.

### Avez-vous quantifié l'impact des climatisations en période estivale ?

L'équipe a réalisé quelques mesures ponctuelles à vocation pédagogique, mais elles ne permettent pas de tirer des conclusions précises. De nombreuses données météo sont disponibles (données météo des stations de mesure de la qualité de l'air, observatoires du climat local), mais elles ne sont pas utilisées. Il faut donc solliciter les organismes qui les recueillent avant que les données soient effacées. L'ADEME a mis à jour ses outils de diagnostic de la surchauffe urbaine. De nombreuses données sont disponibles, mais un sujet d'interprétation de ces données se pose. Une culture des phénomènes climatiques et d'îlot de chaleur est aussi à développer pour mieux appréhender les données.

Lien vers Le livret de restitution de l'étude



\* [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(22\)02585-5/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)02585-5/abstract)



**Muriel  
DUPRET**  
*Ingénieure conseil*



**Khedidja  
MAMOU**  
*Sociologue et architecte*

## Perf in Mind 2 : évaluation croisée du confort d'été mesuré et du confort pratiqué et perçu par les habitants / comparaison aux indicateurs traditionnels de conception

Le projet Perf in Mind 2, soutenu par l'ADEME, visait à alimenter une réflexion multicritère de l'ensemble des acteurs sur la rénovation performante des maisons individuelles. Un axe d'étude a porté sur le confort d'été. L'équipe a cherché à mieux comprendre la divergence fréquente entre la mesure objective des paramètres de confort (température, hygrométrie, etc.) et la perception habitante du confort, par une évaluation pluridisciplinaire croisant les mesures, l'évaluation du confort en temps réel et une évaluation quantitative et qualitative des pratiques et représentations liées au confort d'été.

### La méthodologie

Le projet Perf in Mind 2 a porté sur 41 maisons individuelles rénovées, réparties sur le territoire français (Sud, Vallée du Rhône, Est, Centre, Normandie), durant l'été 2023. Des capteurs ont été installés dans chaque logement pour mesurer la température et l'hygrométrie dans le séjour, et la température dans la chambre présentant la plus forte densité d'occupation. Les participants ont répondu à un questionnaire générique sur leur ressenti global du confort thermique d'été avant et après les travaux de rénovation. Dans le premier projet Perf in Mind, l'enquête par questionnaire après la période estivale a montré un certain nombre de limites en termes d'évaluation des ressentis. Par conséquent, dans Perf in Mind 2, un suivi en temps réel de la perception du confort a également été déployé auprès des participants. Pour ce faire, les participants ont été invités à remplir pendant l'été 2023, à minima tous les 3 jours, un carnet de suivi, en version papier ou au format numérique. 16 entretiens semi-directifs ont aussi été réalisés avec 10 personnes afin de mettre en lien les informations recueillies dans les carnets de suivi et ce que les personnes mettaient quotidiennement en place pour réduire l'inconfort. L'échantillon étant restreint, il invite à nuancer les résultats de l'étude.

### Les résultats croisés

L'été 2023 a été le 4<sup>ème</sup> été le plus chaud du 21<sup>ème</sup> siècle, avec plusieurs vagues de canicule dans certaines régions. Les différences régionales se traduisent par des températures très différentes dans les séjours (29°C en moyenne dans les séjours en Auvergne Rhône-Alpes, contre 24°C en moyenne en Normandie). L'inconfort se fait surtout ressentir sur le pourtour méditerranéen et la Vallée du Rhône, et dans une moindre mesure dans l'Est. Il n'existe pas, ou très peu, en Centre Val de Loire et en Normandie. Il convient donc d'appréhender le confort en fonction des régions.

En outre, les participants n'ont pas signalé d'inconfort majeur durant tout l'été. Certes, il existe de l'inconfort, mais celui-ci est ciblé sur certaines périodes.

Ce sont souvent les ménages des logements qui enregistrent le plus grand nombre d'heures à une température supérieure à 28°C dans leur chambre qui déclarent un inconfort. À l'inverse, ceux pour lesquels la température ne dépasse jamais les 28°C dans la chambre semblent satisfaits du confort maintenu. C'est surtout la nuit que l'inconfort est ressenti, car les personnes sont statiques pour dormir. Cependant, la notion d'inconfort est difficile à appréhender. En effet, certains logements enregistrent un nombre d'heures conséquent supérieur à 28°C dans la chambre, sans pour autant que leurs occupants ne déclarent d'inconfort. L'inconfort est d'autant plus grand que les personnes n'ont pas la possibilité de ventiler naturellement leur logement ou de le rafraîchir avec des appareils.

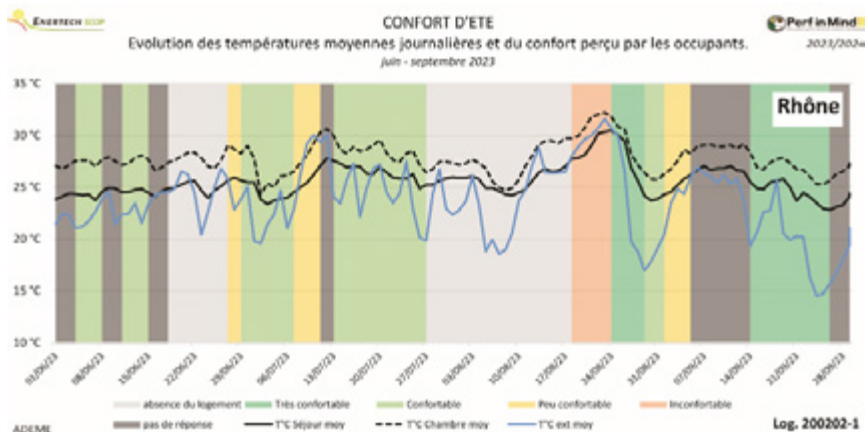
Aucun inconfort n'est remonté lorsque la température moyenne journalière extérieure ne dépasse jamais les 25-26°C. Cependant, ce seuil d'inconfort varie d'une personne à l'autre et d'une région à l'autre. Il dépend de facteurs physiologiques (âge, genre), de la trajectoire résidentielle des personnes (lieux d'habitation précédents), du confort qui prime à un instant T (différent du confort global) et des possibilités d'agir sur son environnement pour améliorer le confort.

Par ailleurs, l'inconfort est davantage lié à l'évolution de la température qu'à un seuil en valeur absolue de température. En outre, deux personnes occupant le même logement n'ont pas forcément le même ressenti. Le ressenti est multifactoriel et la cohabitation nécessite des ajustements, des compromis quotidiens qui impactent les ressentis.

Lien vers le support  
de présentation



Version électronique du carnet à remplir

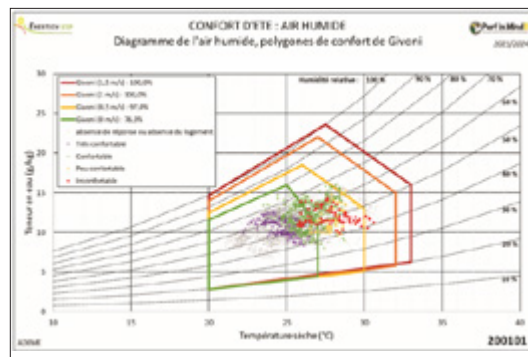


## Retour d'expérience sur la méthodologie de l'étude

Le dispositif a été très engageant pour les participants qui ont rempli des carnets quotidiens et répondu à des entretiens par téléphone. Les carnets ont été des supports très utiles pour faire parler les interviewés lors des entretiens. Les entretiens ont également permis de nuancer certains retours exprimés sur les carnets et de préciser les notions de confort et d'inconfort. La représentation que les enquêtrices pouvaient avoir a priori des ressentis : « très confortable », « confortable », « peu confortable », « inconfortable », s'éloignant assez de celles des interviewés. « Très confortable » ou « confortable » ne signifiant pas forcément se sentir bien mais plutôt ne pas y penser ou ne pas avoir à faire grand-chose pour gérer son confort.

Les résultats de l'étude ont été mis en regard des indicateurs habituellement utilisés en conception, à savoir l'approche adaptative et le diagramme de Givoni. L'étude confirme que le confort dépend, non seulement de la température extérieure, mais également de l'évolution de la température les jours précédents. En revanche, les observations de terrain vont à l'encontre de l'idée que les personnes supportent mieux les températures élevées si la chaleur dure depuis quelques jours.

Un diagramme de Givoni



Le ressenti des participants est globalement en bonne adéquation avec le diagramme de Givoni. Cependant, ce dernier ne tient pas compte de spécificités régionales et de l'impact des fronts montants/descendants de température.

L'étude propose différentes pistes à explorer pour mieux comprendre et évaluer le confort d'été. En aucun cas, elle ne permet de tirer à ce stade de conclusions définitives.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

Un participant observe que le diagramme mettant en parallèle la dimension psychologique et les mesures physiques est innovant. En massifiant un peu les données, celui-ci pourrait-il être couplé à l'intelligence artificielle pour aboutir à un modèle plus pertinent ?

Il faudrait un échantillon beaucoup plus important pour en tirer un modèle.

La notion de point de référence ou d'ancrage a-t-elle été utilisée ?

L'étude ne s'est pas raccrochée à cette notion.

Les biais de déclaration ont-ils été pris en considération ?

Il existe toujours des biais de déclaration. Par exemple, les personnes ayant participé à la rénovation de leur logement, leur ressenti comporte un biais. Elles ont tendance à survaloriser le projet dans lequel ils ont été acteurs.

Un système d'incitation a-t-il été mis en place ?

Les participants se sont vus offrir un bon cadeau pour l'ensemble du projet, mais finalement, peu de personnes se sont montrées intéressées par la récompense. Une étude uniquement sur le volet confort nécessiterait peut-être un système de rémunération.

L'étude prend-elle en considération les derniers travaux de l'ASHRAE et les nouveaux modes de calcul du PMV ?

Ce calcul n'a pas été réalisé dans le cadre de l'étude qui est une approche terrain, qui diffère donc des référentiels de l'ASHRAE.

L'étude a-t-elle permis de savoir si la vitesse d'air dans les logements grâce à l'ouverture des fenêtres a un impact sur le confort ?

L'étude n'a pas permis de déterminer si l'action d'ouvrir les fenêtres impacte le confort des occupants, car il y a eu un problème d'interprétation. Il n'était, en effet, pas précisé dans le questionnaire que l'ouverture des fenêtres signifiait aussi l'ouverture des volets.

Les ressentis peuvent être différents selon l'orientation des chambres d'un même logement.

L'orientation des pièces impacte le ressenti, mais n'est pas le seul facteur.

À quoi correspond la mise en cabane ?

Il s'agit de fermer toutes les occultations du logement (principalement les volets) pendant la journée pour éviter les apports de chaleur. C'est une pratique ancestrale, notamment en Provence.

Les occupants ont-ils été sensibilisés avant l'étude aux gestes vertueux pour améliorer le confort ?

Lors des entretiens, Khedidja Mamou a veillé à orienter le moins possible les interviewés pour recueillir le plus objectivement possible leurs ressentis. Dans le cadre d'une autre étude, il serait intéressant d'être plus proactif à travers des accompagnements, des expérimentations.





**Cédric GENTIL**  
Ingénieur développement  
Sowatt



**Alexis BREUIL**  
Chargé de mission  
envirobatBDM

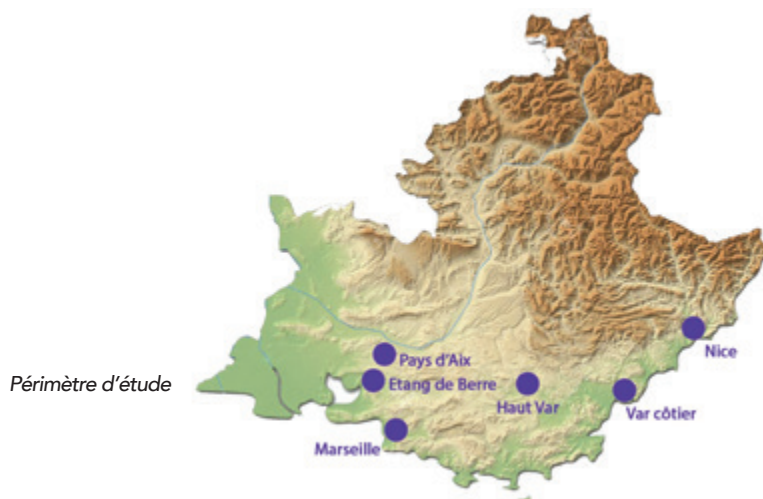
## Rafrâichissement adiabatique : une technologie simple encore trop mal connue

Alexis Breuil introduit le retour d'expérience sur le rafraîchissement adiabatique, mené l'année dernière conjointement avec Cédric Gentil et Carlos Vazquez et avec l'accompagnement de Gérard Gaget, spécialiste du rafraîchissement adiabatique en France.

Si le système en lui-même est relativement simple, il nécessite cependant qu'une réflexion soit menée, en amont, sur les locaux techniques, par les architectes et les ingénieurs. Le rafraîchissement adiabatique repose sur le changement de l'état de l'eau (absorption de la chaleur par l'évaporation de l'eau). Ce système n'est pas nouveau et a été utilisé notamment dans des pays à fortes contraintes climatiques.

### Périmètre d'étude

Six sites ont été étudiés dans la région PACA, avec des sondes hygrothermiques, en amont et en aval du système, pour observer son fonctionnement. Les consommations d'eau ont également été relevées.



Le choix des sites testés répond à un certain nombre de questions (efficacité du système selon sa proximité avec la mer ou sa localisation dans l'arrière-pays où les températures sont beaucoup plus élevées et l'atmosphère beaucoup plus sèche).

### 1<sup>ère</sup> technologie étudiée : l'adiabatique directe (Marseille)

Il s'agit du système le plus simple. Les sondes ont été placées en amont du caisson adiabatique et en aval, sur la bouche la plus éloignée du système de soufflage.

Les gains en température obtenus ne sont pas négligeables (en moyenne 8°).

Du point de vue de la performance, en dehors des pannes, la température a dépassé 28°C seulement quatre jours, sur les trois bureaux observés, alors même que les températures extérieures étaient supérieures très régulièrement à 30°C. L'efficacité du système se mesure par la différence entre la température externe et la température de soufflage. Le rendement a été évalué à 70%. Cela signifie que 70% de l'énergie potentielle de l'évaporation de l'eau est utilisée pour rafraîchir l'air. La zone de rendement maximum est située entre 20% et 60% d'hygrométrie de l'air. Plus l'hygrométrie est haute, moins le système est efficace. À 80%, l'effet devient nul. Entre 20 et 40%, le gain obtenu est de 10°.

Les conditions caniculaires sont en fin de compte les plus favorables (températures supérieures à 35° et hygrométrie inférieure à 60%).

### Adiabatique indirecte - Pays d'Aix

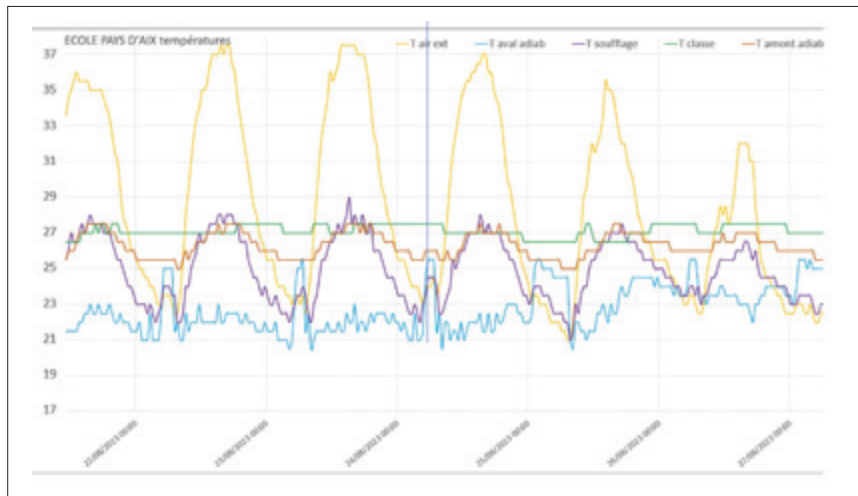
Le système est intégré à la centrale de traitement d'air et repose sur le principe d'un échangeur à contre flux. Plusieurs sondes ont été posées pour voir le fonctionnement de l'ensemble. Le bioclimatisme du bâtiment fonctionnait de manière plutôt satisfaisante (température intérieure de 28°C).



Échangeur à contre flux (ECF) installé dans le local technique - Pays d'Aix

Lien vers le support  
de présentation





Performance : gain moyen de 4° par la batterie adiabatique, puis 1° après l'échangeur à plaque, mais de 6° par rapport à la température extérieure.

Globalement, l'étude a permis d'observer le maintien de la température ambiante en dessous de 28°, malgré une température extérieure de 37°.

#### Adiabatique indirecte / Échangeur rotatif (ER) - Étang de Berre

Des problèmes sont survenus dans le paramétrage des roues d'échange. La batterie froide en aval de la CTA a masqué le dysfonctionnement de l'échangeur. En définitive, le rafraîchissement était lié uniquement à la climatisation.

#### Adiabatique indirecte / Échangeur rotatif (ER) – Haut Var

Le système fonctionne en eaux perdues. Le Var étant une région très en tension sur l'eau potable, ce système était peu compatible (rejet des eaux sur la toiture). Si le système n'est pas humidifié, il se gorge de poussières, notamment en hiver.

#### Bilan technique

- Nombreuses pannes rencontrées
- Réglages peu évidents
- Problématiques pas toutes résolues
- Système qui demande une vigilance accrue au niveau technique
- 4 sites sur 6 ont rencontré des problèmes de niveau d'eau

Avant d'installer un tel système, il faut se poser la question de la maintenance et de l'exploitation du site.

Tous les 15 jours maximums, une vérification doit être mise en place. Cette procédure n'est adaptée que si un service technique sur place prend en charge les systèmes. Toutefois, il s'agit d'un système efficace lorsque les conditions sont réunies, même à 3 km du littoral, comme l'illustre le premier site observé en adiabatique directe.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

### L'eau stagnante présente dans le système peut-elle conduire au développement de légionelles ?

Ce n'est pas possible car la légionelle se diffuse par pulvérisation d'eau. En outre, l'eau ruisselle sur le média et lorsque le système est stoppé, le séchage est très rapide. Il n'y a donc pas d'eau stockée.

**L'architecte du premier projet fait part des nombreuses pannes qui sont survenues et des problèmes d'inconfort dans les bureaux. À son sens, il faut former les architectes à ce système, car ils se retrouvent seuls à gérer les problèmes.**

Cédric Gentil partage la même analyse.

### Pourquoi la consigne est-elle à 20°C en adiabatique directe si le système occasionne des problèmes d'inconfort ?

Il ne s'agit pas d'une consigne de climatisation, mais d'ordre de marche. Le système se déclenche lorsque la température extérieure est supérieure à 20°C. L'inconfort est plutôt lié au débit de la vitesse d'air soufflé. 26°C serait plus adapté (réduction de la consommation d'eau pour un même confort).

**Un participant témoigne de l'efficacité de ce système dans des serres tropicales qui doivent être rafraîchies.**

### Quelle est l'origine des nombreuses pannes constatées sur les machines ?

Globalement, les systèmes ont été bien conçus. Il y a néanmoins un problème de disponibilité des personnes chargées de la maintenance. Les systèmes doivent être visités tous les 15 jours, ce qui n'est pas dans la culture. Par ailleurs, les paramétrages de CTA doivent être adaptés à ces dispositifs.

#### Vigilance en conception :

- L'eau en circuit ouvert : fuites, eau au sol, compteur
- Le calcaire : cycles de déminéralisation/adoucisseur
- L'accès aisé pour la maintenance car elle doit être effectuée de manière très rigoureuse sur les CTA
- L'augmentation de l'hygrométrie avec les systèmes directs
- Le transfert de savoir vers l'exploitant (automate)

#### Vigilance en phase travaux :

- Équilibrage des flux croisés dans les CTA
- Régulation du niveau d'eau
- Consignes réglées (freecooling /by pass)
- Simulation et détection de défauts (niveau d'eau/filtres encrassés)
- Codes d'accès maintenance transmis

#### Vigilance en phase usage :

- Maintenance des filtres
- Paramétrage de l'échangeur de CTA
- Paramétrage des consignes de température



Thierry  
GUIOT  
Responsable R&D  
CSTB

## Le projet Renoptim et le confort d'été

Thierry Guiot présente le projet Renoptim, issu des appels à projets PROFEEL, qui est piloté conjointement par le CSTB et l'USH. Ce projet, qui se terminera fin 2025, vise à produire un certain nombre de livrables utiles pour freiner la croissance de la consommation de climatisation dans le parc de logements en bâtiment collectif existant en France métropolitaine, en améliorant le confort d'été et en maîtrisant la facture énergétique. L'USH étant partenaire du projet, les travaux se sont concentrés dans un premier temps sur le logement social.

### Les livrables du projet

Le principal livrable est un applicatif numérique destiné à la maîtrise d'œuvre pour l'aider dans ses choix de rénovation de bâtiments collectifs. Cet applicatif est développé sur la base de données nationale des bâtiments (BDNB), issue d'un autre projet PROFEEL intitulé Go Réno.

Cet outil comprend deux niveaux. Le premier niveau, stratégique, permet au bailleur d'accéder à une description de son parc, au classement des bâtiments en termes de risque surchauffe (indicateur précalculé pour tous les bâtiments), et ainsi de l'aider à prioriser les travaux de rénovation. Le deuxième niveau est programmatique. Destiné aux chargés d'opération, il leur permet d'explorer différents scénarios de rénovation à l'échelle d'un bâtiment (voir d'un logement) en termes d'indicateurs de confort d'été, de CO<sub>2</sub>, d'énergie et à terme de coût. L'outil, disponible fin 2025, sera gratuit.

Le deuxième livrable du projet est une collection de 15 fiches, présentant dans un but pédagogique des solutions technologiques pour améliorer le confort d'été (brasseur d'air, volet, surventilation...). Elles décrivent les technologies, leur mode de fonctionnement, les points d'attention à la mise en œuvre de l'exploitation, etc. Elles seront disponibles gratuitement avant la fin 2024 sur la plateforme Proreno de l'AQC :

<https://www.proreno.fr>

Trois démonstrateurs in situ sur 3 technologies (refroidissement adiabatique, mur végétalisé, volets automatisés) ont été testés au regard de leur impact sur le confort d'été. Un retour d'expérience des trois démonstrateurs est disponible sur le site du programme PROFEEL :

<https://programmeprofeel.fr/projets/renoptim/>

Troisièmement, 6 vidéos (dessins animés) sur les éco-gestes ont été réalisées à destination des occupants pour les encourager à utiliser de manière rationnelle leur logement afin d'éviter ou de limiter la surchauffe. Les vidéos sont libres de droits et disponibles sur la chaîne YouTube du CSTB et le site Internet

<https://www.proreno.fr>

### Campagne de mesure du confort d'été

Enfin, une campagne expérimentale du confort d'été a été menée afin de valider des indicateurs de confort les plus fondés possible et d'objectiver les surchauffes dans les logements collectifs. Les résultats des mesures sont en cours d'exploitation. De premiers résultats sont néanmoins d'ores et déjà disponibles.

Les mesures ont été réalisées durant l'été 2023, dans les logements et sur les occupants eux-mêmes.

Des capteurs de température et d'humidité, d'ouverture et de fermeture des fenêtres et des portes, de luminosité, des compteurs d'énergie sur des équipements ont été installés dans 76 logements. Le ressenti des occupants a, quant à lui, été recueilli grâce à une « box confort » qui pose des questions auxquelles les occupants sont invités à répondre trois fois par jour dans des plages horaires indiquées. La participation des occupants a été stimulée à travers l'allocation de bons cadeaux.

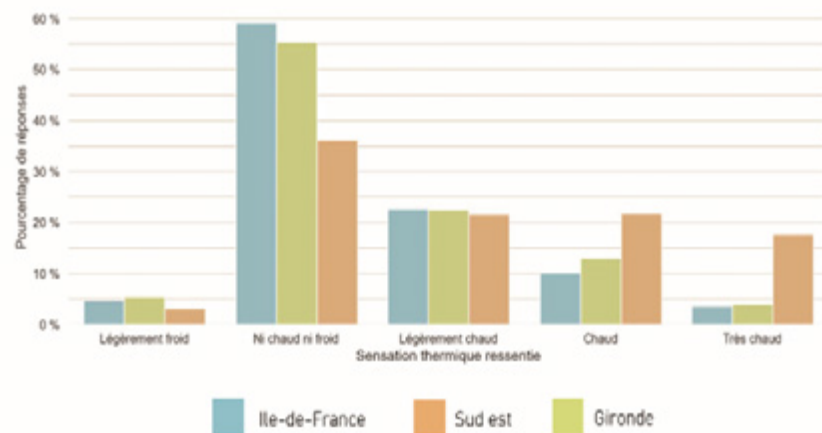
Sur un sous-panel de participants, un deuxième niveau de mesures a été instrumenté à travers des montres connectées afin de recueillir des données sur les conditions thermo-physiologiques des occupants (fréquence cardiaque, température cutanée, etc.). Le but était de fonder expérimentalement la mise au point de modélisations avancées du confort thermique.

Lien vers le support  
de présentation





## FAIT-IL CHAUD TRÈS CHAUD ? COLLECTE PAR LA BOX



Dans cette campagne de mesures, l'équipe projet a veillé à recruter une variété de logements en termes de conception technique et d'année de construction afin de montrer que certains déterminants du bâtiment concourent au confort d'été.

Les mesures montrent une disparité très importante entre les logements en termes de degrés heures (DH de la RE2020), c'est-à-dire de nombre d'heures dépassant le seuil d'inconfort. Grâce à la description des bâtiments, des apports internes et de l'occupation, il sera possible de s'assurer que les outils de calcul sont raisonnablement robustes. Par ailleurs, la comparaison des DH intérieurs et extérieurs pour chaque logement, montre que la plupart des logements atténue la valeur du DH.

En outre, la mise en relation de l'expression du confort avec la mesure de la température dans la demi-heure précédant la réponse est un élément d'analyse à rapprocher d'indicateurs de confort déjà établis. Les mesures réalisées pendant la campagne montrent, en particulier, que le confort adaptatif fonctionne plutôt bien.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

**Quel est le niveau de détail des informations contenues dans la base de données BDNB et comment passe-t-on de ces données à une simulation thermique ? Quelle est la qualité de la simulation obtenue ?**

L'application héberge un outil de simulation thermique dynamique. Le lien entre les deux est automatisé à travers une interface ergonomique. Le but de l'appliquatif numérique n'est pas de remplacer les bureaux d'études techniques mais d'aider à l'établissement du programme de rénovation. La base de données nationale des bâtiments s'appuie sur les informations disponibles dans les DPE et des informations issues de bases de données de l'État, de l'IGN, etc. Le niveau d'information peut descendre au logement (matérialité, géométrie, nombre de pièces, système énergétique...).

**L'outil numérique pourrait aussi être utile pour les copropriétés.**

Le travail à réaliser étant colossal, le projet se concentre, dans un premier temps, sur le parc de logement des bailleurs sociaux. Si le projet fait ses preuves avec cette cible, le domaine d'application de l'outil pourra être étendu (logement privé, locaux tertiaires, bâtiments de l'État, etc.). La physique est la même mais l'interface pourrait évoluer suivant la cible. De même les solutions techniques mobilisables seraient à étendre.

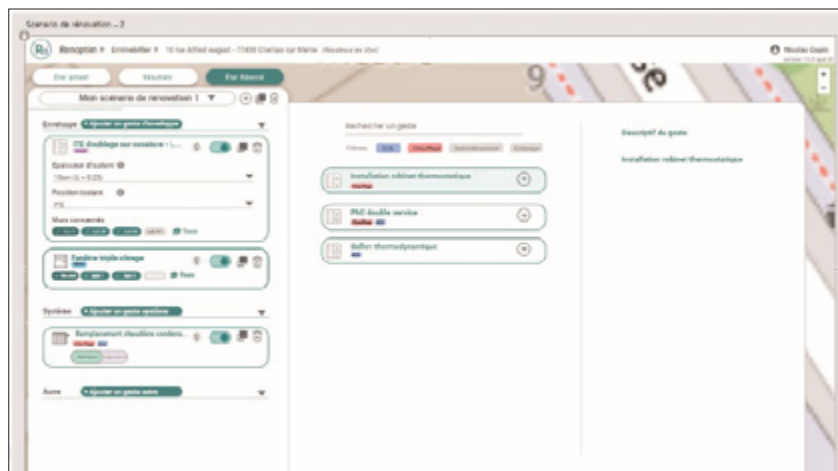
**La base de données BDNB manque de cohérence, certaines données sont aberrantes.**

Une équipe de 20 personnes travaille, dans le cadre du projet Go Rénove, sur la construction de la base et la cohérence des données. Le CSTB développe des méthodes statistiques pour compléter les données ou les corriger. Plus les bases de données seront robustes, plus l'outil applicatif sera solide et complet. Il n'y a pas de doute sur le fait que l'outil va donc s'améliorer.

**L'année de construction d'un bâtiment ne semble pas corrélée à l'inconfort à l'intérieur du logement. Alors que certains logements anciens restent frais, des logements plus récents surchauffent rapidement. Une partie du parc très récent est défaillant du point de vue du confort d'été. La réglementation sur le neuf n'est aujourd'hui pas suffisante sur cette question. Comment la réglementation peut-elle mieux valoriser l'importance des logements traversants, lutter contre la découpe et la sous-découpe du bâti, valoriser les volets de type persienne ?**

La réponse du bâtiment dépend de son enveloppe, mais aussi de la durée et de l'intensité du stress thermique. Il est impossible de conclure à une meilleure résilience des bâtiments anciens aux vagues de chaleur, ou inversement sur les bâtiments neufs. Le CSTB fera ce qu'il peut pour faire évoluer les dispositifs, en s'appuyant sur des faits expérimentaux. Une fiche solution sur les volets et une vidéo sur la ventilation naturelle ont été produites.

La part de l'occupant dans le confort d'été est importante, sachant que celle-ci est difficile à modéliser. Il faut non seulement travailler sur la modélisation du confort pour la conception, mais également sur la manière de capitaliser les bonnes pratiques, de capter la dispersion et les limites associées à l'occupation réelle.



Saisie du projet de rénovation sur l'outil numérique (édition T4 2025)



Yves  
PERRET  
*Architecte poète*  
Atelier de l'Entrelacs

## La fraîcheur n'est pas juste un peu de froid : deux projets de l'atelier de l'Entrelacs

### La fraîcheur n'est pas juste un peu de froid...

... les grenouilles chantent la saison des amours ...  
... quelques lucioles dansent dans la nuit ...  
... l'écureuil coure sur le sommet du mur ...  
... un poisson plouffe vif argent hors du fleuve  
pour replonger dans un son mouillé ...  
... les martinets rayent le ciel de longues courbes vives ...  
... les arbres déploient leurs frissonnements verts ...  
... l'eau goutte ...  
... la brise passe, amusant un papillon blanc ...  
... le voisin sourit ...  
... les fleurs pétalent de toutes leurs couleurs ...  
... ça sent bon et le silence est doux ....

### ... fraîcheurs ... ?

... oui ... thermomètre intérieur certes ... mais pas que ...

Chacun sait que les lieux de fraîcheur ne sont pas  
noirs-goudronnés.  
Ils se trouvent en forêt, près des rivières... dans un souffle  
de brise...

La question est-elle de ménager un havre de fraîcheur  
dans les trop longues chaleurs torrides ?

On a envie de répondre non et préférer raboter le haut  
des courbes de la température extérieure. Mais c'est  
compliqué : faire le moindre mouvement échauffe : loi  
physique. Quand je vois que tout bouge et certaines  
choses insupportablement (pensez aux guerres en  
cours), les bras m'en tombent.

### Faire un projet....

Même éco-architecturé, un projet nécessite des camions,  
des usines pour les fabriquer, des aciéries, des fonderies,  
des carrières et mines, des routes pour que ça passe,  
des moteurs, des circuits électroélectroniques, des  
fabricants de matériel, des m3 d'eau, des assurances,  
des financements, des architectes, des vérificateurs,  
des labelliseurs, des conseillers, des normalisateurs...  
et rien de tout ça ne fonctionne à l'air du temps !

Donc, même s'il est acquis que c'est mieux si c'est moins  
(de plus, bio-réalisé), ça « chauffe » quand même.

La terre végétale est déplacée-stockée en tas trop haut  
qui tue le vivant en son centre, les fils électriques dérou-  
lent cuivre et plastique sans oublier les fourreaux, les  
robinets sont nombreux et chromés...les charnières, les  
poignées, les sonnettes...le verre n'est pas si simple...  
le béton de ciment Portland dort dans les fouilles...  
les tronçonneuses du charpentier...le mélangeur du  
plâtrier...la girafe...et tant d'autres outils qui tournent...  
tournent...etc.

Oui... moins, mais ça chauffe !

Et veillons-nous à ce que l'architecture proposée tente  
de maintenir vers le bas le régime de température du  
site et de sa géographie proche.

Souvent, nous n'avons pas à nous justifier là-dessus.

Rien n'est mesuré.

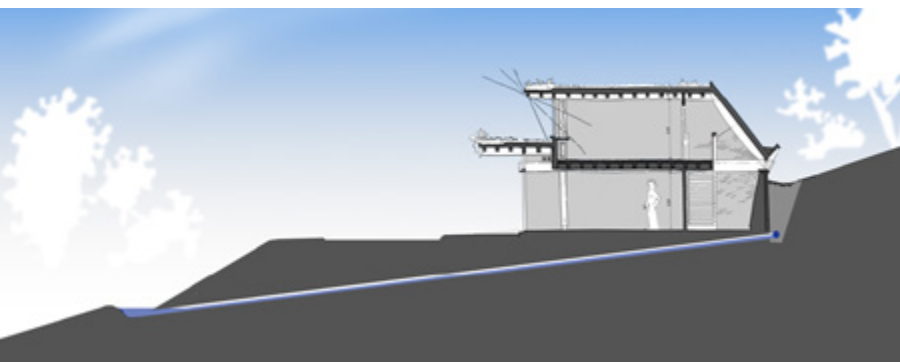
Vous savez : avant le microclimat était là comme ci...  
après construction, il est ici comme ça...

Aussi, je propose quelques dispositions, non pas pour  
rafraîchir le site et sa géographie proche, mais pour  
moins le réchauffer.

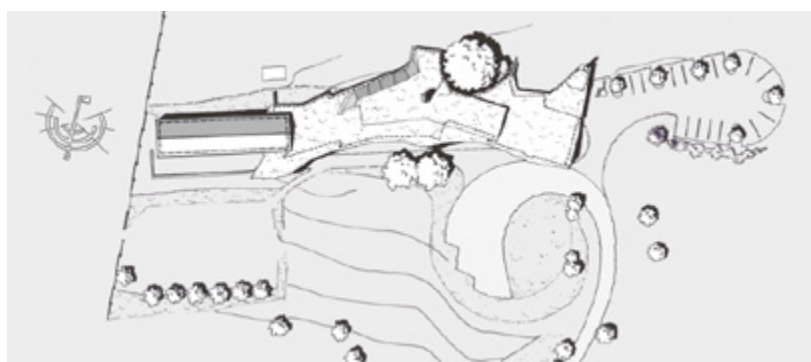
Ainsi, ce sera mieux pour nous tous et plus facile pour  
organiser en quelques lieux, des espaces de fraîcheur  
pour les périodes trop chaudes.

Lien vers le support  
de présentation





Ne pas stopper la circulation des eaux de surface et des eaux souterraines pour ne pas faire barrage et assécher (dévitaliser) l'aval... (on travaille avec le jardinier)



S'implanter (tordu s'il le faut) pour garder les arbres existants (évidence !)



Ombre les façades pour qu'elles ne rayonnent pas le chaud. Enherber leurs pieds et faire les accès en terre.



Eclabousser l'eau de pluie en gargouilles (dynamisation et brumisation partielle utile). Végétaliser les toitures pour faire amortissement hydraulique et terrain de jeux pour insectes.

Voilà, vite dit, pour ce projet dans le Parc des Volcans d'Auvergne.

## Passons à l'Est de Toulon : Maison de la Nature ENS le Plan



Restaurer un lieu humide à son humidité. Merci à Cepage Ecologue - Paysagiste



Au-dessous, faire une ombre permanente rafraîchie par l'eau de la nappe dans une noue (usine à frais) et augmentée par une façade en dévers (au nord). Ce projet puise la fraîcheur dans l'entre-deux de deux corps de bâtiment. Y jeter les eaux de pluie par une puissante gargouille pour la brumiser.



Planter...massivement planter (remerciements à Cepage...) On sait tout ça... !

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

***De tels projets rencontrent-ils aussi des difficultés, notamment financières ?***

Ce bâtiment a fait l'objet d'un budget spécifique, mais j'ai aussi travaillé sur des projets très variés (écoles, mairies, centres sociaux, immeubles, etc.) et dans des gammes de prix classiques. Sur un projet comme celui de l'ENS du Plan, le budget n'est pas consommé de la même manière. Le budget de finition est par exemple assez faible.

***Un auditeur souligne que les travaux de Carin Smuts et d'Yves Perret ont deux composantes en commun : le travail et la joie. Qu'est-ce qui vous pousse à travailler de cette manière ?***

Ce sont les réactions positives que mes projets peuvent susciter autour de moi qui me motivent à travailler. À ceux qui me demandent s'ils peuvent s'inspirer de mes idées, je réponds favorablement, en rappelant que les idées n'appartiennent à personne et qu'il faut juste les rendre disponibles et les transmettre.





Thierry  
ROCHE

Architecte DPLG, urbaniste  
Atelier Thierry Roche

## Du goût de la performance au coût de la performance : de la Cité de l'environnement à Zadiga cité

### Cité de l'environnement

Ce bâtiment a été conçu il y a une quinzaine d'années par les bureaux d'études qui allaient devenir les locataires du bâtiment. L'ambition était de promouvoir une démarche architecturale multicritères, ce qui explique que la construction du bâtiment ait rassemblé 28 entreprises et 225 salariés aux compétences très diverses, notamment des industriels. Le projet comprenait deux bâtiments de 12 m de large avec une grande halle au centre qui devait pouvoir accueillir des événements publics.

Cette ambition devait s'accompagner d'une stratégie énergétique très forte, avec une approche expérimentale sur la qualité de l'air et sur la gestion de l'eau.

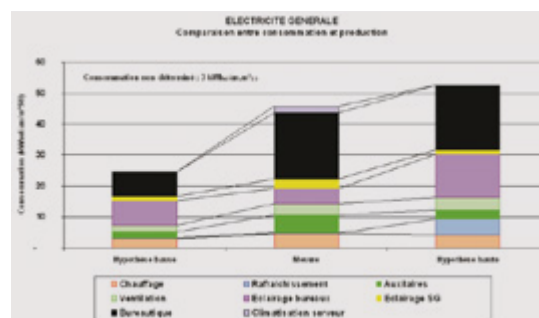


La Cité de l'environnement

L'énergie est produite par une pompe à chaleur liée à un système de géothermie horizontale assez puissante permettant de réguler la thermique d'été. Pour assurer la bonne performance énergétique du bâtiment, il a été nécessaire de mettre en place une gouvernance sociocratique (mode de prise de décision et de gouvernance fondé sur l'auto-organisation) par le biais de formations sur la communication non violente et sur la prise de décision collective. Il semblait en effet essentiel que la gouvernance de l'efficacité énergétique du bâtiment parte de la base et que les décisions soient prises collectivement par les usagers.

### Consommation électrique après deux ans de fonctionnement

Le bilan énergétique montrait que la bureautique occupait une place majoritaire dans les consommations du bâtiment, ce qui prouvait que la consommation énergétique était due à l'usage du bâtiment par ses habitants plutôt qu'à ses performances intrinsèques. D'autres mesures ont permis de constater que certains bureaux consommaient



beaucoup plus que d'autres pendant la nuit. Cette consommation était due à des équipements électriques qui restaient branchés la nuit. Compte tenu de ces problématiques d'usage, mais aussi de défauts techniques et mécaniques, le bâtiment a mis un certain temps pour atteindre le niveau de production énergétique positive. Mais une fois ce niveau atteint, les usagers ont vraiment ressenti une qualité de vie intérieure l'été.

Au bout de 15 ans, le système de la géothermie s'est finalement avéré limité et a fini par tomber en panne, car il n'a pas pu gérer l'augmentation de la quantité de froid ou de chaud à créer. Il arrivait souvent en été que le système « claque » en fin de semaine et ne fonctionne plus pendant le week-end. Et du fait de la forte inertie du bâtiment, la température était très inconfortable le lundi matin, en été comme en hiver.

### Zadiga-Cité

Ce projet est situé dans le quartier de la Confluence à Lyon. Les élus avaient pour ambition d'en faire un fleuron de l'environnement en y créant notamment une forêt. Sur le terrain se trouvait un ancien garage en friche qui allait devenir la structure de base d'un projet environnemental ambitieux. La dalle et les fondations ont été conservées. La structure poteaux-poutres a été refaite à l'identique. Le cahier des charges imposait à la fois d'améliorer l'enveloppe thermique, tout en conservant la qualité patrimoniale, demandait de pousser l'innovation en proposant un fonctionnement simple, mais efficace et performant, de limiter l'impact environnemental et de s'intégrer dans le projet paysager du quartier. Le bâtiment devait être beau et performant, mais aussi être un lieu de partage complètement ouvert sur l'extérieur, dont la mission était de développer la culture de l'environnement.

Le bâtiment se compose d'un rez-de-chaussée et d'une mezzanine, avec 600 m² de panneaux photovoltaïques en toiture. La volonté de l'architecte était de conserver les

Lien vers le support  
de présentation



Quelle est la part de plaisir pour les entreprises et les ouvriers qui participent à de tels projets ?

Une auditrice souligne le caractère fondamental de la lumière, notamment en hiver, dans la création d'un espace de vie. Le confort d'été est une priorité, mais il ne faut pas oublier la lumière, qui est la vie. Elle souligne également la qualité des échanges dans le cadre du projet Zadiga-Cité. Lorsque les parties prenantes sont heureuses de porter un projet, il y a de fortes chances que ce projet réussisse.

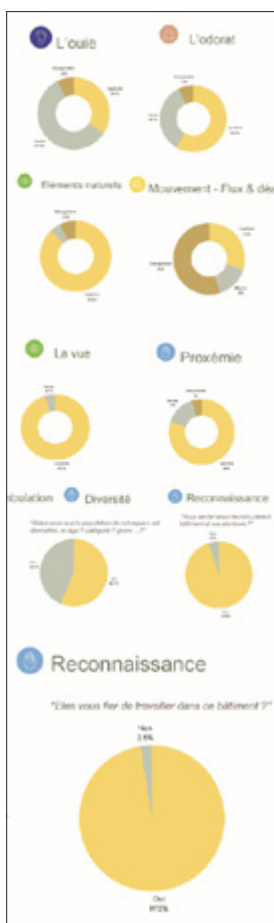
Le projet Zadiga-Cité a coûté cher, mais il rapporte beaucoup. Les loyers sont supérieurs à la moyenne mais permettent aux locataires de vivre dans un lieu extraordinaire. Comme le lieu accueille de nombreux événements et visiteurs, c'est le bâtiment qui est le meilleur ambassadeur des savoir-faire. Les coûts induits sont donc largement compensés par le chiffre d'affaires rapporté.

Il est nécessaire de revenir à une forme de partage privé/public : trouver un compromis offrant une rentabilité, tout en permettant un partenariat avec le secteur public. Ce mode de fonctionnement peut faire peur aux élus, mais il peut aussi être très moteur du fait de la convergence de plusieurs acteurs.

Mes collègues de travail sont présents depuis le début et ont intégré les amplitudes de température en hiver et en été. Si les températures sont vraiment trop élevées en été, ils peuvent rentrer chez eux ou dans un autre endroit plus frais. Mais en réalité, ce lieu est plutôt vécu comme une oasis de fraîcheur où les personnes viennent se réfugier lorsque les températures extérieures sont trop chaudes.

Une structure spécialisée en sociocratie et communication non violente était partie prenante du projet, ce qui a grandement facilité la gouvernance au départ. Le plus difficile n'est pas de mettre en place la sociocratie, mais de la maintenir au fil des années, sachant qu'elle nécessite beaucoup de motivation et d'énergie.

Je préfère parler d'habitant, car l'habitant habite et vit le lieu, et par là même élève son âme, alors que l'utilisateur se contente d'utiliser le lieu comme un outil. Alors que l'habitant est en lien étroit avec le lieu, l'utilisateur garde une certaine distance.



volumes et ouvertures initiaux. L'objectif de qualité environnementale impliquait de travailler sur les protections solaires et la ventilation naturelle, mais aussi de penser le bâtiment au sein de son environnement végétal, l'ambition du projet étant de se passer de climatisation. Un autre objectif était d'obtenir la certification E4C2. Au bout d'un an et demi, le niveau de production était deux fois et demi plus élevé que le niveau de consommation.

L'intérêt de ce projet était aussi de vérifier qu'il est possible de bien vivre dans un bâtiment dont les performances sont poussées au maximum. Au cours de la première année, malgré quelques pics de chaleur, les promesses sont globalement tenues, ce qui atteste d'une véritable qualité de vie à l'intérieur du bâtiment. Grâce à la gestion de l'air par un système de stratificateurs, le confort est le même au rez-de-chaussée que sur la mezzanine. La thermique d'hiver est assez aisée, notamment grâce à l'absence de murs froids. La thermique d'été est plus compliquée car elle dépend vraiment de la bonne gestion du bâtiment. À deux moments particuliers, les conditions thermiques étaient très mauvaises : le jour de l'inauguration, la météo était caniculaire et le bâtiment avait été complètement ouvert, laissant ainsi la chaleur entrer ; et au retour des congés d'été, le bâtiment s'étant chargé pendant une semaine. La PAC a été débridée pendant deux journées, ce qui a suffi pour rétablir le confort thermique acceptable.

Un bâtiment peut être extrêmement performant sur le plan énergétique, cela ne garantira pas forcément le confort et la qualité de vie. Or, seuls ces deux critères permettent le lien social qui est la raison d'être du bâtiment. C'est la raison pour laquelle l'atelier a travaillé avec une universitaire pour créer un bilan émotionnel, qui permet d'appréhender la qualité d'un lieu par les sensations des usagers (ouïe, odorat, vue, proxémie, éléments naturels, flux, etc.). Ce bilan a démontré que 98 % des personnes interrogées affirmaient être fières de travailler dans ce bâtiment. Pour atteindre des objectifs ambitieux de sobriété énergétique, cela nécessite qu'ils soient compris, aient du sens et valorisent l'estime des usagers. Ils doivent être intégrés dans une démarche globale, valorisante et négociable et ne pas être subis. Un bâtiment, qu'il s'agisse de logements ou de bureaux, doit procurer des émotions à ses habitants et les aider à être créatifs. La thermique devenant un sujet incontournable dans la gestion interne des entreprises, il convient d'intégrer ce sujet dans un débat interne où chacun peut s'exprimer.



**Stefania  
BARBERIO**

Directrice de l'agence de  
Marseille  
Le Sommer Environnement  
/AIA Environnement

## La frugalité et le bioclimatisme au service des bâtiments viticoles

L'architecte Philippe Madec a été missionné par le maître d'ouvrage Cantenac Brown pour réaliser un chai bioclimatique.

Le projet s'insère dans un environnement marqué par la présence des vignes et d'une demeure de style Tudor. Il consiste en la rénovation et extension du château pour une surface d'environ 5236 m<sup>2</sup> dont 2075 m<sup>2</sup> d'extension. Plusieurs BET avec une expérience dans le domaine viticole sont intervenus dans le projet. La conception a démarré au mois d'avril 2020 et la livraison a eu lieu en septembre 2023.



Vue du château et du chai

### La conception d'un bâtiment viticole écoresponsable

Le projet a été inscrit dans une stratégie environnementale développée conjointement par Philippe Madec et Le Sommer Environnement.

Le projet devait respecter les principes de l'architecture bioclimatique, mais aussi prendre en compte les spécificités viticoles :

- Le chai : l'ambiance intérieure du chai doit être contrôlée selon des conditions hygrothermiques spécifiques avec une température entre 8° et 15° et une humidité relative constante de 80%. De plus, le chai doit répondre à des exigences très strictes en termes de qualité de l'air et de choix des matériaux car ceux-ci peuvent avoir un impact sur la qualité du vin.
- Le cuvier : les conditions intérieures sont comparables à un bâtiment hors gel. Avoir un apport optimal en lumière naturelle, assurer une correcte ventilation de l'espace, s'affranchir du chauffage.
- Pour les bureaux : assurer le confort des usagers sans recours à la climatisation.
- Pour la salle de dégustation : assurer une température de 23° pendant les dégustations.
- La halle vendange : améliorer les conditions de travail des vendangeurs.

### L'approche bioclimatique

L'approche climatique peut être résumée par les trois principes suivants qui sont adaptés en fonction des besoins de chaque ensemble programmatique :

#### 1/ Capter, se protéger du rayonnement solaire

Toiture : c'est la première façade exposée et aussi la plus grande surface développée. Pour éviter les surchauffes en période estivale, les toitures sont ventilées et l'isolation choisie est très performante.

Le cuvier : largement vitré, le cuvier dispose de vitrages zénithaux performants et de brise-soleil fixes protégeant la façade ouest de la solarisation en fin de journée.

Le chai : à l'est, la surface des fenêtres est réduite. Au sud, le mur épais en pisé ne dispose d'aucun vitrage pour limiter l'accès la lumière.

Les autres espaces (salle de dégustation, bureaux, locaux, annexes) sont conçus selon les mêmes principes.

#### 2/ Stocker, diffuser la chaleur et la fraîcheur

Les systèmes constructifs et matériaux formant l'enveloppe du chai sont choisis pour leur capacité à stocker puis diffuser la chaleur au cours du temps (journée/saison). Le plancher bas du chai est constitué d'une dalle et d'un revêtement quartzé. L'ensemble est en contact avec le sol sans rupture ce qui permet de profiter de la stabilité thermique du sol en toute saison.

#### 3/ Conserver, évacuer la chaleur et la fraîcheur

Ce principe est mis en œuvre dans le chai avec des murs en pisé et doublage intérieur en blocs de terre compressée. La terre crue régule l'humidité et participe principalement à l'inertie de l'espace.

##### Le cuvier

- Ouvrants sur les deux tampons pour mettre en place la ventilation naturelle nocturne, désenfumage, évacuation du CO<sub>2</sub>
- Apports de lumière naturelle importants grâce à la façade ouest et ouvrant zénithaux
- Protections solaires adaptées par orientation
- Matériaux biosourcés
- Enveloppe isolante

##### Le chai – Les puits climatiques

Le chai est l'élément sur lequel s'est portée une réflexion plus poussée compte-tenu des nécessités en termes de conditions hygrométriques.

Des puits climatiques sont installés pour profiter gratuitement des calories / frigories du sol. L'air provenant

Lien vers le support  
de présentation





des puits est ensuite raccordé à une CTA permettant de garantir les conditions nécessaires à l'élevage du vin pendant les périodes de l'année plus critiques. La batterie froide se déclenche uniquement lorsque des conditions particulières sont réunies. Elle fonctionne au travers d'un groupe froid, en marche uniquement lorsque la température à la sortie du puits n'est pas suffisante pour atteindre 15° dans la salle.

Le puits climatique est caractérisé par des éléments en fonte enterrés à une profondeur où la température du sol varie peu, entre 2 et 4 mètres, jouant le rôle d'échangeur thermique entre le sol et l'air entrant.

Les conditions inférieures du chai sont strictes et contrôlées. Le puits climatique permet de réduire la période de rafraîchissement, de limiter les besoins thermiques de l'espace en prétraitant l'air de manière passive, d'écrêter les températures de l'air neuf et d'économiser plus de 40% des besoins en période estivale.

L'étanchéité des puits étant essentielle, trois tests ont été réalisés en phase chantier. Le maître d'ouvrage a été sensibilisé à la qualité de l'air, particulièrement au nettoyage des prises d'air en exploitation.

#### Le recours à la terre et son inertie

Pour la construction des murs en pisé, il est nécessaire d'avoir un soubassement en pierre, car il faut éviter la remontée capillaire de l'eau.

#### Le recours à la ventilation naturelle dans les bureaux

Pour les autres espaces tels que les bureaux, un système de ventilation naturelle contrôlée a été conçu en prévoyant des ventilateurs d'assistance au plafond et des entrées d'air en partie basse des châssis vitrés favorisant ainsi la ventilation naturelle en toute saison. Des brasseurs d'air en bois viennent compléter la stratégie bioclimatique pour assurer le confort estival pendant les journées les plus chaudes.

#### Comment étudier et valider ces principes en conception ?

Les simulations thermiques dynamiques ont permis d'étudier et de prouver l'efficacité de la stratégie bioclimatique choisie pour le chai.

Il était primordial d'étudier davantage le comportement physique du bâtiment, en particulier dans le chai, afin d'exclure tout risque de formation fongique. Des simulations hygrométriques des parois via le logiciel WUFI ont donc été réalisées afin d'aider à la validation des principes constructifs, guider le choix du pare-vapeur et de ses caractéristiques.

Cette étude a permis de montrer que le complexe en toiture fonctionnait correctement en hiver, mais entraînait en été une condensation importante contre le pare-vapeur. Plusieurs variantes ont été simulées pour caractériser le pare-vapeur et identifier son emplacement optimal.

#### Santé / Bien-être

Les matériaux mis en œuvre sont principalement géo et biosourcés. L'ensemble se caractérise par un faible impact carbone :

- Le bois est utilisé en structure
- La pierre massive est le soubassement du mur en pisé
- La terre est structurelle (pisé)
- Les briques de BTC participent à la performance de l'enveloppe
- Le recours aux isolants en liège et en laine de bois

- Peinture à la farine en extérieur, au lait et à l'œuf en intérieur
- Analyses des fiches techniques et tests au besoin sur tous les matériaux et systèmes par un laboratoire Excell

#### Premiers constats

Globalement, tout le personnel du site est content de l'opération.

Un problème a été détecté récemment sur le chai en termes d'humidité. Des analyses sont en cours afin de comprendre s'il s'agit d'un problème de stratification de l'air ou de positionnement des buses de soufflage.

#### En conclusion

Pour un chai, les enjeux de maintien en température sont évidents et fondamentaux car il en va de la pérennité du produit, de sa non-dégradation en cas de forte chaleur.

Se tourner vers les fondamentaux de l'architecture vernaculaire en consacrant les ressources et les savoir-faire locaux constitue un élément de réponse pertinent.

La maîtrise des consommations est également un enjeu croissant en matière de coût d'exploitation quand on note que les coûts énergétiques ont augmenté de plus de 40% ces dernières années.

Cet enjeu de maintien en fonctionnement et de soutenabilité économique lié à l'évolution du climat concernera de plus en plus d'acteurs dans les années à venir.

L'adaptation au changement climatique ne se limite donc pas à l'enjeu d'inconfort thermique. Il bouleverse en profondeur nos modèles socioéconomiques.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

**Une participante revient sur l'enjeu de s'entourer d'entreprises compétentes à même de répondre à ce projet ambitieux**

Il s'agissait en effet d'un enjeu de taille. Il n'a pas été facile de trouver des entreprises disposant du savoir-faire pour la réalisation de la voûte réalisée en BTC. L'entreprise qui avait initialement remporté le lot a déposé le bilan pendant le chantier. Néanmoins, les filières montent progressivement en compétence et se montrent confiantes pour l'avenir.

#### Quel a été le coût des travaux ?

19 308 148 € HT hors process et VRD, soit 3 690 € / m².

**Le projet est-il intégré dans une démarche BDNA et bénéficiera-t-il d'un suivi en phase d'usage ?**

Ce n'est pas le cas. Le projet fera tout de même l'objet d'un suivi, compte-tenu de sa nature singulière, ne serait-ce que pour observer le comportement des puits climatiques dans le temps.

#### La terre utilisée pour le chantier est-elle locale ?

Il a d'abord fallu trouver la bonne composition de la terre. L'équipe a fait son maximum pour que la terre provienne du territoire national le plus proche possible du site. La pierre provient en revanche d'un site situé à seulement 50 km du projet.

#### Est-il possible de visiter le projet ?

Le château de Cantenac Brown se visite pour une vingtaine d'euros qui inclut une dégustation.



Exemples d'utilisation de la terre dans le projet



**Marjorie BOLIKIAN**  
Architecte DPLG  
Atelier MB Architecte

## Réhabilitation d'un petit patrimoine au pied de la sainte Victoire : le pigeonnier de Beaurecueil

Marjorie Bolikian introduit son exposé en soulignant qu'il s'agit d'un projet de réhabilitation faisant l'objet d'application de principes simples, dans un village du département des Bouches-du-Rhône. Le cadre du projet est exceptionnel car le site se situe au pied de la montagne Sainte-Victoire, éloigné des grands axes de la circulation, dans un village qui possède un ingénieux système hydraulique.

L'objectif était de faire une réhabilitation traditionnelle, frugale, préservant le paysage. Le bâtiment est issu de pratiques agricoles ancestrales, toujours vivantes aujourd'hui.



*Le pigeonnier avant travaux*

Le site du projet était un pigeonnier composé d'une tour décrépie, d'un bassin envahi par la végétation et de garages qui n'étaient plus utilisés. Le pigeonnier était abandonné depuis approximativement les années 1970. Ce projet a pu se faire grâce à la contribution d'une équipe locale et engagée.

### Diagnostic architectural

Il ne s'agit pas d'un bâti noble, mais d'un patrimoine vernaculaire. Il n'y a ni encadrement, ni pierres de taille. La construction était sobre.

La longueur du bassin mesure 35 mètres et celle du bâtiment 18 mètres. Le bassin est quasiment plus imposant que le bâtiment.

La commune tenait à conserver le bâti existant, en le valorisant et en essayant de lui trouver un nouvel usage. Plusieurs options d'esquisses paysagères et architecturales ont été proposées à la commune. Aux termes de plusieurs réunions municipales, le projet retenu a été celui de conserver le bâti existant, en valorisant la tour, son

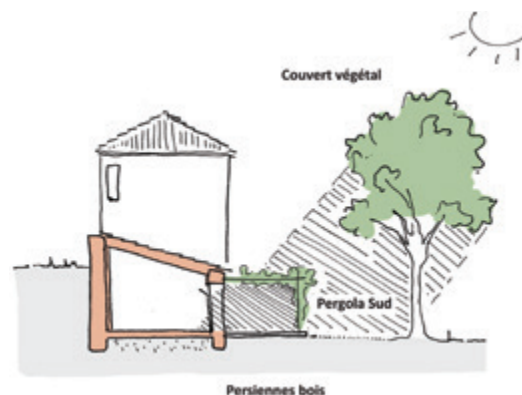
volume un peu atypique, cylindrique, par la création d'un escalier belvédère pouvant servir à un espace d'exposition. Au niveau paysager, la proposition de remettre l'eau au cœur du site a été retenue.

En synthèse, le projet a été bâti sur deux options au niveau architectural et paysager :

- la mise à disposition d'une petite salle communale, avec un belvédère
- un bassin remis en eau

### Les grands principes favorisant le confort thermique

Le projet repose sur les principes suivants :



- Protéger les espaces du rayonnement solaire (utilisation de persiennes bois, couvert végétal, pergola sud)
- Isoler l'enveloppe et favoriser l'inertie thermique (dans les garages : murs épais + 15 cm de laine bois, chape + dalle + 28 cm de verre cellulaire, toitures + 30 cm de laine de bois + entre pannes ; dans la tour : enduits chaux-chanvre, toitures + 26 cm de laine de roche dans caissons bois sur pannes)
- Ventiler en fonction des besoins (trois brasseurs d'air, oscillo-battants motorisés sur certaines baies)
- Rafraîchir ou augmenter la sensation de fraîcheur (remettre en place le cycle de l'eau du bassin).

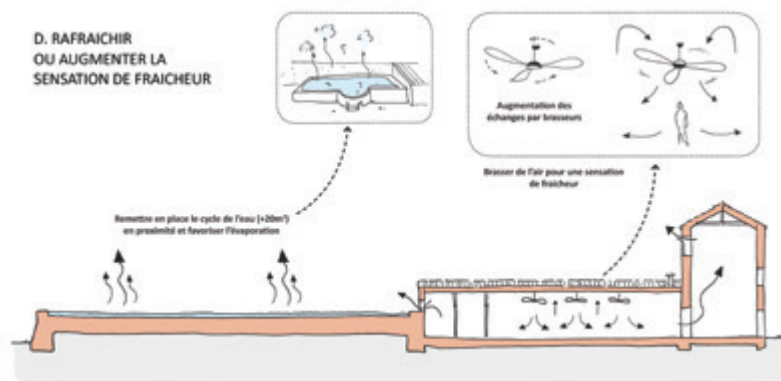
### Le chantier

Pendant le chantier, la question de la rénovation de la charpente du pigeonnier s'est posée. Le souhait initial était de la conserver, mais cela n'a pas été possible. Lors de sa démolition, le volume cylindrique est apparu sur trois niveaux. La tour était très ancienne, mais les annexes ne l'étaient pas.

Lien vers le support  
de présentation



D. RAFFRAÎCHIR  
OU AUGMENTER LA  
SENSATION DE FRAÎCHEUR



L'enjeu, dans ce projet, était de réemployer au maximum les matériaux issus de la démolition. Ils ont été compactés et utilisés pour remplir le bassin. Très peu d'encombrants ont été évacués du site.

D'anciennes alvéoles utilisées pour les pigeons ont été découvertes. Elles avaient été précédemment rebouchées. L'équipe a décidé de les conserver, en laissant leurs traces visibles matérialisées par des mallons de terre cuite issus de la démolition de la toiture.

#### Campagne de mesures de températures et qualité de l'air

Le bâtiment a été inauguré il y a un an, mais n'est pas encore très occupé (la commune y travaille). La campagne de mesures s'est donc faite à partir d'une occupation ponctuelle. Un point sera effectué les années suivantes.

#### Méthodologie

- Campagne de mesures réalisée sur le mois de juin, juillet et début août 2024
- Saisie dynamique de données sur une base hexahoraire (6 mesures par heure). Plusieurs capteurs ont été positionnés.
  - Deux thermo-hygromètres dans la salle principale
  - Un thermo-hygromètre dans le pigeonier
  - Un thermomètre extérieur
  - Un CO<sub>2</sub>-mètre dans la salle principale



Travaux dans la tour

Malgré la faible occupation du lieu, la campagne de mesures a confirmé le fonctionnement des ouvertures oscillo-battant pour évacuer le CO<sub>2</sub>. En ce qui concerne le confort d'été, on observe des températures intérieures ambiantes toujours inférieures à 27° pour des maxima de 37° extérieurs.

Il faudra poursuivre les mesures l'été prochain, mais il apparaît d'ores et déjà que les fondamentaux du confort bioclimatique d'été étaient présents.

#### Le Pigeonnier : un nouvel espace où il fait bon vivre

L'espace du pigeonier est très petit (70m<sup>2</sup> utile) pour un équipement public, mais sa réhabilitation était importante afin de conserver et valoriser ce petit patrimoine bâti témoin d'une époque.

Le rénover avait également du sens quant à l'utilisation de son espace extérieur (prairie, terrasse, esplanade, cheminements doux, bassin) agréable en période chaude sous les grands frênes afin de profiter de la beauté du grand paysage.

## ÉCHANGES AVEC LA SALLE

### Comment le bâtiment est-il chauffé ?

Par un poêle à granulés, qui a été volé durant le week-end, peu de temps après sa livraison (l'alarme n'était pas encore active et les grilles n'étaient pas installées). Le chantier isolé en plein champs a subi par trois fois des vols (menuiserie extérieure, poêle à granulés, plaque de cuisson, moniteur alarme).

### Le bâtiment est-il un ERP ?

Il l'est. L'autorisation a pris un certain temps du fait de l'absence d'ascenseur dans la tour. Tous les autres espaces du bâtiment sont accessibles aux PMR.

### Pouvez-vous nous donner des précisions sur l'eau présente dans le bassin ?

C'est de l'eau du canal. Il y a deux réseaux à Beaurecueil (eau potable / eau d'arrosage du canal de Provence). Un système de recyclage a été installé, sur horlogerie. L'eau est recyclée et se renouvelle pour éviter qu'elle ne stagne. Elle se vidange dans l'espace planté. Quelques réglages sont encore en cours afin d'affiner les temporalités qui ne sont pas optimaux.

### Pouvez-vous nous donner des précisions au sujet des alcôves découvertes dans le pigeonnier ?

Les niches avaient été précédemment bouchées avec du mortier, des pierres et de la terre cuite, puis recouvertes d'enduit les rendant invisibles. Il a été convenu avec le Maire d'en garder la trace du côté intérieur, pour témoigner de cet usage ancien. Elles ont été gardées en creux et matérialisées par un mallon de couvert réutilisé.

### Quel sera le futur usage du bâtiment ?

Il pourra servir de lieu d'exposition. Le projet en cours est de mettre en place un petit bistrot de pays. En fin de compte, l'usage du bâtiment est presque secondaire du fait du caractère exceptionnel du site. L'objectif était surtout de valoriser le bâti existant afin de redonner un accès aux usagers.

### L'équipe a-t-elle pensé à rafraîchir le site via un système adiabatique, en utilisant l'eau du bassin ?

Le chantier devait rester sur des principes d'application les plus simples possibles, reposant sur la frugalité. Le système adiabatique n'est pas totalement mature et nécessite une maintenance très importante. Il faut utiliser la technologie avec parcimonie et la limiter aux endroits où les usagers ne viendront jamais. Ce système de rafraîchissement n'a donc pas été évoqué, car il ne correspondait pas au cadre du projet.

Le traitement du confort d'été s'est alors posé à cet endroit-là avec la plantation de nouveaux grands sujets (micocouliers) à la place des frênes morts, la création d'une terrasse ombragée et la remise en eau du bassin attenant.

Robert Célaire, ingénieur thermique du projet, insiste sur le principe de simplicité sur lequel repose ce projet. Le seul élément technique sur lequel l'équipe a donné du lest est l'utilisation des ouvrants motorisés afin qu'ils s'ouvrent de manière autonome par rapport au niveau de CO<sub>2</sub>.





**Béatrice  
GISCLARD**  
*Docteure en Géographie et  
maîtresse de conférences en  
design*  
Université de Nîmes



**Héléne  
DENISE**  
*Chargée de plaidoyer Climat  
énergie et logement*  
Fondation  
Abbé Pierre

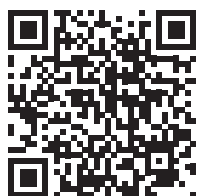


**Hugo  
MONTERO**  
*Cinéaste et anthropologue*  
LAET-ENTPE



**Margot  
DE BATTISTA**  
*Ingénieure de recherche*  
Université de Nîmes  
Fondation i2ml

Lien vers le support  
de présentation



## Approche sociologique du confort d'été

Des épisodes de canicules ont eu pour conséquence des fermetures de classes en France, des banques et des administrations en Iran, du télétravail obligatoire en Grèce... Toutes ces décisions sont certes impératives et visent à protéger les populations, mais exacerbent les inégalités sociales. Comme l'a montré la crise du Covid, toutes les populations ne vivent pas les confinements de la même façon.

**Béatrice Gisclard** évoque le travail de Malou Allagnat, qui a rédigé une thèse sur l'espace comme clé de lecture des inégalités sociales à travers la problématique des épisodes de fortes chaleurs. Le but de son travail était d'analyser la manière dont les événements climatiques sont perçus par les habitants en fonction de l'environnement et des conditions de vie. Il en est ressorti que la chaleur, bien qu'étant la même pour tout le monde, n'était pas vécue de la même manière selon la classe sociale et qu'elle pouvait même accentuer les inégalités sociales et territoriales.

Cette thèse a abouti à trois conclusions principales. La première est que la chaleur perturbe les émotions, le rapport à soi et au corps et la motivation. Elle influence également la santé mentale. La deuxième est que la chaleur constitue un outil supplémentaire pour prospecter sur le ressenti de la solitude. La troisième conclusion est que la chaleur peut exacerber les inégalités, du fait notamment d'un accès différencié à l'espace public. En effet, les femmes et les personnes âgées craignent de s'y aventurer en fin de journée pour des raisons de sécurité. Malou Allagnat a montré la nécessité de descendre au niveau individuel pour comprendre réellement la violence sociale provoquée par la chaleur et la manière dont cette dernière met au défi les institutions, le but étant d'établir des collaborations spécifiques en fonction des publics tout en tenant compte des problématiques d'habitat.

L'Observatoire participatif sur le risque de canicule\* a été mis en place à la suite des fortes chaleurs de 2019, dans le cadre du projet ANR INPLIC. L'accès au terrain n'étant pas évident du fait de la crise Covid19, la parole et le ressenti des habitants avaient été recueillis en s'appuyant sur les réseaux sociaux et sur la mémoire du risque et des savoir-faire dans le département du Gard et alentours. Des ateliers avaient également été mis en place pour échanger sur les ressentis et sur les perceptions. Ces travaux avaient pour objet de développer des scénarios prospectifs pour mettre les personnes en situation. Il est apparu de manière assez surprenante que les épisodes de chaleur, bien qu'étant très marquants, étaient assez vite oubliés. Lorsque les personnes sont interrogées en hiver, elles évoquent un risque qui est fortement minimisé.

**Hugo Montero** explique qu'il a suivi une méthode sensible pour conduire ses recherches (parcours à pied, vidéo, photographie, etc.) pour être au plus proche du ressenti des personnes sur le terrain. Il s'est finalement rendu compte que les questions qu'il posait sur la chaleur le menaient à

des sujets assez éloignés de ses interrogations initiales. Les canicules et les vagues de chaleur sont vécues comme des préoccupations : elles occupent la mémoire, le présent et les projections. Ces préoccupations génèrent une souffrance que les personnes cherchent à atténuer. Comme première réponse à cette souffrance on retrouve la climatisation. Cette solution prend la forme d'une dystopie tant l'impact de la climatisation est lourd sur le plan environnemental. Les personnes rencontrées ne sont pas dupes, mais elles ne voient pas d'autre solution. Elles finissent donc par s'équiper de climatiseurs qui les poussent à rester enfermées chez elles. La chaleur conduit donc aussi à un enfermement social. Les personnes ne sollicitent plus leurs voisins en cas de besoin et ne fréquentent plus les espaces publics. Pour pallier cet enfermement, certaines personnes adoptent des manières de « faire avec », notamment la marche à pied. Il apparaît que la connaissance fine des ressources disponibles autour de chez soi est très utile en cas de forte chaleur. La surchauffe a tendance à déformer l'espace-temps urbain : les trajets sont modifiés et/ou rallongés. Et bien connaître son quartier permet justement de choisir les trajets les plus efficaces et les plus confortables. Cette recherche a également révélé l'importance de ce qu'Hugo Montero appelle les espaces-temps de rencontre : des lieux ouverts et ombragés permettant de s'asseoir et de rencontrer d'autres habitants, indispensables en cas de forte chaleur.

**Héléne Denise** explique que la Fondation Abbé Pierre a lancé un premier rapport sur la question de la précarité énergétique d'été de manière à produire des données sur ce sujet encore assez peu exploré en France. Il apparaît qu'environ 70 à 80% des logements en France sont inadaptés à la chaleur et que 55% des Français déclarent souffrir de la chaleur pendant au moins 24 heures. Une étude de l'INSEE montre que depuis 10 ans le nombre de personnes souffrant de la chaleur dans leur logement a augmenté de 25%. Le but du rapport de la Fondation Abbé Pierre était de montrer que la surchauffe est un aspect du mal-logement. Une étude récente de l'IGNES montre que 44% des logements exposés au sud sont dépourvus de volets. 59% des habitants des Quartiers prioritaires de la ville indiquent avoir souffert de la chaleur pendant l'été 2023, contre 43% pour le reste de la population. 37% des ménages modestes disent souffrir de la chaleur dans leur logement, contre seulement 20% des ménages plus aisés. De la même manière, 27% des locataires disent souffrir de la chaleur dans leur logement, contre seulement 10% des propriétaires. Le manque de moyens pousse les personnes à s'équiper de climatiseurs de mauvaise qualité qui consomment énormément. De nombreuses lacunes sont à déplorer de la part des pouvoirs publics, notamment la politique de rénovation qui n'est pas du tout dimensionnée aux besoins. Sans véritable politique publique en la matière, ce seront toujours les ménages les plus modestes qui seront les plus impactés. Au vu de ces difficultés rencontrées par les Français les plus modestes, il conviendrait de parler d'habitabilité plutôt que de confort d'été.

**Margot de Battista** confirme qu'il n'est pas possible d'évoquer la canicule sans évoquer la vulnérabilité des personnes les plus fragiles et les plus précaires, notamment les personnes âgées qui sont directement concernées par le triptyque «précarité, isolement et état de santé». Elle souligne toutefois que le genre est aussi un marqueur de vulnérabilité. Les femmes sont davantage exposées, car leur espérance de vie reste plus élevée, ce qui les amène à vivre seules plus longtemps. Quant au taux de précarité, il se cumule souvent avec la perte d'autonomie. Une personne âgée en perte d'autonomie est plus précaire qu'une personne moins âgée autonome. Ce constat a poussé l'université de Nîmes à lancer un projet de recherche sur le sujet de la canicule centré sur le triptyque évoqué précédemment. Six communes ont été sélectionnées en Languedoc-Roussillon, qui présentent toutes des seuils supérieurs à ces indicateurs. L'ambition de ce projet de recherche est de construire des stratégies en partenariat avec ces communes.

### **Les freins et les leviers pour améliorer le confort d'été**

**Hélène Denise** explique que la principale demande de la Fondation Abbé Pierre est de faire en sorte que l'adaptation des logements soit prise en compte de manière systématique dans les politiques de rénovation énergétique. Ces politiques doivent être beaucoup plus incitatives pour les propriétaires et les bailleurs.

**Margot de Battista** souligne que le principal risque auquel les personnes âgées sont exposées est le risque de solitude. Un rapport des Petits frères des pauvres fait état de chiffres alarmants : plus de 6 millions de personnes de plus de 65 ans se sentent seules fréquemment, plus de 3 millions tous les jours et plus de 500 000 personnes sont en situation de mort sociale. Faire face au risque de canicule, c'est d'abord faire face au risque de solitude. Or, l'environnement peut favoriser le lien social et contribuer à l'amélioration du quotidien. Elle évoque l'initiative Oasis solidaire porté par les Petits frères des pauvres et invite les entreprises présentes à se mobiliser pour proposer des salles fraîches aux personnes âgées de leur quartier.

**Hugo Montero** explique que les espaces-temps de rencontre sont beaucoup plus nombreux à Madrid et qu'ils sont occupés jusqu'à très tard dans la nuit. Ces mêmes espaces-temps à Gerland (69) sont fermés, car réservés aux habitants des immeubles alentours, mais qui ne les utilisent pas. L'ouverture des espaces-temps se heurte aux notions de propriété privée et de sécurité. Mais selon certains habitants de Gerland, c'est justement la fréquentation des lieux publics qui permet de réduire l'insécurité. Ce sont les espaces ouverts qui garantiraient la sécurité, et non l'inverse. Dans l'environnement urbain, les arbres sont tolérés, car ils apportent des bienfaits. Pour autant, ils ne sont considérés que comme du mobilier urbain, alors qu'ils pourraient contribuer, avec d'autres végétaux et animaux, à un véritable projet d'amélioration de l'espace urbain.

**Béatrice Gisclard** estime que la société ne pourra pas s'affranchir de mesures beaucoup plus ambitieuses et incitatives à l'échelle des politiques publiques. Selon elle, les politiques publiques doivent être pensées en tenant compte des personnes qui vivent les difficultés au quotidien et non par des personnes isolées dans leur confort climatique. Elle appelle de ses vœux un changement profond et systémique en y associant les personnes en situation de vulnérabilité.

## **ÉCHANGES AVEC LA SALLE**

**Entre investir massivement pour la rénovation des logements et faire évoluer la société vers davantage de bienveillance : qu'est-ce qui est le plus facile à mettre en place ?**

Hélène Denise estime que les deux voies ne sont pas antinomiques. La nécessité d'investir pour améliorer les performances énergétiques des logements est avérée. Le confort d'été doit faire pleinement partie des politiques de rénovation.

**Une auditrice partage ce point de vue mais souligne que, dans une voie comme dans l'autre, les progrès sont faibles. Concernant le vieillissement, l'enjeu est de sensibiliser les jeunes pour qu'ils modifient leur regard sur le vieillissement. Des initiatives inter-générationnelles ont prouvé leur intérêt, mais elles restent encore trop peu nombreuses.**

**Une auditrice souligne que les projets des constructeurs sont quasiment les mêmes qu'il y a 20 ans, ce qui prouve que les progrès sont très lents : les terrasses sont vidées de leur végétation, les fenêtres n'ont plus de volets, etc. Lorsqu'ils sont interpellés sur la qualité de certains équipements, les promoteurs répondent qu'ils respectent la réglementation. Les architectes qui se sentent concernés par ces problématiques essaient de sensibiliser les constructeurs au bon sens, mais sont désemparés face au manque de considération générale.**

**Je travaille dans une collectivité et j'ai été marqué par l'absence de politique d'accompagnement sur le confort thermique dans les logements. Connaissez-vous des collectivités qui ont mené des actions spécifiques dans ce domaine ?**

Paris et Lyon ont mis en place des dispositifs d'aide à l'installation de volets et à la végétalisation des espaces extérieurs. D'autres aides peuvent être sollicitées dans le cadre d'opérations programmées. Pour autant, ces programmes sont assez rares et les collectivités se cantonnent souvent à la végétalisation.

**Des études sont-elles menées sur les pratiques de nomadisme et de transhumance ?**

De telles études, très pertinentes, sont encore très rares, voire inexistantes, notamment à cause de la difficulté à les mettre en œuvre.

**Avez-vous déjà constaté des formes de désobéissance climatique positive ?**

Hugo Montero répond qu'il a pu constater des changements de certains usages comme l'occupation de terrains vagues pour les transformer en lieux de rencontres éphémères.

Margot De Battista explique que les habitants peuvent s'attacher à un espace avec lequel ils entretiennent une forte connexion, ce qui entraîne systématiquement une forme d'appropriation et de sécurité. C'est souvent en étant libre de faire ce que l'on souhaite dans un espace que l'on crée du lien avec lui.

\* <https://risquecanicule.fr>



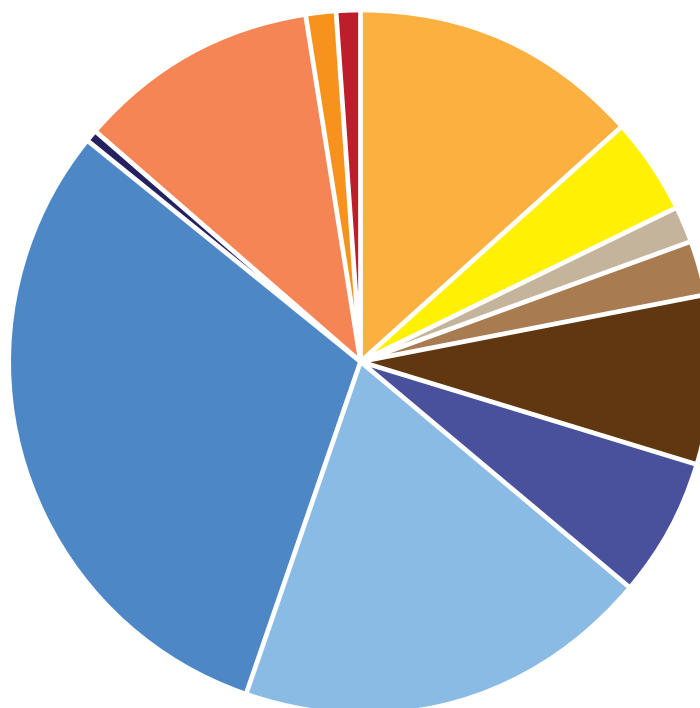






# Typologie des participants

Association chambre syndicale / organisation professionnelle	14%	
Autres	4%	
Enseignant	2%	
Etudiant	2%	
Fournisseur de solutions ou matériaux	8%	
Institution	6%	
Maître d'œuvre architecte / urbaniste / paysagiste	19%	
Maître d'œuvre bureau d'études	30%	
Maître d'ouvrage bailleur social	1%	
Maître d'ouvrage collectivité	11%	
Maître d'ouvrage privé	2%	
Media	1%	





Invitée  
d'honneur



**Carin Smuts**  
Architecte  
CS Studio Architects



**Stefania Barberio**  
Directrice d'agence  
Le Sommer environnement



**Céline Bigi**  
Facilitatrice et cheffe de projet  
Cerema



**Marjorie Bolikian**  
Architecte DPLG  
Atelier MB architecte



**Alexis Breuil**  
Chargé de mission Retours d'expérience  
EnvirobatBDM



**Margot de Battista**  
Ingénieure de recherche  
Fondation i2ml



**Hélène Denise**  
Chargée de plaidoyer  
Climat énergie et logement  
Fondation Abbé Pierre

## LES INTERVENANTS



**Muriel Dupret**  
Ingénieur conseil  
indépendant



**Sébastien Eyraud**  
Responsable du service Transition Energétique  
Communauté de communes Cœur de Savoie



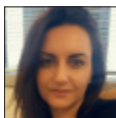
**Clément Gaillard**  
Urbaniste, designer et consultant  
Bureau d'études Freio, design climatique



**Cédric Gentil**  
Ingénieur QE  
Sowatt



**Béatrice Gisclard**  
Docteure en Géographie et  
maîtresse de conférences en design  
Université de Nîmes



**Cathy Gopal**  
Directrice clientèle copropriété  
Foncia



**Antoine Grosjean**  
Ingénieur  
Domene Scop



**Thierry Guiot**  
Responsable R&D  
CSTB



**Marion Jacquelin**  
Ingénieure en performance  
énergétique des bâtiments  
Ener'Bat



**Dorian Litvine**  
Consultant chercheur  
ISEA



**Khedidja Mamou**  
Sociologue et architecte



**Franc Monier**  
Architecte DPLG



**Hugo Montero**  
Cinéaste et anthropologue  
LAET-ENTPE



**Yves Perret**  
Architecte poète  
Atelier de l'Entrelacs



**Thierry Roche**  
Architecte DPLG, urbaniste  
Atelier Thierry Roche

Pour en  
savoir plus  
sur les  
intervenants  
flashez ce  
QR Code







# #9 BÂTIFRAIS

Colloque confort d'été dans  
les bâtiments et les quartiers 2024

Vous est proposé grâce au soutien de ses partenaires



Organisé par

envirobat**bdm**

envir**ô**bât  
OCCITANIE

ville &   
aménagement  
durable

(R)éveillons nos pratiques