



📖 ÉTUDE

CONFORT ESTIVAL DANS LES LOGEMENTS DE LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS

ÉTUDES DE CAS

AOÛT 2024

L'architecture climatique « repose sur une réappropriation de principes oubliés au nom d'approches technologiques qui ont permis à l'architecture de concevoir sans intégrer la contrainte climatique, et à l'ingénieur de rattraper les erreurs commises par un recours immodéré aux équipements techniques, consommateurs d'une énergie longtemps bon marché ».

Philippe Chartier,
Directeur Scientifique de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie de 1982 à 1991.

Directeur et directrice de la publication : **Alexandre LABASSE**
Patricia PELLOUX

Étude réalisée par : **Julien BIGORGNE**

Sous la direction de : **Émilie MOREAU**

Avec le concours de : **Louise LEPAGE**

Cartographie et traitement statistique : **Apur**

Photos et illustrations : **Apur sauf mention contraire**

Mise en page : **Apur**

Photo de couverture : © **Apur - Julien BIGORGNE**

www.apur.org

24P030192

Sommaire

CONTEXTE.....	4
1. Les vagues de chaleur et leurs conséquences	6
Comment apprécier le risque pour la santé des populations lors des vagues de chaleur?.....	6
Comment comprendre l'exposition à la chaleur dans les logements?.....	8
Comment prendre en compte le confort d'été dans la conception des bâtiments?.....	10
2. Compte rendu des entretiens selon le type de logements	16
Les maisons.....	17
Les appartements sous toiture dans des immeubles collectifs.....	22
Les appartements en étage courant dans des immeubles collectifs.....	26
3. Analyse et comparaison de la qualité climatique des logements observés	32
Conception des logements.....	34
Les habitants ont-ils les moyens de connaître les qualités de conception estivale des logements qu'ils occupent?.....	35
Les comportements des usagers et leur adaptabilité.....	36
Pour aller plus loin dans l'adaptation climatique.....	38
CONCLUSION.....	42
BIBLIOGRAPHIE.....	43
SIGLES.....	43

CONTEXTE

Depuis 2022, l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur) participe au projet de recherche H³Sensing dont l'objectif est de mesurer l'impact des vagues de chaleur sur la santé des habitants dans le Grand Paris. Ce projet¹, soutenu et financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR), regroupe plusieurs instituts de recherche comme l'IPL-SEP de l'Inserm, l'ESIEE de Paris de l'Université Gustave Eiffel et le Lied de l'Université Paris Cité.

Le projet H³Sensing s'appuie sur une enquête qui sera réalisée en 2025 auprès d'un échantillon d'environ 200 personnes résidant dans le Grand Paris dont l'état de santé sera suivi grâce à des capteurs portés par les participants. Ces capteurs mesureront un certain nombre de paramètres physiologiques ainsi que l'exposition à la chaleur pour apprécier les effets de cette exposition sur leur santé. En complément de ces mesures, les participants devront répondre à des questionnaires apportant des éléments de contexte qui seront utiles aux analyses ultérieures. Par exemple, concernant leur état de santé, l'âge ou la présence de maladies chroniques sont des facteurs de vulnérabilité dont la connaissance est nécessaire pour pouvoir apprécier les effets des vagues de chaleur. Les questionnaires auxquels se soumettront les participants ne se limitent pas aux problématiques de santé et balayent tous les champs de la vie quotidienne comme les habitudes alimentaires, la pratique du sport, la qualité du logement, le contexte urbain etc.

L'Apur a élaboré le volet « logement » des questionnaires de l'enquête. Ce volet doit permettre de collecter des informations relatives à trois dimensions déterminantes pour le confort thermique dans l'habitat :

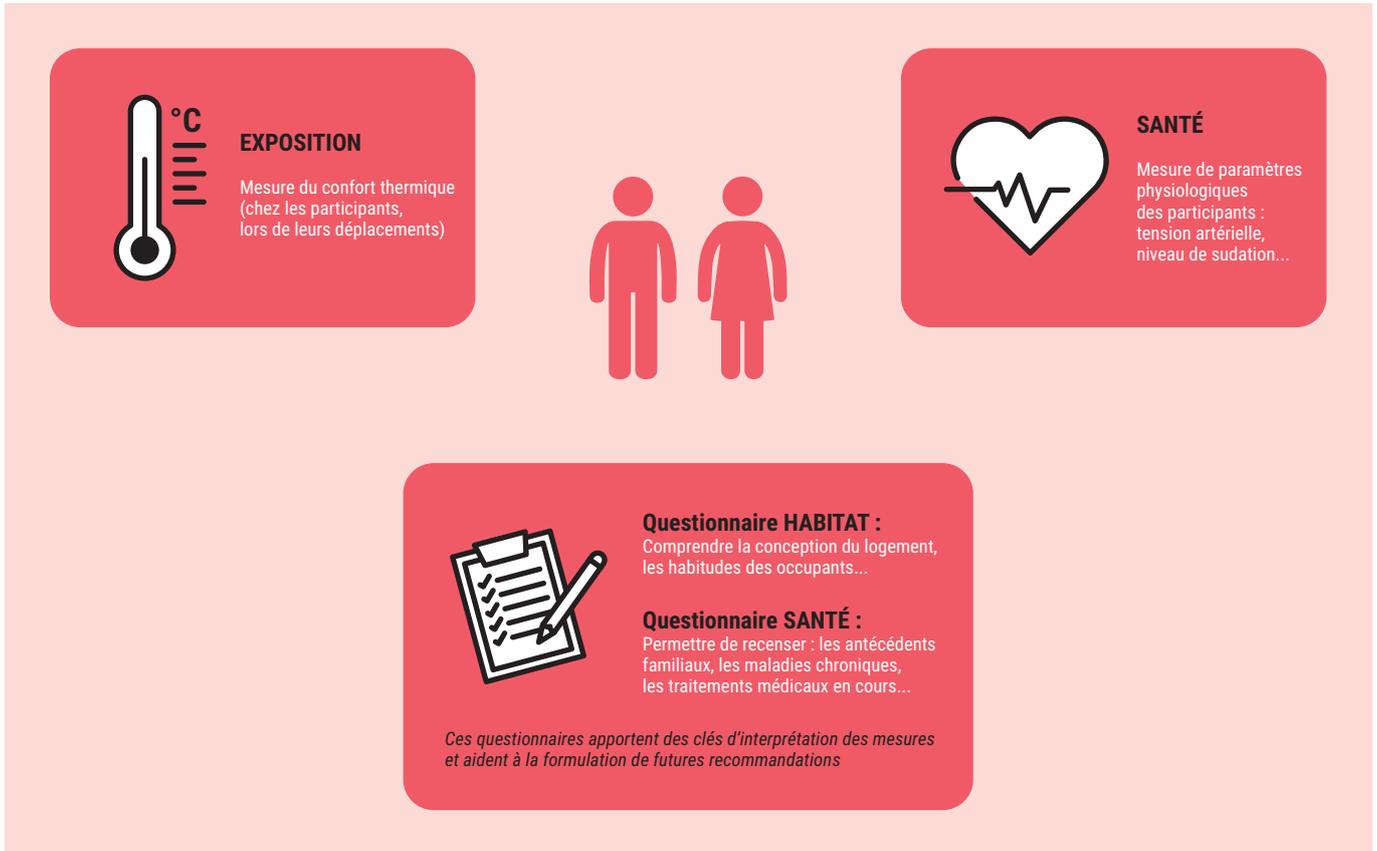
- la **conception du logement** : les éléments, constructifs et architecturaux, conditionnent la capacité d'un logement à rester frais même en période de canicule ;
- les **habitudes des occupants** qui, s'ils le peuvent, doivent par exemple actionner les volets et les fenêtres tout au long de la journée, notamment pour aérer ou se protéger du soleil ;
- la question de l'**îlot de chaleur** auquel est susceptible d'être exposé le logement, à savoir la présence d'un environnement climatique artificiellement plus chaud.

À l'été 2023, l'Apur a souhaité tester le volet « logement » des questionnaires avant leur déploiement à grande échelle en 2025. Pour ce faire, 10 entretiens ont été menés auprès d'habitants de la Métropole du Grand Paris, choisis pour la diversité des logements qu'ils occupent et la diversité des quartiers dans lesquels ils sont implantés : logements sous les toits ou dans des étages courants, dans des immeubles collectifs ou des maisons individuelles, construits récemment ou non. Le but premier de ces entretiens est de vérifier que les questions sont compréhensibles par les participants. Mais ces entretiens ont aussi été l'occasion de discussions libres à travers lesquelles les habitants ont pu expliquer leurs ressentis, leurs retours d'expériences et leurs manières

Des entretiens menés dans le cadre de la préparation de l'enquête «H³Sensing» qui sera réalisée en 2025.

¹ – Le projet H³Sensing est décrit dans la Note n°229 de l'APUR datée de mai 2023 : <https://www.apur.org/en/our-works/h3sensing-research-project-measuring-impact-heatwaves-health-greater-paris-grand-paris-inhabitants>

**H³SENSING, UN PROJET PLURIDISCIPLINAIRE SOUTENU PAR L'AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE (ANR)
COMPORTANT UN VOLET MÉTROLOGIE ET UN VOLET ENQUÊTE AUPRÈS D'UN ÉCHANTILLON D'ENVIRON 200 PERSONNES**



Source : Apur

apur

de vivre pendant des épisodes de fortes de chaleur. Ces entretiens, menés par l'Apur, ont été réalisés entre le 23 mai 2023 et le 29 juin 2023 sur les lieux d'habitations. Ils ont également donné lieu à des analyses techniques des bâtiments afin de mieux comprendre les raisons qui expliqueraient le niveau d'inconfort estival exprimé par les personnes interrogées.

Cette étude présente les enseignements qui ressortent de ces entretiens en matière d'inconfort climatique. Par cette approche qualitative, elle recontextualise et tente d'illustrer les raisons cet inconfort décrites par les personnes interrogées, en les confrontant aux caractéristiques techniques des logements, aux habitudes de ces personnes et à l'environnement dans lequel se situe le logement :

- dans une **première partie** sont rappelées quelques grandes notions relatives au risque de surchauffe estivale dans les logements autour des questionnements suivants : Quel est le lien entre risque et vulnérabilité ? Qu'est-ce que l'exposition à la chaleur ? Comment définir le confort d'été ? Pourquoi certains bâtiments s'avèrent plus adaptés que d'autres aux épisodes de canicules ?
- dans une **seconde partie** est présentée l'analyse des entretiens regroupés selon trois familles de lieux d'habitation : les maisons individuelles, les logements sous-toitures dans des immeubles collectifs et les appartements en étage courant dans des immeubles collectifs ;
- dans une **troisième partie**, les différentes situations sont comparées pour en extraire une série d'enseignements en matière d'inconfort estival des logements.

1.

Les vagues de chaleur et leurs conséquences

Comment apprécier le risque pour la santé des populations lors des vagues de chaleur ?

Risque = vulnérabilité x exposition à la chaleur

Lors des vagues de chaleur, le risque sur la santé est généralement compris comme la composition de plusieurs paramètres que sont principalement l'« exposition à la chaleur » et la « vulnérabilité » des populations².

La vulnérabilité qualifie la fragilité intrinsèque des individus. Elle concerne plus spécifiquement certaines populations telles que : les personnes âgées, les enfants en bas âge, ou les personnes souffrant de maladies chroniques.

L'exposition à la chaleur qualifie une durée au cours de laquelle l'organisme est exposé à la chaleur. Cette exposition devient problématique quand elle se prolonge et qu'elle se maintient à des niveaux élevés. Ainsi des journées très chaudes peuvent rester supportables pour l'organisme si, la nuit, la température baisse suffisamment pour autoriser une phase de récupération. Dans l'exposition à la chaleur, c'est la durée qui représente un risque pour la santé. C'est pour cela que les vagues de chaleur qui durent plusieurs

jours, voire plusieurs semaines, sont problématiques si elles ne sont pas accompagnées d'une baisse des températures nocturnes. Météo France a introduit la notion de « nuit tropicale » qui qualifie ces nuits au cours desquelles la température ne descend pas sous les 20 °C.

Les évolutions climatiques actuelles³, amplifiées dans la Métropole du Grand Paris par la présence d'un îlot de chaleur, prévoient un accroissement significatif de la fréquence des nuits tropicales tout au long du siècle. Dans le climat de référence de la période 1978-2005, les nuits tropicales comptaient 6 occurrences pendant la période estivale, elles devraient passer à 40 à la fin du XXI^e siècle selon le scénario RCP8.5 du GIEC⁴, ce qui revient à dire que plus d'un mois complet de l'été serait affecté par des nuits tropicales dans le Grand Paris.

Ainsi, dans cette étude H³Sensing portant sur le risque pour la santé des vagues de chaleur, il convient de s'intéresser à des profils très variés

² — D'après : Serge Lhomme. Les réseaux techniques comme vecteur de propagation des risques en milieu urbain - Une contribution théorique et pratique à l'analyse de la résilience urbaine. Géographie. Université Paris-Diderot - Paris VII, 2012. Français.

³ — D'après Météo France (DRIAS 2020)

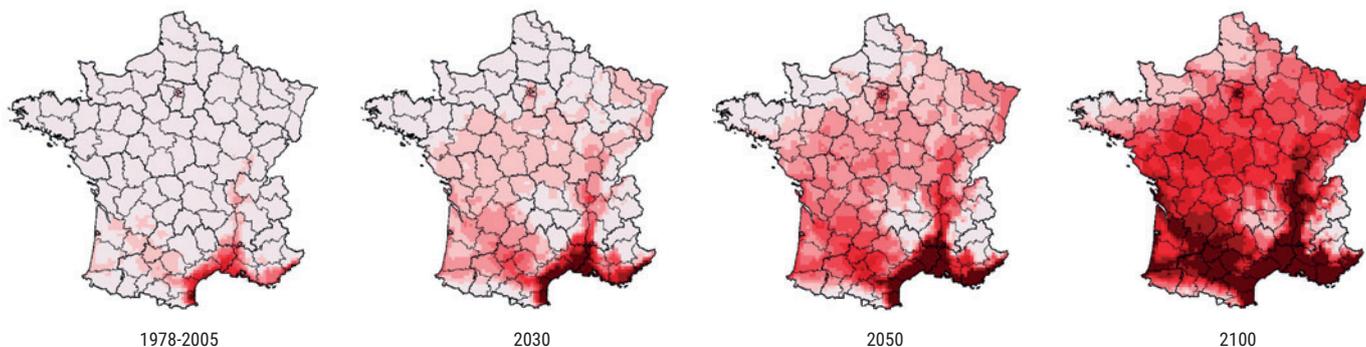
⁴ — Le RCP8.5 est un scénario (GIEC) d'émissions de gaz à effet de serre non contraint dans lequel les émissions poursuivent leur tendance actuelle.

d'individus, et de ne pas restreindre le champ de l'étude aux personnes les plus vulnérables comme les personnes âgées. En effet les stratégies individuelles sont déterminantes dans l'étude des risques liés aux canicules. Ainsi une personne âgée peut, plus aisément que certains actifs, minimiser son exposition en adaptant ses heures de sortie aux conditions climatiques, en évitant les heures les plus chaudes et, dans certains cas, en accédant à un environnement climatisé (EHPAD, bi-

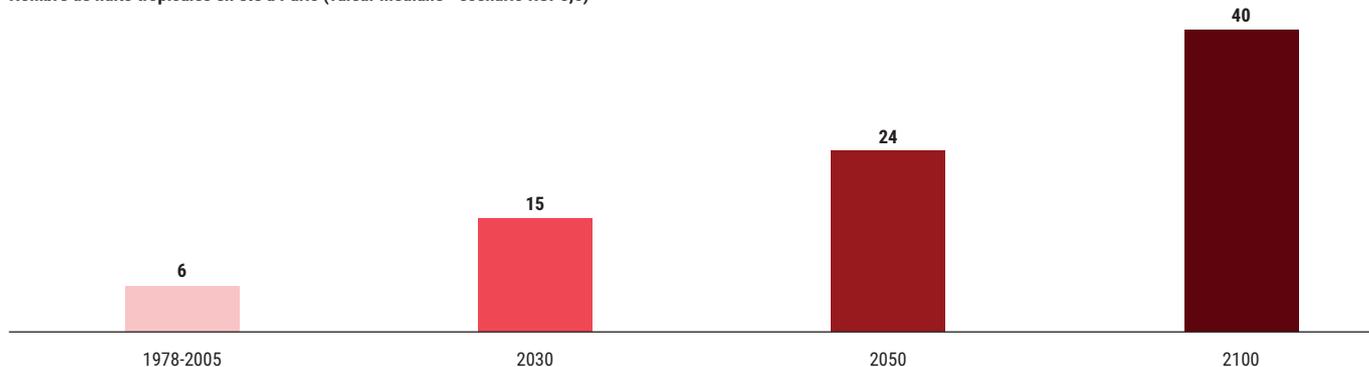
bliothèque, etc.). À l'inverse un jeune adulte travaillant sur un chantier de bâtiment aura une exposition excessive à la chaleur avec un facteur risque d'autant plus élevé qu'il travaille dans un secteur professionnel particulièrement accidentogène. Il convient donc de prendre en compte l'hypothèse selon laquelle tous les profils de population peuvent être affectés, car la vulnérabilité initiale de la personne n'est pas le seul facteur expliquant l'effet de la vague de chaleur sur sa santé.

ÉVOLUTION DU NOMBRE DE NUITS TROPICALES EN FRANCE ET À PARIS AU COURS DU XXI^E SIÈCLE

Évolution du nombre de nuits tropicales en été en France métropolitaine (valeur médiane - scénario RCP8,5)



Nombre de nuits tropicales en été à Paris (valeur médiane - scénario RCP8,5)



Source : Météo France (DRIAS 2020)

Comment comprendre l'exposition à la chaleur dans les logements ?

L'exposition à la chaleur d'un logement dépend de trois facteurs principaux : la conception du bâtiment, les habitudes de l'habitant et l'îlot de chaleur urbain.

La conception du bâtiment : elle fait référence à la présence d'éléments permettant à un habitant de faire face aux vagues de chaleur : des volets pour se protéger du soleil, des murs capables d'emmagasiner de la fraîcheur, une disposition des pièces permettant de faire aisément des courants d'air, des couleurs claires pour les façades et les volets, etc. Ces éléments de conception sont cruciaux pour le confort estival et ne se retrouvent pas systématiquement dans tous les bâtiments. Ainsi, certains bâtiments bien conçus pourront passer les périodes les plus chaudes de l'année tout en garantissant un habitat confortable alors que d'autres nécessiteront de la climatisation l'été voire dès le printemps.

Les habitudes des occupants : lorsque le bâtiment est correctement conçu, le confort d'été peut être atteint à condi-

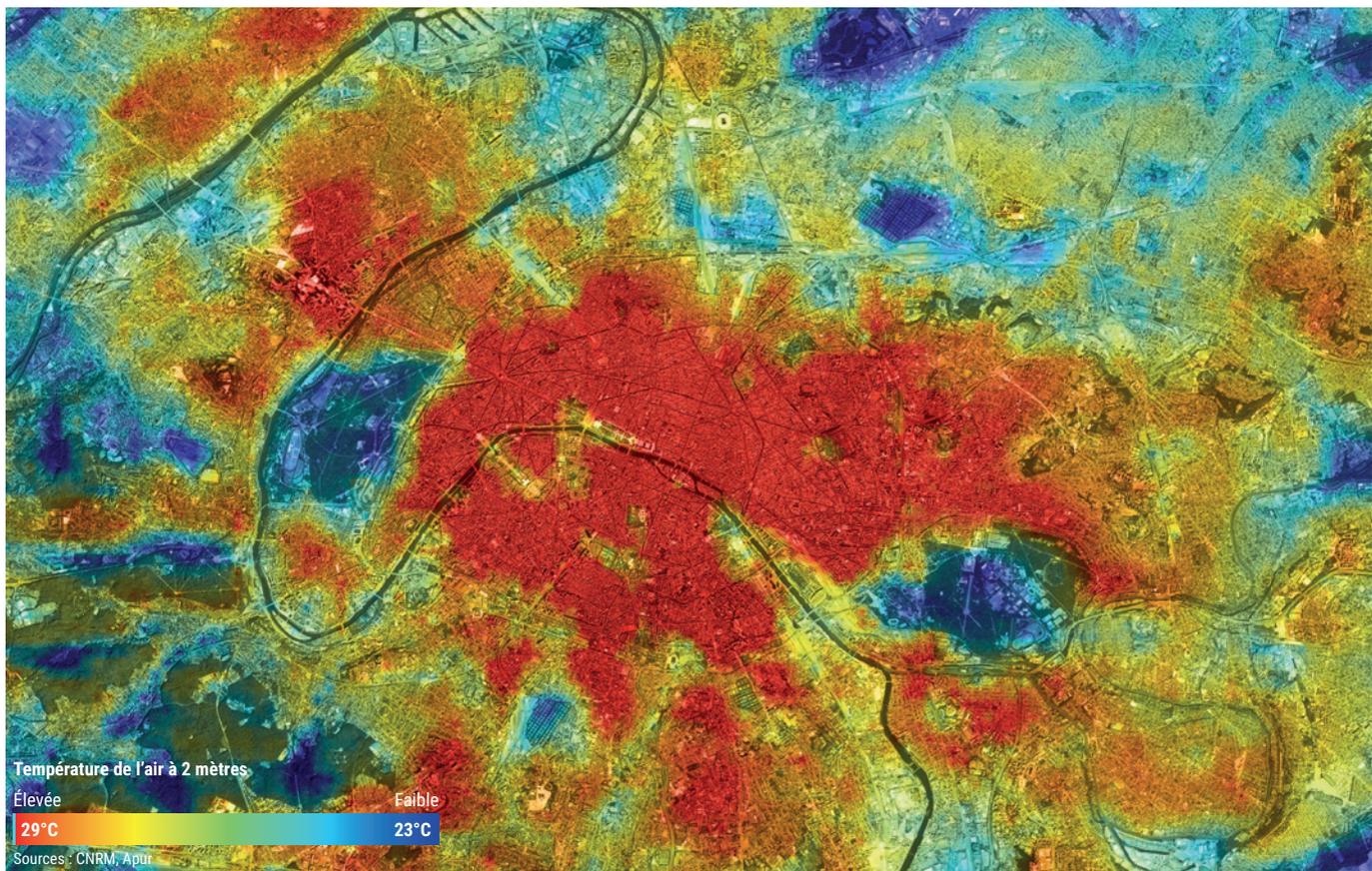
tion que les occupants adaptent leurs modes d'occupation aux évolutions climatiques extérieures : par exemple en fermant les volets et les fenêtres aux heures les plus chaudes, en aérant la nuit ou en évitant de produire de la chaleur par les consommation d'énergie liées aux usages de la vie courante comme la cuisson des aliments.

L'îlot de chaleur urbain : les villes sont capables d'amplifier les vagues de chaleur, c'est le phénomène désormais bien connu d'îlot de chaleur urbain. La position géographique du bâtiment par rapport à cet îlot de chaleur aura donc aussi un impact sur le confort intérieur du logement. L'îlot de chaleur possède une composante régionale : la ville dense est plus chaude que les zones périurbaines ou rurales. Mais cet îlot de chaleur possède également une composante de très petite échelle. Dans une zone urbaine dense, la présence éventuelle d'une cour arborée, la proximité d'un square peuvent atténuer ponctuellement l'îlot de chaleur de grande échelle.

Exposition à la chaleur

=

conception du logement **x** habitudes des occupants **x** îlot de chaleur



© Météo-France, CNRM, IGN, Apur

Modélisation des températures de l'air au niveau du piéton. Nuit du 25 au 26 juillet 2019.



© Christophe Jacquet - Apur - Ville de Paris

Quartier de la bourse à Paris (Paris 2^e). La forte densité bâtie et la faible présence de végétation participent à l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Comment prendre en compte le confort d'été dans la conception des bâtiments ?

Un bâtiment suffisamment bien conçu peut rester confortable même en période de forte chaleur, et ce, pendant plusieurs jours voire plusieurs semaines même sans recours à des systèmes de refroidissement comme la climatisation.

Les principes de la conception climatique⁵ estivale sont rappelés brièvement ci-dessous. Ces concepts ont été employés dans l'habitat ancien vernaculaire et en particulier dans les zones les plus chaudes de la planète. Ces concepts climatiques ont peu à peu disparu du champ de la conception depuis le XX^e siècle avec le développement des techniques de climatisation qui ont notamment permis de réaliser des bâtiments aux façades totalement vitrées. Ce qui était vu alors comme un progrès ayant permis de libérer l'architecture des anciennes contraintes de la conception climatique devient aujourd'hui une difficulté avec l'évolution du contexte énergéto-climatique à savoir la nécessité de limiter l'usage des énergies fossiles pour contenir l'augmentation rapide des températures planétaires.

Se protéger du soleil

La règle la plus importante dans la conception des logements est d'offrir à l'occupant la capacité de protéger l'habitat des rayons du soleil. Si le logement n'a pas la capacité à réaliser une occultation totale des rayons du soleil alors le logement verra sa température croître très rapidement, rendant le logement inconfortable voir inhabitable en cas de fortes chaleurs.

En été, les habitants doivent se protéger du soleil avec des protections solaires et vivre les fenêtres fermées pour éviter que l'air extérieur n'entre aux heures les plus chaudes. Les protections solaires comme les rideaux ou les stores qui sont situées à l'intérieur du logement sont généralement inefficaces. En effet tout rayon qui franchit un vitrage chauffe les surfaces qu'il rencontre, cet échauffement est capté dans l'ambiance intérieure et ne peut plus s'échapper, c'est le fameux « effet de serre ». **Les protections solaires doivent donc être situées à l'extérieur du logement**, c'est par exemple le cas des volets, des persiennes ou des stores extérieurs. Ces protections solaires doivent également être opaques pour intercepter et réfléchir la totalité du rayonnement incident. Les stores extérieurs qui ne sont pas assez épais et qui laissent passer un peu de lumière par transparence sont donc peu efficaces.

Enfin, si la protection solaire extérieure se doit d'occulter totalement le rayonnement incident, elle se doit également de laisser passer une légère lumière diffuse qui permettra aux occupants de ne pas vivre dans le noir en journée. Pour cette raison, les volets sont souvent persiennés c'est-à-dire équipés de lattes inclinées. Dans les pays méditerranéens les volets sont des dispositifs extrêmement sophistiqués : certaines parties du volet peuvent se déployer offrant à l'habitant la latitude d'occuper le logement sans manquer de lumière.

5 — Pour aller plus loin sur la question de la conception climatique, se référer à la bibliographie p.43.



© RVP - Mathieu Guérout

Immeuble datant du début XIX^e siècle équipé de volets en bois, efficaces pour prévenir les surchauffes de l'habitat.



© Apur - Julien Bigorgne

Immeuble datant des années 1970 ne possédant pas de protections solaires extérieures. L'élévation de température de l'habitat est impossible à contrôler dès que la façade est ensoleillée.



© UDAP ZA

Volet d'un habitat Corse à la fois entrebaillé et à la fois partiellement ouvert en partie basse grâce à des projections déployées. L'utilisateur capte ainsi le maximum de lumière diffuse tout en se protégeant de l'insolation directe. Ce dispositif sculpte la lumière en 3 dimensions et offre donc beaucoup plus de latitude qu'un simple volet roulant mécanique qui ne réalise qu'une protection dans le plan de la façade.



© Apur - Julien Bigorgne

Volet roulant en PVC opérant une occultation dans le plan de la façade. Cette protection manque de souplesse d'usage. Elle ne peut garantir, en même temps, l'entrée d'une lumière diffuse et une protection solaire efficace.

Emmagasiner de la fraîcheur

En France, avant l'invention des isolants thermiques et leur généralisation au cours du XX^e siècle, les bâtiments étaient conçus pour préserver l'habitat des variations climatiques extérieures grâce à l'emploi de murs lourds et épais⁶. Ces murs mettent du temps à changer de température. Ainsi quand la température extérieure varie rapidement, la température dans le logement reste stable, sa variation est d'autant plus lente que les matériaux des murs sont épais et denses. Cette caractéristique physique est appelée l'inertie. Quand il fait très chaud en été les édifices aux murs épais sont donc capables d'apporter de la fraîcheur. Cette observation est d'ailleurs assez bien connue du grand public puisque les maisons rurales anciennes ou les édifices patrimoniaux sont généralement associées à des lieux naturellement frais.

Les matériaux capables d'apporter de l'inertie et donc de la fraîcheur sont des matériaux lourds qui sont généralement présents dans les murs ou les sols, comme la pierre, la brique, la terre ou le béton. Ces matériaux, pour qu'ils jouent leur rôle de rafraîchissement, doivent être en contact direct avec le volume habitable, ils ne doivent donc pas être recouverts de matériaux légers comme des isolants, des moquettes, ou des panneaux de bois. L'illustration de ce principe se retrouve dans l'habitat traditionnel européen : les pays méditerranéens utilisent pour leurs intérieurs des carrelages et des faïences qui sont des matériaux intrinsèquement frais alors que dans le nord de l'Europe, où la préoccupation climatique est essentiellement hivernale, on traite les intérieurs avec du bois qui est un matériau intrinsèquement chaud c'est-à-dire isolant.

6 — Par exemple : murs en brique de 44 cm dans le Nord de la France, murs de granite de 80 cm dans les Cévennes, ou encore murs en pierre calcaire de 50 cm en région parisienne.



© Entente Interdépartementale Causses et Cévennes

Habitat traditionnel des Causses avec des murs épais en granite. La pierre offre une inertie importante et apporte de la fraîcheur en été.



© 110mm - stock.adobe.com

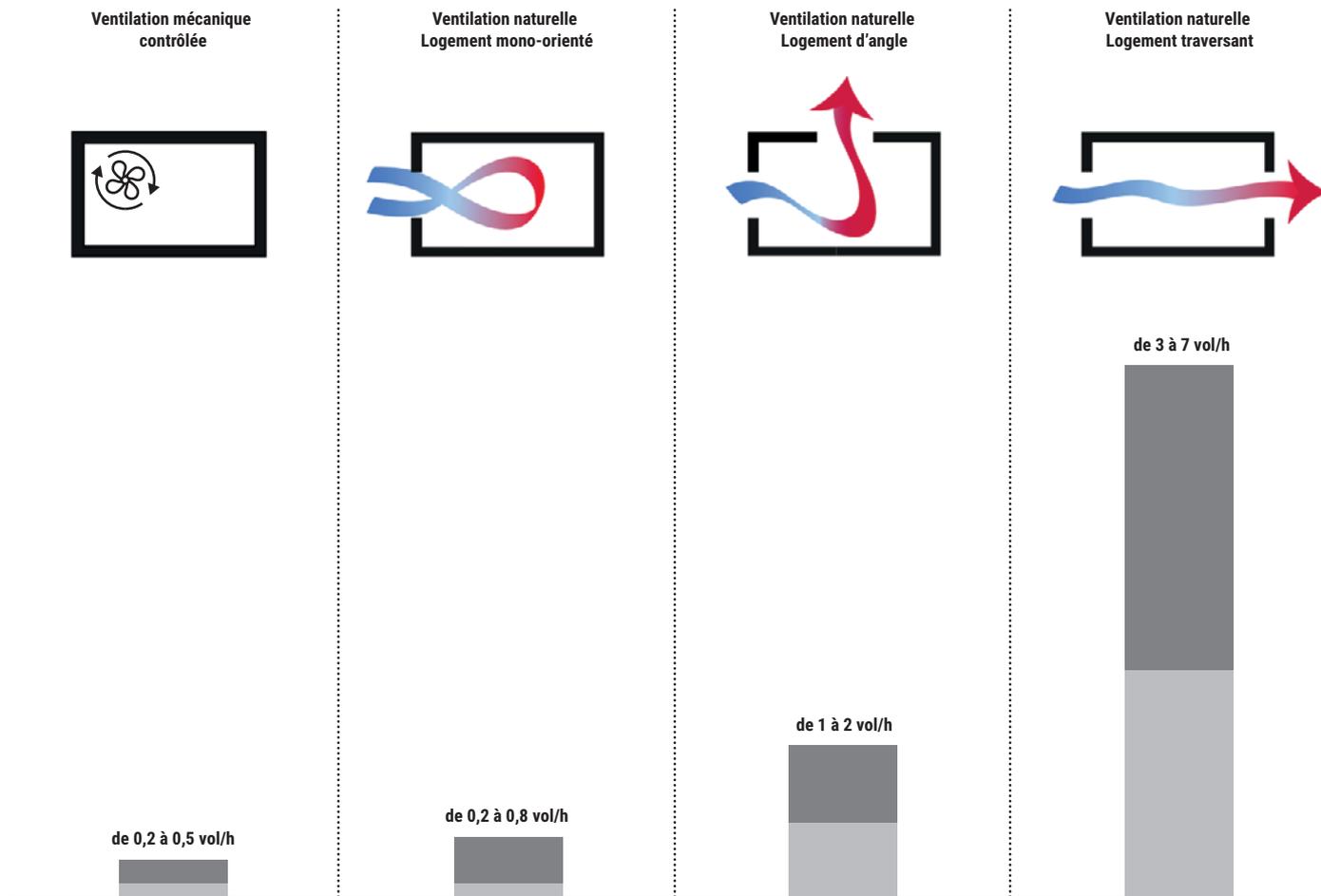
Habitat traditionnel en bois des Iles Féroé. Le bois, matériau intrinsèquement chaud, est adapté à un climat septentrional dans lequel les hivers sont rigoureux et les étés sont frais. L'usage d'un toit engazonné joue le rôle d'isolation thermique et d'étanchéité.

Ventiler la nuit

Même lorsque les volets et les fenêtres sont correctement fermés, la chaleur extérieure a toujours tendance à passer préférentiellement par les vitrages et participe donc à l'élévation de la température intérieure. Cette chaleur qui pénètre dans l'habitat devra donc être évacuée si la canicule tend à se prolonger. Il faut noter également que tous les actes de la vie quotidienne qui sont basés sur un usage de l'énergie participent à l'élévation de température du logement. On peut citer l'électroménager qui consomme de l'électricité pour fonctionner, cette électricité finissant toujours par se transformer en chaleur. Le corps humain qui émet environ 100 Watts participe aussi à cette élévation.

Lors des vagues de chaleur, l'aération nocturne par ouverture des fenêtres permet d'évacuer la chaleur emmagasinée en journée. On parle en général de « surventilation nocturne » car les débits qui sont recherchés vont bien au-delà des débits conventionnels atteints par les ventilations mécaniques (VMC), présentes dans certains logements, qui elles fonctionnent toute l'année avec de faibles débits (on parle de débits hygiéniques). Les débits de la surventilation naturelle nocturne dépendent pour beaucoup de la configuration du logement. Les **logements mono-orientés**, c'est-à-dire ceux qui ne possèdent d'ouvertures que d'un seul côté du bâtiment, ne laissent pas circuler l'air. Inversement, si les **logements sont traversants**, c'est-à-dire avec des

RENOUVELLEMENT D'AIR SELON LES TYPES DE VENTILATION



Sources : Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment n°5632, Fenêtres, dimensionnement et performances, novembre 2011; Enertech - Perf In Mind (Rénovation performante des maison individuelles) - Rapport final, 2021.

■ Volume maximal
■ Volume minimal

ouvrants présents sur des orientations opposées, alors les courants d'air nocturnes sont beaucoup plus fréquents et les débits plus importants même lorsqu'il n'y a pas de vent.

Le caractère « traversant » des logements est une spécificité de l'habitat ancien qui fut notamment encouragée en France par les théories hygiénistes du XIX^e siècle qui préconisaient une aération maximale des logements afin d'éviter la propagation des maladies. À partir des années 1960, l'apparition des ventilations mécaniques a permis l'aération artificielle de pièces telles les WC ou les salles d'eau. Il était ainsi possible de concevoir ces pièces sans fenêtres et donc d'épaissir les logements, et donc de produire des logements mono-orientés pour tout type de surface habitable (même pour des 3 ou 4 pièces). Ce choix de conception qui permet de réduire les coûts de construction par la réalisation de bâtiments plus épais se généralisa alors. À partir de 1969, la VMC devint obligatoire pour tous les logements neufs.

Le rôle de la ventilation nocturne est d'évacuer la chaleur qui a pu être emmagasinée dans le logement durant la journée. L'air chaud présent dans le logement est expulsé, ce phénomène est extrêmement rapide. Mais la ventilation nocturne devient particulièrement utile si elle est mise en œuvre dans un logement qui possède des matériaux à inertie en contact direct avec l'ambiance intérieure : carrelage, béton brut, pierre, brique, terre. Ces matériaux peuvent emmagasiner de la fraîcheur durant toute la période de surventilation. Le jour d'après, cette fraîcheur sera mise à disposition de l'occupant aux heures les plus chaudes, qui seront nécessairement vécues fenêtres et volets fermés.



Les matériaux de sols jouent un rôle dans le stockage de la fraîcheur la nuit. Ici les céramiques en *Opus Incertum* d'une maison des années 1950 apportent une sensation de fraîcheur contrairement aux parquets, linos ou moquettes.

© Apur - Julien Bigorgne

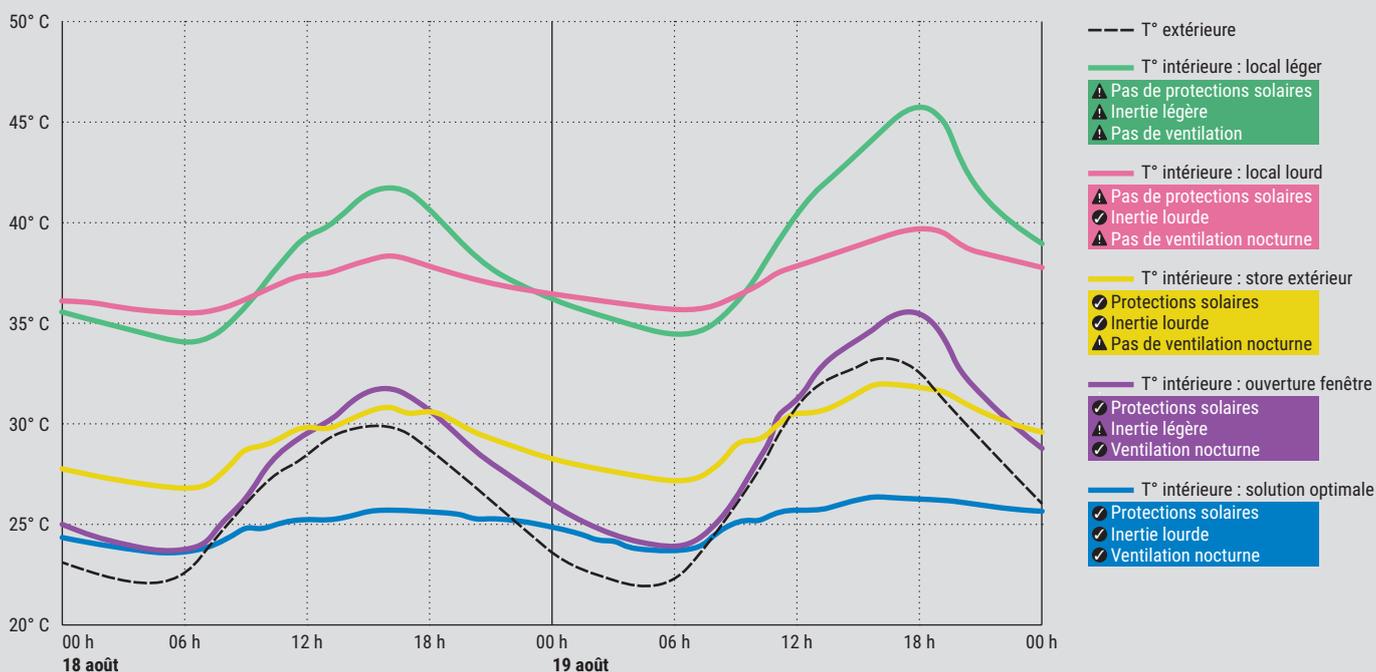
Synthèse des principes de conception estivaux

Lorsqu'un logement est conçu trois principes vont donc être déterminants pour le confort d'été :

- la présence de protections solaires extérieures (par exemple des volets) ;

- la présence des matériaux lourds (murs en pierre, carrelage, faïence, pas de faux plafonds, pas de contre-cloisons, etc.) ;
- une ventilation nocturne efficace : plan traversant, grande hauteur sous plafond.

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE DE DIFFÉRENTS TYPES DE LOCAUX SELON LEUR QUALITÉ DE CONCEPTION (INERTIE, PROTECTION SOLAIRE) ET D'USAGE (ACTIVATION OU NON DE LA VENTILATION NATURELLE NOCTURNE) PENDANT PLUSIEURS JOURS



Source : Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment n°5632, Fenêtres, dimensionnement et performances, novembre 2011

Dans le cadre d'un article paru dans la revue le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, plusieurs locaux ont été modélisés et simulés pendant plusieurs jours afin de comparer leurs qualités de conception et d'usages.

La température intérieure des différents locaux est représentée par les courbes de couleur. En pointillés noirs, figure la température extérieure. Le dernier jour de la simulation la température extérieure atteint un maximum de 33,5 °C. Les locaux les plus critiques sont ceux qui n'ont pas de protections solaires extérieures, ces logements ont une température intérieure comprise

entre 40 et 46 °C, soit environ 10 °C de plus que la température extérieure. Le local qui a les meilleures qualités estivales est celui qui se ventile bien la nuit, qui possède des protections solaires et qui a une forte inertie, sa température atteint au maximum 26,5 °C. C'est le seul des 5 logements étudiés qui peut donc se passer de climatisation. Notons que le maximum de la température extérieure qui est ici de 33,5 °C est un niveau de température désormais très courant en France. **On constate ici l'importance de la conception des bâtiments qui, à elle seule, peut rendre inhabitable des logements soumis à des températures extérieures estivales ordinaires.**

2.

Compte-rendu des entretiens selon le type de logements

Dans cette partie sont décrites les 10 études de cas réalisées par l'Apur à l'issue des entretiens menés auprès d'habitants de la Métropole du Grand Paris. L'objectif était de comprendre comment ces habitants vivent les vagues de chaleur et quels sont leurs ressentis subjectifs. Le travail d'analyse consiste à tenter d'apporter des éléments d'explication à ces ressentis par des facteurs divers tels que la conception des logements, leur environnement ou les usages de leurs habitants⁷.

Les modèles thermiques, comme ceux qui produisent les « étiquettes énergies » qui sont renseignées dans les DPE (Diagnostic de Performance Énergétique), considèrent que tous les habitants se comportent de façon identique, avec les mêmes habitudes et les mêmes modes de vie. Au travers de ces entretiens, c'est au contraire les stratégies individuelles d'adaptation face aux vagues de chaleur que nous avons cherché à comprendre. En quoi ces stratégies sont-elles efficaces ? En quoi permettent-elles de tirer profit de la conception de certains bâtiments ou bien, à l'inverse, viennent-elles se heurter à des conceptions se révélant inappropriées en été ?

Les 10 logements qui sont présentés ci-dessous, vu leur nombre, n'ont bien sûr pas vocation à être considérés comme représentatifs de la situation de l'habitat du Grand Paris vis-à-vis des vagues de chaleur. Il s'agit d'un échantillon illustrant des situations très contrastées puisque les logements concernés sont issus d'époques de construction très variées et renvoient à des configurations différentes : maisons, appartements en étage courant et appartements sous les toits.

Ils sont situés dans 4 communes de la Métropole du Grand Paris et correspondent à 3 maisons, 5 appartements en étages courant et 2 appartements sous toiture.

7 – La question de l'îlot de chaleur est difficilement appréciable par les occupants, elle est donc peu documentée par la suite. On mentionnera néanmoins, en fin de document, les actions qui permettent localement d'agir sur l'îlot de chaleur dans le cas des maisons.

Cette analyse diffère donc des exercices de modélisation qui sont généralement menés pour diagnostiquer et améliorer les caractéristiques thermiques des bâtiments.



Les 8 secteurs de la MGP dans lesquels 10 entretiens ont été menés par l'Apur durant l'été 2023.

Les maisons

Description des édifices

Trois maisons ont pu être analysées lors des entretiens, ces maisons appartiennent à différents secteurs pavillonnaires de la Métropole, ce qui signifie que ces maisons sont implantées dans des tissus urbains homogènes. Tous les bâtiments jouxtant

les maisons analysées sont également des maisons, les trois maisons analysées ne relèvent pas donc de situations urbaines atypiques dans lesquelles un bâtiment collectif ou un bâtiment de bureau de grande hauteur viendraient ombrager les maisons étudiées.

DESCRIPTIF DES MAISONS OÙ SE SONT DÉROULÉES LES ENQUÊTES

Prénom des personnes interrogées	René	Irène	Benoît
Ville	Bry-sur-Marne (94)	Rueil-Malmaison (92)	Rueil-Malmaison (92)
Type de logement	Maison	Maison	Maison
Année construction	1951	1987	1954 et surélévation en 2006
Plan	Traversant	Traversant	Traversant
Surface habitable	95 m ²	150 m ²	110 m ²
Hauteur du bâtiment	R+1	R+1	R+2
Étage occupé par les personnes interrogées	Rez-de-chaussée	Rez-de-chaussée	Rez-de-chaussée
Pièces sous toiture	Certaines chambres	Certaines chambres	Certaines chambres
Orientations du bâtiment	Est et Ouest	Nord-Est et Sud-Ouest	Nord-Ouest et Sud-Est
Isolation thermique	Uniquement sous toiture	Uniquement sous toiture	Toute la maison
Climatisation	Non	Non	Oui
Étiquette énergie (DPE)	F	F	C
Plan de situation			
Photo du bâtiment			
Commentaire	René et Annie sont un couple de retraités. Ils sont propriétaires de leur maison depuis plus de 40 ans. La maison fut construite en 1951. Leurs enfants ont grandi dans cette maison et habitent désormais ailleurs.	Irène et Patrick sont un couple de retraités. Propriétaires de leur maison depuis plus de 30 ans. La maison fut construite en 1987. Une extension de la maison a été réalisée à l'arrière. Leurs enfants ont grandi dans cette maison et habitent désormais ailleurs.	Benoît et Fabienne sont un couple d'actifs vivant avec leurs 3 enfants. Cette maison datant de 1954 a été surélevée en 2006 et un isolant thermique a été posé sur la façade.

Source : Apur, entretiens menés durant l'été 2023 – © Apur

Les trois maisons sont assez typiques des pavillons du Grand Paris, elles possèdent toutes un petit jardin à l'avant et un plus grand jardin à l'arrière. Notons également que, comme dans de nombreuses zones pavillonnaires de la Métropole, les rues dans lesquelles sont adressées les maisons sont peu ou ne sont pas plantées d'arbres d'alignement. Il n'y a donc pas d'arbres sur les espaces publics qui viendraient ombrager les maisons étudiées.

L'inconfort climatique des étages sous toitures

Les entretiens font ressortir en premier lieu l'inconfort climatique des étages sous toitures en été et en hiver. Ces espaces sont considérés comme des lieux inconfortables voire difficilement habitables.

« C'est notre fille qui a sa chambre en haut sous le toit. La chambre était devenue tellement invivable l'été que nous avons dû la climatiser. On a profité des travaux pour climatiser la totalité de la maison, même si la climatisation n'est pas utilisée tout le temps dans les chambres du bas. »

Benoît

« Au début l'étage sous toiture était un grenier, mais nous avons dû l'aménager quand nous avons eu nos filles. On a vite constaté qu'il y faisait très froid l'hiver et très chaud l'été. Une année le hamster de notre cadette est mort tellement il faisait froid. On a bien sûr fait mettre une isolation sous le toit mais les chambres restent toujours trop chaudes en été »

René

Dans les deux situations précédentes, les toitures sont isolées thermiquement et pourtant la question de l'inconfort estival semble non résolue. **Si l'isolation thermique semble permettre de lutter correctement contre le froid en hiver, l'isolation semble dépourvue d'efficacité en été⁹.** On retrouve ici une difficulté inhérente aux toits en pentes qui captent fortement l'énergie solaire avec leurs grandes surfaces inclinées, un peu comme des panneaux solaires. Les matériaux tels que la tuile ou l'ar-

LOGEMENT DE BENOÏT



© Apur - Julien Bigorgne

1 Chambre de la fille de Benoît. La fenêtre de toit est équipée d'un store intérieur. Ce store, situé à l'intérieur de l'habitat, laisse passer les rayons du soleil à travers la vitre ce qui participe à l'élévation de température de la pièce. La toiture est isolée thermiquement. L'isolant est recouvert d'un placage de bois peint en blanc.



© Apur - Julien Bigorgne

2 L'une des 3 pompes à chaleur permettant la climatisation de la maison de Benoît. La climatisation est notamment employée pour refroidir les chambres sous toiture qui seraient inhabitables sinon. La pompe à chaleur est dissimulée derrière un habillage en bois.

LOGEMENT DE RENÉ



© Apur - Julien Bigorgne

3 Chambre où dormait la fille cadette de René. La chambre est aujourd'hui inoccupée. La toiture est isolée thermiquement. L'isolant est recouvert d'un placage bois.



© Apur - Julien Bigorgne

4 Vue sur l'isolation thermique des rampants située derrière les cloisons de la chambre de la fille cadette de René.

doise captent les rayons lumineux et les transforment en chaleur qui diffuse vers l'intérieur. L'isolation thermique aide à réduire la pénétration de la chaleur dans l'habitat mais son effet indésirable est qu'elle ne permet pas à la chaleur de s'évacuer, elle s'accumule donc sans cesse. **Ce qui fait défaut dans ces logements sous toitures, c'est l'absence de matériaux massifs comme la pierre ou la brique pouvant apporter de la fraîcheur.** Les placages bois et les isolants sont des matériaux intrinsèquement chauds qui ne répondent pas à la question estivale.

« Les chambres à l'étage sont toujours plus chaudes que celles du bas. Mais globalement on y vit bien. C'est vraiment pendant les canicules qu'on y ressent trop la chaleur ».

Irène

Dans le cas d'Irène, l'inconfort estival des chambres en étage existe mais semble moins prononcé que dans les deux cas précédents. Dans la maison d'Irène qui date de la fin des années 1980, les chambres en étage n'occupent qu'une petite part du volume sous toi-

ture, le reste du volume est consacré à un grenier non percé d'ouvrants. Ce grenier, qui est un espace inhabitable, joue le rôle d'espace tampon entre les chambres sous toiture et l'extérieur, il les protège des variations climatiques extérieures.

Les stratégies de rafraîchissement des pièces à vivre au rez-de-chaussée

Les personnes que nous avons rencontrées, bien qu'elles aient longuement énuméré l'inconfort des chambres sous toitures, vivent toutes au rez-de-chaussée. Il est intéressant de comprendre les stratégies qu'elles mettent en œuvre pour s'adapter à l'effet des vagues de chaleur et en limiter les nuisances.

Les maisons visitées sont toutes équipées de protections solaires extérieures dans les pièces des rez-de-chaussée, ce qui est la meilleure façon de se protéger du soleil. Ces protections sont systématiquement manipulées par les occupants au fil de la journée pour protéger les logements de l'intrusion des rayons du soleil.

8 — À propos de l'isolation des toitures : « [...] un isolant standard, efficace pour limiter les déperditions en saison froide est rarement le matériau le mieux adapté pour éviter le transfert de chaleur vers l'intérieur en été [...] » - L'isolation thermique écologique (ed. 2023) J.-P. Oliva et S. Courgey. Terre Vivante p54.

LOGEMENT D'IRÈNE



© Apur - Julien Bigorgne

5 Chambre qui était occupée par la fille d'Irène. La chambre est à cheval entre la toiture et la façade du bâti, elle bénéficie d'un faux-plafond.



© Apur - Julien Bigorgne

6 Grenier aménagé sous la toiture. Cet espace inhabitable joue le rôle d'espace tampon et protège les chambres des variations climatiques extérieures.



© Apur - Julien Bigorgne

On note que le schéma classiquement établi pour assurer le confort intérieur est suivi par les deux ménages étudiés ne disposant pas de climatisation : les occupants ferment fenêtres et volets en journée et les réouvrent le soir pour évacuer la chaleur. Ces ouvertures se poursuivent durant la matinée tant que la température extérieure ressentie semble plus basse que la température intérieure. On notera, dans les propos qui suivent, les nuances qui sont apportées à ce schéma de rafraîchissement.

« En fin de journée, les murs de notre chambre commencent à être chauds. Alors la nuit nous ouvrons les fenêtres de notre chambre pour aérer mais nous laissons les volets fermés. On ouvre aussi dans la cuisine mais l'air ne circule pas vraiment. Vers 6h30, on se lève pour tout ouvrir et faire courant d'air... le problème avec le changement climatique, ce sont les moustiques, il n'y en avait pas avant ».

René

Les murs de la maison de René sont faits de briques creuses qui sont des matériaux relativement légers. La chambre est orientée à l'Ouest, elle est donc ensoleillée toute l'après-midi jusqu'au coucher du soleil. Ainsi, en fin de journée, la chaleur finit par diffuser dans la pièce à travers les murs.

Le schéma de ventilation naturelle qui est théoriquement requis pour refroidir correctement le logement n'est pas mis en œuvre de façon optimale : la nuit les fenêtres sont bien ouvertes mais les persiennes métalliques restent fermées, l'ouverture n'est réalisée complètement que tôt le matin. Ce sont vraisemblablement des facteurs exogènes qui incitent René à garder les persiennes fermées : la peur des intrusions ou même la présence de moustiques dont la présence est relevée par René.

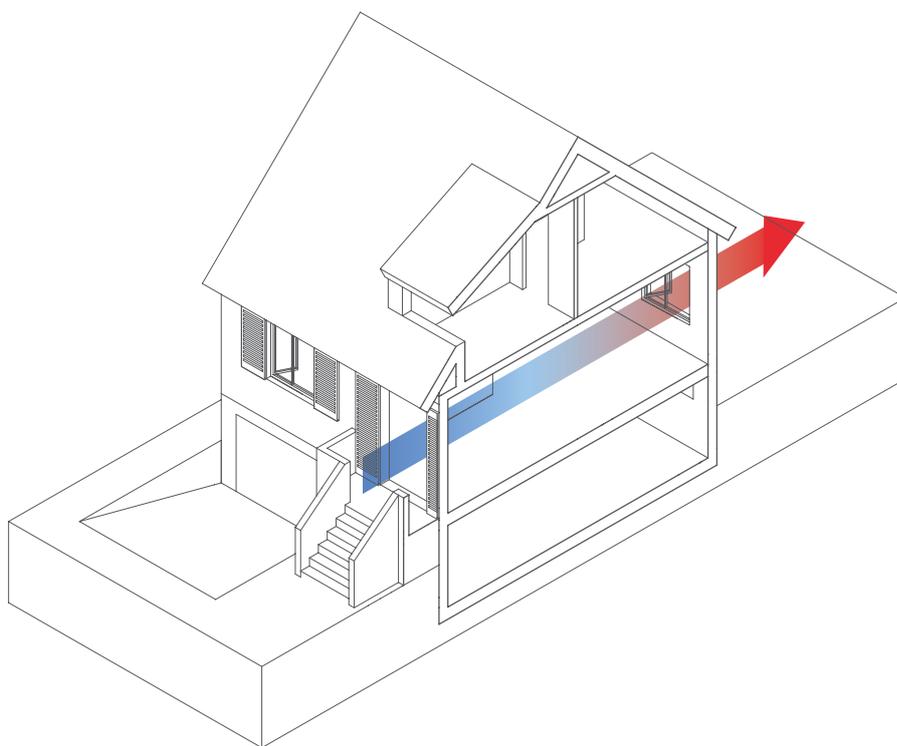
« En été, il fait toujours frais chez nous, même pendant la canicule de 2019 quand il a fait 42 °C dehors. Par contre, quand la canicule s'arrête il faut au moins 4 ou 5 jours pour refroidir la maison ».

Irène

Dans le cas d'Irène, le confort intérieur ressenti semble meilleur que dans le cas précédent (celui de René). La première raison semble être l'inertie de la maison d'Irène car Irène précise qu'après un épisode chaud il faut un certain temps pour que la température intérieure redescende convenablement. La maison d'Irène possède des murs en parpaings, des sols recouverts de carrelage et une cheminée massive en

Pierre calcaire. Tous ces éléments massifs sont aptes à rafraîchir l'ambiance intérieure lors de pics de chaleur. Il est possible également d'attribuer la qualité du confort ressenti à l'orientation extrêmement favorable de la maison d'Irène. La maison est toute en longueur avec des pièces à vivre situées aux extrémités qui sont très peu ensoleillées en été (la chambre au Nord-Est et le salon au Sud-Ouest) et des longs murs aveugles qui sont les faces les plus ensoleillées. Dans le cas étudié précédemment, la maison de René possédait une orientation opposée (Est-Ouest) qui plaçait les chambres dans une position d'ensoleillement tardif très défavorable.

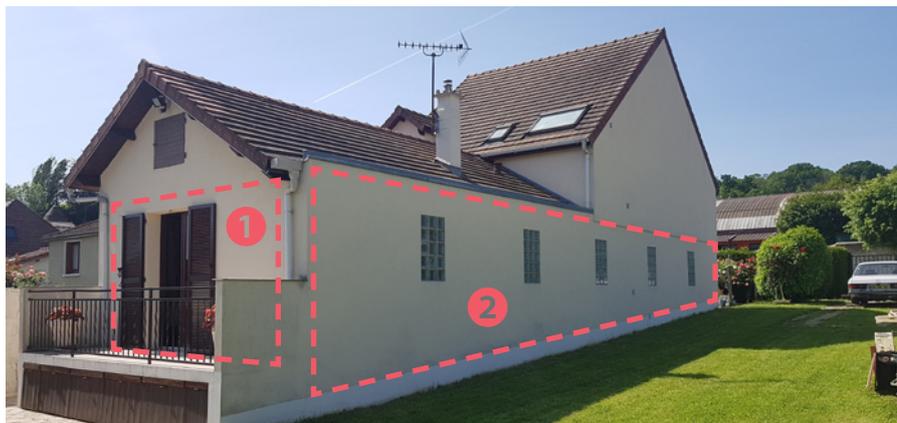
VENTILATION TRAVERSANTE NOCTURNE ESTIVALE D'UNE MAISON DES ANNÉES 1950



Source : Apur

apur

LOGEMENT D'IRÈNE



© Apur - Julien Bigorgne



© Google Earth 2023

Maison d'Irène, orientée Nord-Est / Sud-Ouest, photographiée un matin d'été. La chambre au premier plan est orientée au Nord-Est, elle est donc peu ensoleillée (uniquement au lever du soleil). La façade Nord-Ouest, qui est ensoleillée une grande partie de l'après-midi, est une façade aveugle donnant sur un couloir, elle protège correctement l'habitat de l'insolation (à l'exception des 5 percements formés de pavés de verre).

- ① Chambre orientée au Nord-Est
- ② Façade aveugle orientée au Nord-Ouest

Vue en Plan de la maison d'Irène montrant l'orientation Nord-Est / Sud-Ouest

Le rôle des espaces extérieurs dans le ressenti climatique

Les trois maisons individuelles étudiées possèdent des espaces extérieurs végétalisés. La répartition spatiale de ces espaces est assez classique et se retrouve dans les nombreux tissus pavillonnaires de la Métropole du Grand Paris : le devant de la maison comprend un jardin ornemental souvent fleuri et visible depuis la rue, à l'arrière se trouve un jardin relevant de l'espace privé, peu visible depuis la rue, principalement composé de surfaces engazonnées et parfois de petits arbres.

Les personnes interrogées affirment toutes que la présence de la végétation permet de rafraîchir l'air ambiant, témoignant d'une contribution positive, au moins subjective, à la présence des végétaux dans les espaces libres des parcelles.

Mais ce rapport à la végétation s'exprime de manière relativement policée puisque les occupants choisissent très précisément les essences végétales ayant leur place au sein du jardin selon des critères utilitaires. Par exemple, les arbres à grand développement ne sont pas retenus, et les arbres choisis ne sont pas plantés à

proximité des bâtiments pour éviter les dommages en cas de chute de l'arbre (lors d'une tempête par exemple). Ainsi la fonction d'ombrage des arbres n'est pas assurée (et pas directement recherchée) dans les cas qui ont été étudiés.

Synthèse

Les entretiens conduits montrent que dans les trois situations de maisons observées :

- **l'inconfort thermique est très élevé dans les pièces situées sous les toits**, même lorsqu'une isolation thermique a été réalisée. Ces espaces sont parfois même considérés comme invivables par certains occupants qui ne trouvent comme solution que le recours à la climatisation ;
- **les pièces à vivre au rez-de-chaussée peuvent être confortables** à condition que la ventilation nocturne traversant la maison de part en part soit mise en œuvre la nuit. La présence de matériaux massifs comme des carrelages au sol ou des murs en parpaings de béton apporte de la fraîcheur au logement ;
- **enfin la présence de la végétation dans les jardins est ressentie comme un élément positif**, participant au confort thermique.

JARDIN DE BENOÎT



© Apur - Julien Bigorgne

Le jardin situé à l'arrière de la maison de Benoît ne comporte pas de végétation haute à proximité de la maison. Des arbres (non visibles ici) sont présents en fond de parcelle.

Les appartements sous toiture dans des immeubles collectifs

Description des édifices

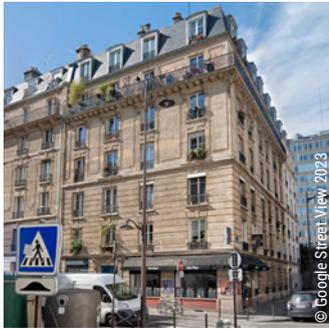
Deux appartements situés sous des toitures de bâtiments de logements collectifs ont été analysés. Ces logements, datant du début du siècle, sont situés à Paris.

Les toitures des deux logements sont dites « à la Mansart ». Cette forme de toiture, dont les matériaux de couverture sont généralement le zinc et l'ardoise, est très répandue à Paris depuis le XIX^e siècle. Cette forme de toiture

est également très présente dans le Grand Paris, elle est employée dans de nombreux pavillons y compris pour des constructions récentes.

Les logements sous toitures sont généralement plus chauds en été que ceux des

DESCRIPTIF DES APPARTEMENTS SOUS TOITURES OÙ SE SONT DÉROULÉES LES ENQUÊTES

Nom des personnes interrogées	Alice	Christine
Ville	Paris 18 ^e	Paris 19 ^e
Type de logement	Studio	Appartement
Année construction	1930	1910
Plan	Mono-orienté	Double exposition (non traversant)
Surface habitable	15 m ²	51 m ²
Hauteur du bâtiment	R+7	R+6
Étage occupé par les personnes interrogées	7	6
Pièces sous toiture	Tout le logement	Tout le logement
Orientations du logement	Sud	Nord-Ouest et Nord-Est
Isolation thermique	Non	Non
Climatisation	Non	Non
Étiquette énergie (DPE)		
Plan de situation		
Photo du bâtiment		
Commentaire	Alice habite seule dans son studio. Elle est locataire et a déménagé peu après l'entretien. Le logement est situé sous les toits. L'immeuble est un ancien hôtel des années 1930 dont les chambres ont été transformées en logements après la guerre.	Christine et Pierre sont un couple de jeunes actifs qui vivent avec leurs deux enfants. Ils sont propriétaires de leur logement qui est situé sous les toits. Le bâtiment a été construit en 1910.

Source : Apur, entretiens menés durant l'été 2023 – © Apur



Exemple de toiture à la Mansart parisienne

- 1 Terrasson en Zinc
- 2 Brisis en ardoise



Exemple de toiture à la Mansart parisienne

- 3 Bâtiment en cours de démolition montrant le vide d'air situé entre la couverture en zinc et le plafond du dernier étage

étages courants dans un bâtiment collectif puisque la toiture capte l'irradiation solaire tout au long de la journée.

Les entretiens ont bien fait ressortir l'inconfort ressenti par les occupants de ces logements sous toitures, mais ont également révélé différentes stratégies de gestion de la chaleur.

Les propos de Christine apportent tout d'abord des éléments sur les conditions d'ensoleillement du logement. Le logement est situé au dernier étage, à la limite du vélum parisien historique, il n'est donc pas ombragé par les autres bâtiments, et surtout, une des fenêtres est orientée au Nord-Ouest ce qui signifie que le logement est ensoleillé jusqu'au coucher du soleil au début de l'été. Le logement accumule donc tardivement de la chaleur ce qui crée une situation particulièrement défavorable. Mais le point le plus important noté par Christine est la présence de nuisances sonores dans la rue empêchant l'ouverture des fenêtres la nuit durant les heures les plus fraîches. La stratégie de rafraîchissement nocturne est donc empêchée. Dans ce logement, le sommeil des occupants est vraisemblablement affecté par la chaleur qui elle-même est vécue comme moins insupportable que le bruit.

LOGEMENT DE CHRISTINE



Fenêtre de l'appartement de Christine donnant au Nord-Ouest. En été, les apports solaires sont continus du milieu d'après-midi au coucher du soleil. Le logement est équipé de stores intérieurs et extérieurs, ainsi que de doubles vitrages.

Les nuisances sonores extérieures : un facteur aggravant de la surchauffe des logements

« Durant la journée nous fermons nos stores extérieurs et nos fenêtres. Quand on rentre du travail le soleil tape encore, et nous n'ouvrons que vers 22h. En général, on arrive toujours à faire un petit courant d'air pour rafraîchir l'appartement en début de soirée. Le problème de ce quartier, c'est qu'il y a des jeunes qui squattent au coin de la rue toute la nuit, et ça fait beaucoup de bruit. On est obligé de fermer les fenêtres vers 23h quand on va se coucher. C'est sûr que ce n'est pas idéal puisqu'on a chaud chez nous mais le bruit est tellement insupportable qu'on préfère avoir chaud que de ne pas dormir du tout. [...] Le matin tôt vers 6h on ouvre à nouveau les fenêtres même si on a beaucoup de problèmes avec les moustiques et les guêpes qui rentrent systématiquement chez nous. »

Christine

Mise en œuvre de stratégies de ventilation alternatives profitant des parties communes

L'entretien réalisé avec Alice illustre bien les difficultés rencontrées dans les logements de petite taille. Le logement d'Alice est un studio de 15 m² qui ne comporte qu'une seule fenêtre. Il s'agit donc d'un petit logement mono-orienté. Dans ce type de logement qui possède un faible volume habitable la chaleur s'accumule très vite, notamment en raison de l'usage de l'électricité domestique pour la cuisson, le fonctionnement du réfrigérateur, du ballon d'eau chaude et de l'ordinateur portable.

« Comme de nombreux étudiants je travaille souvent à la maison, et le seul fait d'utiliser un ordinateur portable chauffe rapidement la pièce. Je ne travaille jamais sur mon lit avec l'ordinateur sur les genoux sinon je suis en sueur tout de suite. »

Alice

Le logement est situé sous les toits, les apports solaires très importants s'ajoutent à la chaleur des appareils domestiques pour produire un habitat particulièrement inconfortable. Le logement est jugé inhabitable en été par l'occupante. Et la stratégie ordinaire qui consiste à fermer les volets et la fenêtre en journée ne fonctionne pas, le logement devient tout de suite trop chaud. Les causes sont multiples : logement sous les toits et donc fortement ensoleillé, petit volume habitable rapidement saturé par la chaleur, pas d'inertie, présence de moquette qui isole thermiquement et accroît la sensation de chaud, mono-orientation qui ne permet pas la circulation naturelle de l'air.

Pour rafraîchir son logement en été, Alice ouvre de jour comme de nuit la porte d'entrée de son studio et tente de faire un courant d'air avec les parties communes. La nuit la porte est maintenue entre-ouverte grâce à un entrebâilleur.

Trois types de stratégie de ventilation sont rapportées par Alice :

- la 1^{ère} stratégie consiste à ouvrir la fenêtre de toit située dans les parties communes, ainsi l'air peut circuler et contribuer à la sensation de frais. Dans ce cas Alice suspend un linge humide à sa fenêtre pour rafraîchir l'air provenant de la rue. Une des limites à cette stratégie provient du gestionnaire de l'immeuble qui passe régulièrement fermer la fenêtre de toit et qui rappelle aux locataires que cette fenêtre doit rester fermée pour des questions de sécurité incendie ;
- la 2^e stratégie consiste à ventiler grâce aux voisins de palier qui ont des studios similaires donnant sur cour. Ainsi se crée entre les appartements une ventilation traversante entre cour et rue ;
- la 3^e stratégie consiste à profiter de la ventilation verticale (« effet cheminée ») dans les parties communes ; cette ventilation fonctionne particulièrement bien quand la porte donnant sur les caves reste ouverte. Dans ce cas, l'air de la cour est aspiré par les caves qui le rafraîchissent, puis l'air chemine verticalement à travers les parties communes avant d'être expulsé par la fenêtre du logement d'Alice. C'est cette stratégie qui donne les courants d'air les plus forts mais qui est soumise au maintien de la porte des caves en position ouverte, ce qui n'est pas perçu favorablement par le gestionnaire.

Toutes ces stratégies sont rendues possibles grâce à une entente globale entre les occupants du dernier étage qui vivent avec leurs portes d'appartement ouvertes sur les parties communes. Cette entente est le résultat d'un projet global mené par Alice visant à créer des interactions entre les occupants. Un an avant notre entretien, Alice a fait du porte à porte dans son immeuble afin de rencontrer les autres résidents, elle a créé un « groupe » sur les réseaux sociaux permettant à tous les occupants

d'échanger et de se rencontrer lors de moments conviviaux (apéritifs, anniversaires, etc.). L'objectif était d'instaurer un lien entre les occupants de l'immeuble et surtout de « réhumaniser » les parties communes en leur donnant un statut de lieu communautaire et non plus seulement de lieu de passage anonymisé.

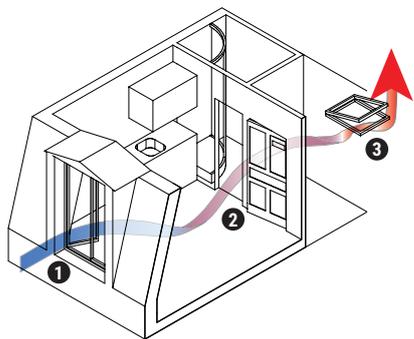
Les stratégies de ventilation évoquées précédemment sont atypiques car elles ne sont rendues possible que si la porte du logement reste constamment ouverte ce qui, dans les immeubles collectifs, est généralement inconcevable. Les parties communes sont généralement associées à des espaces extérieurs, communs, nécessairement séparés du domaine du privé qu'est le logement. Dans le cas d'Alice et de ses voisins de palier, les parties communes sont devenues des espaces dont chacun peut jouir rendant possible des stratégies de ventilation naturelle dans des logements mono-orientés.

Synthèse

Les entretiens montrent que dans les deux situations d'appartements sous toitures observées :

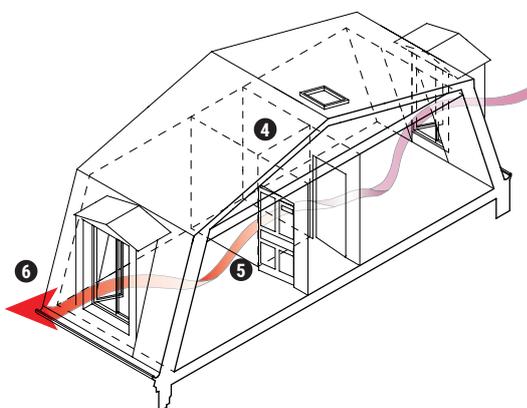
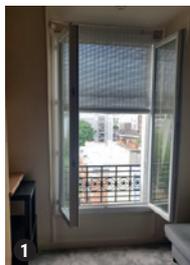
- **l'inconfort thermique est très élevé ;**
- **les nuisances sonores de la rue obligent parfois à des fermetures trop longues des fenêtres** ce qui empêche le rafraîchissement nocturne ;
- **lorsque la conception des bâtiments s'y prête, des stratégies de ventilation atypiques peuvent être mises en œuvre** en profitant des parties communes, et notamment des cages d'escalier.

3 STRATÉGIES DE VENTILATION ALTERNATIVES MISES EN ŒUVRE DANS UN STUDIO SOUS TOITURE DE 15m² MONO-ORIENTÉ (REPRÉSENTATION EN COUPE)



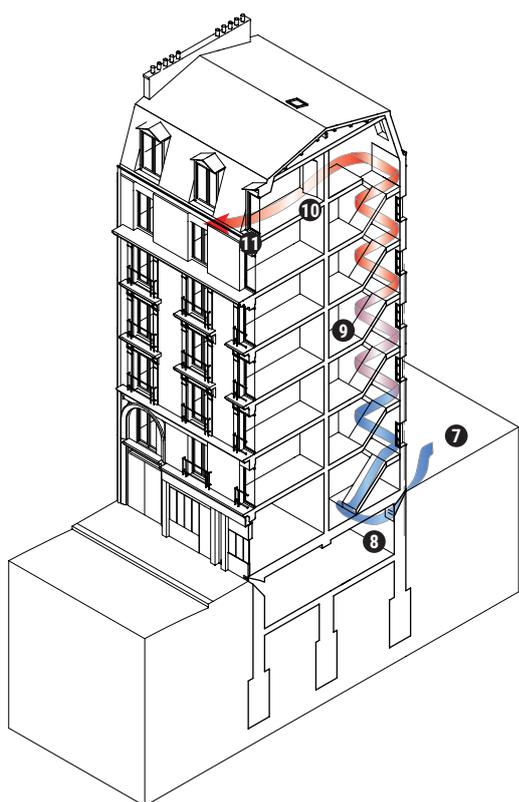
STRATÉGIE 1 : Ventiler avec la fenêtre de toit située dans les parties communes

- 1 L'air rentre depuis la fenêtre ouverte de l'appartement d'Alice, en général un linge humide suspendu devant la fenêtre permet de faire circuler un air rafraîchi.
- 2 L'air passe par la porte entrebâillée.
- 3 L'air est extrait verticalement par la trappe de désenfumage.



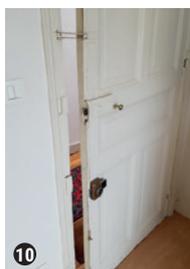
STRATÉGIE 2 : Ventiler avec les voisins de palier

- 4 L'air provenant du studio du voisin transite dans les parties communes.
- 5 L'air passe par la porte entrebâillée.
- 6 L'air est extrait par la fenêtre ouverte de l'appartement d'Alice.



STRATÉGIE 3 : Ventiler via les caves

- 7 L'air de la cour est prélevé par les soupiraux des caves.
- 8 L'air remonte par l'escalier menant aux caves.
- 9 L'air chemine verticalement à travers les parties communes sur toute la hauteur de l'immeuble.
- 10 L'air passe par la porte entrebâillée.
- 11 L'air est extrait par la fenêtre ouverte de l'appartement d'Alice.



Photos :
© Apur - JB **apur**

Les appartements en étage courant dans des immeubles collectifs

DESCRIPTIF DES APPARTEMENTS EN ÉTAGE COURANT OÙ SE SONT DÉROULÉES LES ENQUÊTES

Nom des personnes interrogées	Pascal	Léa
Ville	Paris 12 ^e	Bagnolet (93)
Type de logement	Appartement	Appartement
Année construction	1892	1935
Plan	Traversant	Traversant
Surface habitable	65 m ²	55 m ²
Hauteur du bâtiment	R+7	R+5
Étage occupé par les personnes interrogées	1	3
Pièces sous toiture	Aucune	Aucune
Orientations du logement	Sud-Est et Nord-Ouest	Ouest, Est, Nord, Sud
Isolation thermique	Non	ITE (Isolation Thermique Extérieure)
Climatisation	Non	Non
Étiquette énergie (DPE)		
Plan de situation		
Photo du bâtiment		
Commentaire	Pascal est locataire de son logement. Il vit avec sa femme et leurs deux enfants. Le bâtiment date de 1892. Du point de vue constructif, il est semblable aux bâtiments produits durant la période haussmannienne (1850-1870)	Léa vit en colocation avec sa sœur. Le bâtiment est une construction ordinaire de l'entre-deux-guerres de type HBM ("Habitations à bon Marché"). Les briques qui composent la façade sont aujourd'hui recouvertes par une isolation thermique.

Source : Apur, entretiens menés durant l'été 2023 – © Apur

Description des édifices

Les cinq appartements étudiés couvrent des époques de construction très diverses allant de la fin du XIX^e siècle à 2020. Dans la suite, il a été choisi de traiter séparément les bâtiments anciens et les bâtiments récents. En général la seconde guerre mondiale fait office de période charnière permettant de dis-

tinguer bâtiments anciens et bâtiments récents. Il nous est apparu plus juste de placer cette limite vers 1960 car les bâtiments construits entre 1945 et la fin des années 1950 possèdent des éléments de conception climatique proches de ceux des bâtiments anciens. Ces éléments de conception climatique tendent à disparaître à partir des années 1960.

Marie	Clotilde	Élise
Paris 19 ^e	Paris 19 ^e	Bry-sur-Marne (94)
Appartement	Appartement	Appartement
1955	1960	2020
Traversant	Mono-orienté	Mono-orienté
69 m ²	63 m ²	80 m ²
R+10	R+10	R+4
8	3	2
Aucune	Aucune	Aucune
Nord-Est et Sud-Ouest	Est	Est
Non	Non	Isolation Thermique Intérieure
Non	Non	Non
F	F	B
		
		
Marie vit avec son mari et leurs 2 enfants. Le bâtiment a été construit durant les années 1950. Les techniques constructives sont assez semblables à celles qui ont été employées durant l'entre-deux-guerres.	Clotilde vit avec son mari et leurs 2 enfants. Le bâtiment date des années 1960. Il appartient à la période dite des grands ensembles.	Élise vit avec son mari et leurs 2 enfants. Le couple a acheté cet appartement sur plan. Ce type de bâtiment est représentatif des petits bâtiments collectifs qui se construisent actuellement dans la Métropole du Grand Paris.

Illustrations des qualités climatiques de bâtiments anciens et de l'immédiat après-guerre

Les trois logements étudiés de cette catégorie sont datés de 1892, 1935 et 1955. Dans ces logements on constate que les plans sont traversants et que les logements sont équipés de volets ou persiennes extérieures.

Pascal occupe un logement de 1892, de type haussmannien.

« Mon logement est toujours confortable, même en période de canicule. Pour rouvrir, on n'attend pas qu'il fasse plus frais dehors : si le soleil ne tape plus et que l'air circule, on réouvre tout ».

Pascal

Comme dans beaucoup d'autres situations analysées, Pascal vit les fenêtres et volets fermés en journée et réouvre le soir. Il est intéressant de noter que la stratégie mise en œuvre se base sur la capacité du logement à faire circuler l'air et dépend peu de la température extérieure. L'occupant bénéficie ainsi d'un effet « ventilateur » produit par la circulation naturelle de l'air entre la cuisine donnant sur cour et le salon donnant sur rue.

Le confort thermique estival dans ce logement est également dû à d'autres paramètres qui viennent s'ajouter à ce qui vient d'être énoncé :

- en premier lieu, **l'inertie des murs puisque les murs** donnant sur la rue sont fait d'une pierre calcaire dense⁹ et épaisse ;
- **la position du logement dans le bâtiment.** Puisqu'étant situé au 1^{er} étage il bénéficie d'apports solaires moins importants que les étages courants plus élevés ;
- **la grande hauteur sous plafond** de 2,8 m qui permet de retarder l'échauffement du logement quand l'air ne circule pas.

⁹ — Quand ils le pouvaient, les constructeurs choisissaient les pierres les plus denses, et donc les plus solides, pour les étages bas dans les constructions.

LOGEMENT DE PASCAL



Bâtiment post-haussmannien de 1892 en pierre calcaire.

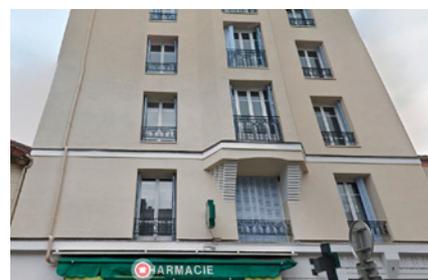


Les persiennes métalliques sont fermées pour bloquer les apports solaires, la fenêtre fermée permet d'éviter de laisser rentrer de l'air extérieur aux heures les plus chaudes.

LOGEMENT DE LÉA



En 2022, le bâtiment en brique avant isolation thermique par l'extérieur (ITE).



En 2023, le bâtiment en brique après isolation thermique par l'extérieur (ITE).



Arche en béton armé apportant de l'inertie à la chambre à coucher.



Fenêtre haute permettant la ventilation naturelle traversante.

Enfin il convient de noter que Pascal ne pratique aucune stratégie de ventilation avec les parties communes (en ouvrant sa porte palière par exemple), même s'il précise qu'« il fait toujours frais dans notre escalier ».

Léa habite un immeuble de 1935 de type Habitation à bon Marché en briques qu'elle occupe depuis peu de temps. Léa qualifie son logement de confortable en été mais reconnaît n'avoir jamais vécu de périodes de très fortes chaleurs dans cet appartement. Il est donc difficile de qualifier le confort thermique du logement durant des événements extrêmes. L'enquête révèle quelques éléments extrêmement favorables dans la conception du bâtiment et sa situation géographique :

- le bâtiment a été isolé thermiquement par l'extérieur ; un complexe isolant a été posé sur la brique. Cette action modifie l'inertie de façon favorable puisque la brique reste en contact avec l'ambiance intérieure du logement. Le logement continue de profiter de la fraîcheur de la brique qui est elle-même protégée des élévations de température extérieures ;
- le bâtiment bénéficie de 4 expositions différentes, avec des ouvrants sur chacune des expositions. Ce fait est assez rare en contexte urbain, il offre de très bonnes opportunités de ventilation. À noter également qu'un des ouvrants est situé en hauteur, ce qui permet théoriquement d'améliorer le tirage de la ventilation naturelle.

Marie habite un bâtiment de 1955. Elle occupe ce logement depuis 6 ans.

« En été on arrive à garder le frais dans le logement en fermant tout en journée. En soirée en général on fait un courant d'air mais le point négatif c'est le balcon qui fait rentrer de l'air chaud en début de soirée. Il y a également le problème des moustiques, l'année prochaine on sera obligé d'acheter des moustiquaires, les enfants se font dévorer quand on dort les fenêtres ouvertes ».

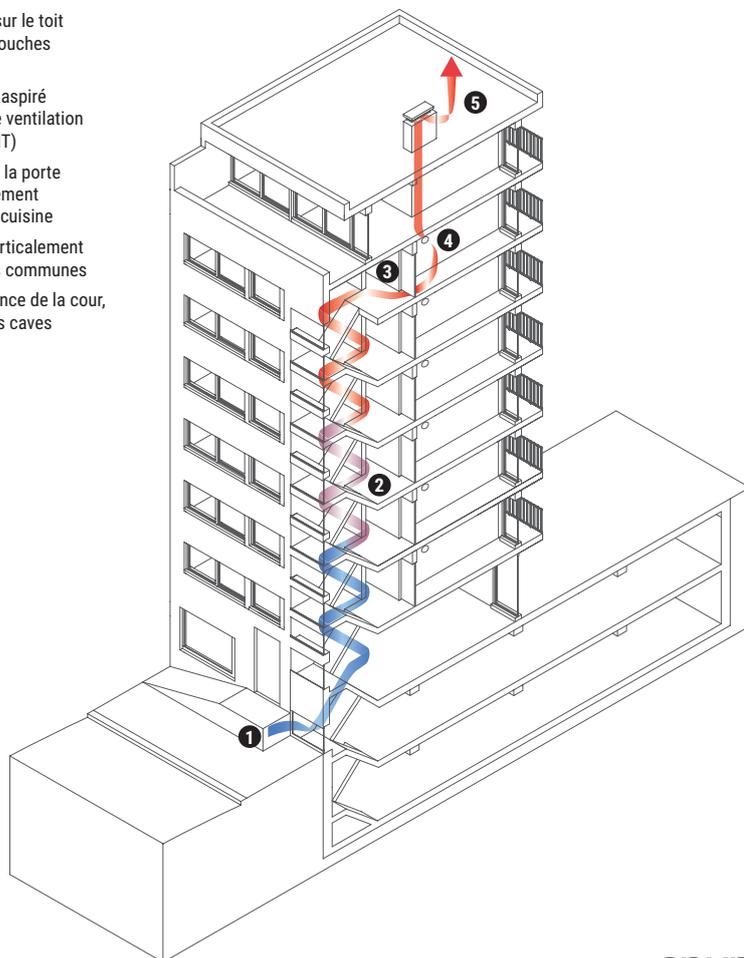
« Lorsqu'il fait très chaud l'appartement devient vite insupportable, à l'exception de la cuisine. Quand je suis seule, si je veux me reposer je m'allonge sur le carrelage de la cuisine, c'est très agréable on sent même un courant d'air frais qui vient de la cage d'escalier ».

Marie

Le logement de Marie est traversant et permet la ventilation nocturne mais l'inconvénient relevé par Marie est dû à la dalle de béton du balcon filant qui stocke la chaleur toute la journée et la relargue le soir. Ainsi le courant d'air qui est réalisé en début de soirée est

VENTILATION PAR EFFET CHEMINÉE DANS LES PARTIES COMMUNES D'UN IMMEUBLE DE 1955

- 5 L'air est extrait sur le toit au niveau des souches de ventilation
- 4 L'air est ensuite aspiré par une grille de ventilation naturelle (SHUNT)
- 3 L'air passe sous la porte d'entrée du logement puis traverse la cuisine
- 2 L'air chemine verticalement dans les parties communes
- 1 L'air, en provenance de la cour, pénètre dans les caves



Source : Apur

moins performant qu'attendu puisque l'air qui s'engouffre dans le logement est chauffé par le balcon. Notons que cet inconvénient est généralement traité par un store banne qui dans le cas présent semble avoir été retiré par les occupants précédents. La question des moustiques est une nouvelle fois abordée, mais l'occupante ne renonce pas à la ventilation nocturne pour ce motif.

La cuisine de l'appartement de Marie est décrite comme étant la pièce moins inconfortable, notamment grâce au carrelage, matériau intrinsèquement frais, mais aussi grâce à l'apport d'air frais en provenance de la cage d'escalier. L'espace de 3 cm qui existe au pied de la porte d'entrée de Marie semble suffisant pour permettre une entrée d'air dans le logement en provenance des parties communes. Il est probable que le schéma de ventilation soit celui d'un tirage thermique vertical se produisant grâce au conduit de ventilation de la cuisine puisqu'aucune fenêtre n'est ouverte dans la situation décrite par Marie. Ainsi le schéma pourrait être le suivant : l'air extérieur s'engouffrerait au pied de l'immeuble dans les caves, l'air s'élèverait ensuite dans la cage d'escalier pour parvenir dans le logement en passant sous la porte d'entrée de l'appartement, puis serait évacué par le conduit de ventilation (conduit de type Shunt) présent dans la cuisine. Notons que ce schéma, tel qu'il est décrit ici, fonctionne de façon naturelle, puisqu'aucune ventilation mécanique n'est présente dans le logement. Ce sont les simples différences de température et de pression entre le toit de l'immeuble, où débouchent les conduits, et les caves qui permettent la circulation de l'air via les parties communes. Cette forme de ventilation a déjà été rencontrée précédemment¹⁰. Elle représente une alternative à la ventilation traversante en journée, cette dernière n'étant généralement pas souhaitable aux heures les plus chaudes.

Illustrations des qualités climatiques de bâtiments récents

Les deux logements étudiés dans cette catégorie datent de 1960 et de 2020 et sont mono-orientés, c'est-à-dire ne possédant des fenêtres qui ne donnent que sur un des côtés du bâtiment. Il s'agit d'une caractéristique très répandue dans les logements récents, y compris pour les logements de grande taille comme les 3 pièces et plus.

Clotilde habite dans un bâtiment de 1960. Son logement est mono-orienté à l'Est. Le logement est décrit comme inconfortable en été même en l'absence de canicule. L'inconfort thermique produit par le balcon est également mentionné par Clotilde qui affirme en avoir souffert les années précédentes. C'est pour cela qu'elle a investi dans un store banne capable de mettre à l'ombre le balcon en été.

« L'air ne circule pas la nuit, même quand les fenêtres sont ouvertes »

Clotilde

LOGEMENT DE CLOTILDE



Grand ensemble des années 1960 ne comportant que des logements mono-orientés à l'Est ou à l'Ouest.

Élise habite un logement très récent, construit en 2020 et acheté sur plan. Elle se plaint de la chaleur qu'il fait dans le logement même en dehors des épisodes de canicule.

« C'était une mauvaise surprise de constater que le logement était aussi chaud alors qu'il venait d'être construit. Même au printemps il fait anormalement chaud dans le logement. En été, c'est insupportable, on étouffe, il fait toujours plus chaud chez nous que dehors même quand on ouvre tout, le soir ».

Élise

L'inconfort climatique ressenti peut s'expliquer par de nombreux facteurs découlant de la conception du logement :

- le plan du logement est mono-orienté ce qui explique que, même la nuit, l'air intérieur se renouvelle mal, l'occupante n'arrive pas à refroidir son logement.
- l'isolation thermique est placée à l'intérieur du logement, ce qui signifie que l'inertie des murs de façades, qui pourrait permettre de refroidir le logement, est perdue. Notons également que tous



Store banne installé par l'occupante afin de protéger le balcon du soleil. Elle évite ainsi que de la chaleur ne soit stockée dans la dalle de béton du balcon.

LOGEMENT D'ÉLISE



© Apur - Julien Bigorgne

Petit bâtiment collectif construit en 2020 ne comportant que des logements mono-orientés à l'Est ou à l'Ouest.



© Apur - Julien Bigorgne

Air extérieur chauffé par le volet roulant sombre

Problème de conception du volet roulant entre la chambre des parents et le balcon.
 ❶ Le volet gris anthracite s'échauffe quand il est ensoleillé. L'air au contact du volet s'échauffe et pénètre dans le coffre du volet roulant.



© Apur - Julien Bigorgne

Aspiration de l'air chaud dans le logement (mise en dépression du logement par la Ventilation Mécanique Contrôlée)

❷ L'air est ensuite aspiré par la ventilation mécanique qui le fait pénétrer dans le logement.

les autres murs qui ne donnent pas sur l'extérieur sont acoustiquement ou thermiquement isolés ce qui signifie que dans ce logement aucun mur ne participe à l'inertie.

- une inertie devrait être apportée par la dalle de plancher, néanmoins cette inertie ne semble pas suffisante ici, elle est peut-être compromise par un traitement insuffisant des ponts thermiques, autre conséquence de l'isolation thermique intérieure.
- le concepteur a fait le choix de volets roulants gris anthracite. Les volets sont donc sombres, ils s'échauffent excessivement au soleil. Ce choix chromatique affecte le confort thermique de l'habitat. En journée Élise ferme ses doubles vitrages et ses volets roulants. Or la ventilation mécanique qui est installée dans le logement prélève l'air extérieur via le coffre des volets roulants. Cet air est préchauffé par le volet sombre, et c'est donc un air plus chaud que l'air extérieur qui pénètre dans le logement.

Lors de l'entretien, Élise mentionne également la forte différence de température qui existe entre son logement et le parking, et elle regrette que ce réservoir de fraîcheur ne puisse être mobilisé dans les logements.

« En été l'endroit le plus frais c'est le parking alors que chez nous c'est presque invivable. On se demande comment, avec toutes les normes qui existent, on ne soit pas obligé de récupérer cette fraîcheur pour les logements ».

Élise

Synthèse

Le caractère traversant ou mono-orienté des logements est, dans notre échantillon, ce qui crée le plus grand clivage dans la qualité estivale des logements. Les logements traversants sont systématiquement plus confortables que les logements mono-orientés qui eux s'avèrent inadaptés aux périodes chaudes.

10 — Dans le cas du logement de 1930 occupé par Alice.

3.

Analyse et comparaison de la qualité climatique des logements observés

Les logements qui ont été étudiés réagissent très différemment aux épisodes de fortes chaleurs :

- **certains logements s'avèrent inconfortables dès la survenue de belles journées au printemps**, y compris en l'absence de vagues de chaleur. Ces logements se caractérisent généralement par une incapacité à se rafraîchir la nuit ;

- à l'opposé, **plusieurs logements de l'échantillon se comportent très bien en été**, y compris durant des épisodes de fortes chaleurs. Ces logements sont en général faciles à aérer la nuit et possèdent des murs ou des planchers suffisamment épais pour accumuler de la fraîcheur.

CLASSEMENT DES LOGEMENTS, AU REGARD DU CONFORT ESTIVAL

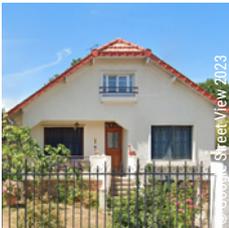
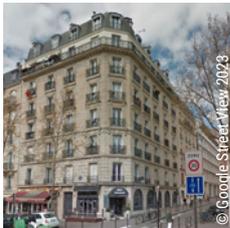
Prénom de l'enquêté	Alice	Élise	Clotilde	Christine
Type de logement	Studio sous les toits	Appartement	Appartement	Appartement sous les toits
Date de construction	1930	2020	1960	1910
DPE				

INCONFORTABLE

Qualités bioclimatiques des logements			inertie moyenne	logement angle
	protections solaires extérieures	protections solaires extérieures	protections solaires extérieures	protections solaires extérieures
	sous les toits	baies vitrées	baies vitrées	sous les toits
Facteurs aggravants la surchauffe des logements	petite surface de logement	volets sombres	mono-orienté	
	mono-orienté	mono-orienté		
	absence d'inertie	isolation intérieure		

Logement systématiquement trop chaud

N.B. : Seuls 9 des 10 logements enquêtés sont comparés ici, le logement qui est climatisé ayant été volontairement omis.
Source : Apur, entretiens menés durant l'été 2023 – © Apur

René	Irène	Marie	Léa	Pascal
Maison individuelle	Maison individuelle	Appartement	Appartement	Appartement
1951	1987	1955	1935	1892
F	F	G	D	F
				



		inertie moyenne	isolation extérieure	inertie forte (murs en pierre)
inertie moyenne	inertie moyenne	logement traversant en étage élevé	inertie moyenne	
logement traversant	logement traversant		protections solaires extérieures	logement traversant
protections solaires extérieures	protections solaires extérieures	protections solaires extérieures	protections solaires extérieures	protections solaires extérieures
		baies vitrées		

Logement généralement frais à l'exception des périodes de canicule

Logement généralement frais même pendant les périodes de canicule

Conception des logements

Le premier déterminant du confort thermique est la conception du logement. Si elle n'est pas optimale, l'occupant est impuissant vis-à-vis de la surchauffe, il n'a aucun contrôle sur le confort thermique de son logement.

Les entretiens révèlent que, dans notre échantillon, **les logements les plus inconfortables, c'est-à-dire ceux posant des problèmes d'habitabilité sont les logements sous les toits ainsi que les logements mono-orientés :**

1 - Les toits sont exposés à un ensoleillement continu tout au long de la journée. Les logements directement situés sous les toits qu'ils soient en maisons individuelles ou en immeubles collectifs accumulent de la chaleur en journée et semblent incapables de s'en débarrasser la nuit. Ce problème est bien connu du grand public, il a été confirmé par les entretiens réalisés.

2 - Les problèmes posés par les bâtiments récents¹¹⁻¹² sont moins connus du grand public :

- leur premier défaut provient de la généralisation des **logements mono-orientés** dans les programmes d'immobilier collectifs. L'inconvénient climatique posé par cette pratique n'est apparu que très récemment avec le changement climatique et la multiplication des vagues de chaleur. Les logements mono-orientés sont incapables de se ventiler naturellement la nuit ce qui en fait des logements peu adaptés aux climats chauds. Il convient de noter que le contexte réglementaire actuel de la production de logement neuf (RE2020) permet encore de produire des logements mono-orientés dans la Métropole du Grand Paris ;
- le second défaut relève des pratiques d'**isolation thermique**. L'isolation thermique est généralement comprise par le grand public comme une technique permettant d'améliorer le

confort de l'habitat. Si cela se révèle vrai en hiver, cela n'est pas toujours le cas en été : l'isolation thermique peut en effet, selon les cas, améliorer les qualités thermiques estivales du logement ou les dégrader. Il existe deux techniques principales d'isolation. L'isolation thermique extérieure (ITE) qui consiste à poser directement sur la façade du bâtiment un isolant thermique, l'intervention se fait depuis l'extérieur du bâtiment (nécessitant un échafaudage). Cette technique de loin la plus intéressante aussi bien en hiver qu'en été, d'un point de vue climatique est aujourd'hui la plus répandue. L'isolation thermique intérieure (ITI), à l'inverse, consiste en une intervention depuis l'intérieur du logement : une isolation est apposée sur les murs via une contre cloison. La technique de l'ITI est généralement contre performante en été car elle supprime l'inertie, et donc la fraîcheur, qui pourrait être apportée par les murs ;

- la faible hauteur sous plafond (2,5 m) est également un facteur participant à la surchauffe des logements.

Les logements qui sont les plus confortables dans l'échantillon étudié sont les logements les plus anciens et non situés sous les toits. Les logements anciens de notre échantillon ont des caractéristiques inverses de celles qui viennent d'être exposées : une bonne capacité à se ventiler la nuit grâce à des plans traversants, et une forte inertie puisque les murs sont épais et denses accumulant ainsi de la fraîcheur, et une grande hauteur sous plafond (2,7 à 2,8 m). Ces caractéristiques se retrouvent par exemple dans le logement Haussmannien qui a été étudié. Elles se retrouvent aussi dans le bâtiment de 1935 qui a été réhabilité par une Isolation Thermique Extérieure (ITE). Cette ITE a eu pour conséquence d'augmenter l'inertie du bâtiment, elle a donc eu un effet positif sur les qualités estivales du bâtiment. On peut dire que



Chantier d'isolation thermique par l'extérieur (ITE). L'ITE renforce l'inertie des logements et donc leur confort en été – Paris Habitat, rue Claude Decaen et square Contenot (Paris 12^e).



Pose d'une isolation thermique extérieure (ITE) sur un grand ensemble des années 1960. L'ITE améliore le confort d'été en renforçant l'inertie des logements.

la réhabilitation a, dans ce cas, pu améliorer des qualités climatiques estivales préexistantes.

Mais il convient de noter que l'ITE reste peu applicable sur les bâtiments anciens possédant une valeur patrimoniale. L'effacement de l'architecture que l'ITE implique est un frein à sa mise en œuvre. Les nécessités de réhabilitation, notamment motivées par une étiquette DPE défa-

vorable, poussent à la réhabilitation par l'Isolation Thermique Intérieure (ITI) et donc au détriment des qualités estivales intrinsèques des bâtiments anciens. Le compromis entre la préservation du patrimoine et la nécessité d'économie d'énergie de chauffage peut donc se traduire par une régression de l'habitabilité des logements en période estivale. Ce compromis montre sa limite dans un contexte de changement climatique.

Les habitants ont-ils les moyens de connaître les qualités de conception estivale des logements qu'ils occupent ?

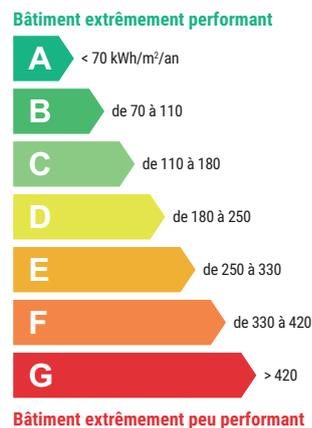
Le seul outil réglementaire dont disposent tous les occupants pour évaluer la qualité énergétique et climatique de leur logement est le Diagnostic de Performance Énergétique. Sa nouvelle version entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2021, propose une évaluation du confort d'été des logements sur la base de cinq critères d'évaluation : isolation de la toiture ou de la couverture ; fenêtres équipées de volets extérieurs ou brise-soleil ; inertie

du logement ; caractère traversant ou non du logement ; présence de brasseurs d'air fixes. La présence d'un système de climatisation se traduit par une bonne appréciation pour le confort d'été, mais augmente les consommations d'énergie. Dans notre échantillon, les types de logements qui sont généralement qualifiés de « passoires thermiques » avec la note de F ou G, font aussi partie des logements les plus confortables en été et inversement.

11 — Une enquête d'EDF R&D de 2019 a constaté un taux de pénétration de la climatisation 2 fois plus élevé dans les logements récents construits entre 2001 et 2005 que dans les logements anciens. Ces climatisations sont installées après la livraison des logements, ce qui indique une insuffisance dans la conception estivale. (Source : EdEnmag n°11 – 2020).

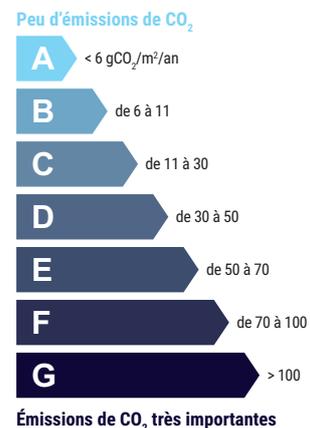
12 — O. Sidler notait en 2013 la sensibilité estivale des bâtiments construits au début des années 2000 : « On construit désormais de vraies bouteilles thermos, ayant très peu de déperditions, si bien que tous les apports d'énergie qui parviennent à l'intérieur de cette bouteille ne peuvent plus s'en échapper et se transforment en chaleur. [...] Ces nouveaux bâtiments s'avèrent donc particulièrement sensibles à la surchauffe. » (Source : T18. Le confort d'été, Mutuelle des Architectes Français 2013).

ÉTIQUETTE ÉNERGIE Pour les bâtiments d'habitation collectifs



Source : Journal Officiel de la République Française - 13 avril 2021, Arrêté du 31 mars 2021 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation en France métropolitaine – © Apur

ÉTIQUETTE CLIMAT Pour les bâtiments d'habitation collectifs



Les comportements des usagers et leur adaptabilité

Le confort thermique estival des logements dépend de la conception des logements mais aussi de la façon dont les habitants les occupent.

Tous les logements de notre échantillon possèdent des protections solaires extérieures (volets, persiennes, etc.) et tous les habitants interrogés mettent en œuvre la fermeture de ces protections quand les logements sont soumis à l'insolation. On rappelle que cette pratique est une condition nécessaire pour éviter des températures anormalement élevées dans le logement.

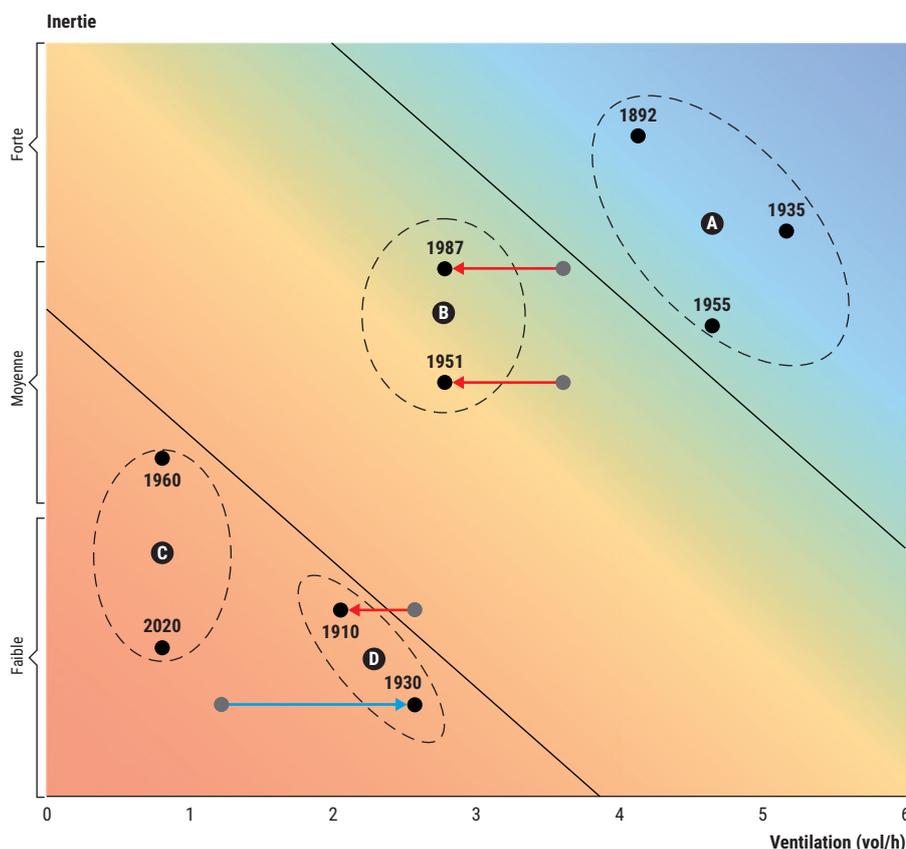
Lorsque les apports solaires sont bien maîtrisés, c'est la gestion des courants d'air nocturnes qui devient capitale

pour la maîtrise de la température intérieure.

Deux stratégies inverses de ventilation inverses ont pu être constatées dans notre échantillon :

- celle des occupants qui dégradent le confort thermique de leur logement par leur comportement, c'est par exemple le cas des occupants qui se sentent obligés de fermer leurs fenêtres pour des raisons exogènes durant la nuit alors que la température extérieure baisse. La peur des insectes (comme les moustiques, fréquemment évoqués), mais aussi la peur des intrusions, ou encore le bruit extérieur sont les principaux motifs recensés lors des entretiens ;

QUALITÉ CLIMATIQUE DES LOGEMENTS PRENANT EN COMPTE LA CONCEPTION DES BÂTIMENTS ET LES COMPORTEMENTS DES OCCUPANTS (D'APRÈS LES INFORMATIONS RECUEILLIES LORS DES ENQUÊTES)



Dans notre échantillon de dix logements identifiés par leur date de construction :

- A** Les logements les plus confortables sont les **logements traversants en immeubles collectif et non situés sous les toits**. Parmi ceux-là, les logements les plus anciens avec leurs murs épais sont les plus confortables.
- B** Les **logements en maisons individuelles** étudiés sont moyennement confortables, notamment à cause de facteurs exogènes comme la peur des intrusions ou la présence de moustiques qui limitent les stratégies d'ouverture nocturne.
- C** Les **logements mono-orientés en immeubles collectifs et non situés sous les toits** sont très sensibles à la surchauffe en été. Le logement le plus récent est celui qui a les moins bonnes performances estivales.
- D** Les **logements sous toitures en immeubles collectifs** ont tendance à devenir rapidement inconfortables en été. Le studio de 1930 qui est celui qui a le confort théorique le moins bon se ventile tout de même grâce aux pratiques alternatives mises en place par son occupante. À l'inverse, le logement de 1910 est sous-ventilé en raison des nuisances sonores nocturnes de la rue.

← Restriction de la ventilation par l'occupant (ex : bruit extérieur, peur des insectes, des intrusions). Le confort thermique est dégradé.

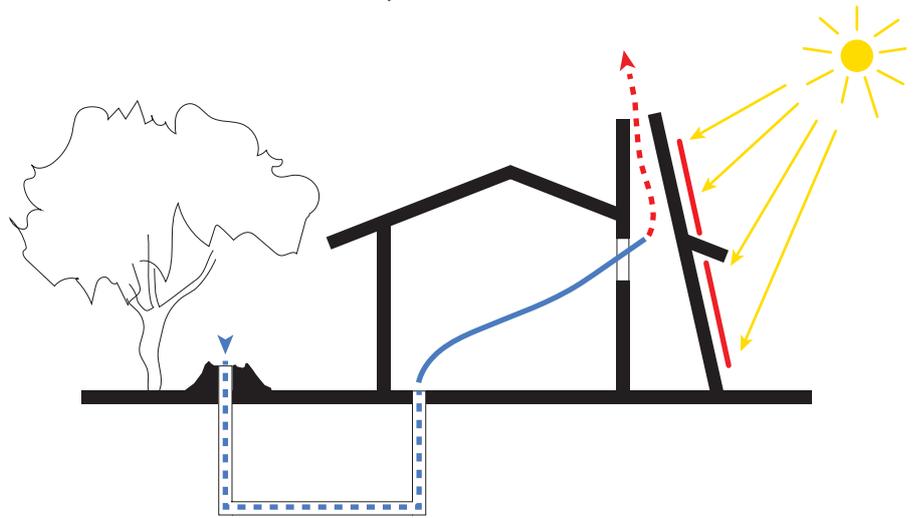
→ Augmentation de la ventilation par l'occupant (ex : ouverture de la porte d'entrée du logement). Le confort thermique est amélioré.

Logement généralement frais même pendant les périodes de canicule.
 Logement généralement frais à l'exception des périodes de canicule.
 Logement systématiquement trop chaud.

Source : Apur

apur

PRINCIPE DU PUITTS CANADIEN APPLIQUÉ À UNE MAISON



• celle de l'occupante qui arrive à améliorer le confort thermique dans son studio en créant des courants d'air avec ses voisins ou même avec les parties communes en communication avec les caves du bâtiment. Il est intéressant de constater que cette stratégie tire profit de la morphologie du bâtiment de 1930 dans lequel elle habite. **Le bâtiment se révèle ainsi adaptable à des conditions climatiques pour lesquelles il n'a manifestement pas été conçu.** Cette stratégie de circulation de l'air exploitant la fraîcheur des caves et le tirage thermique vertical rappelle la technique dite du « puits canadien ». Cette stratégie est bénéfique en journée puisque l'air extérieur est refroidi avant de pénétrer dans le logement.

Dans les situations observées, les stratégies de surventilation nocturne sont rendues impossibles par les bâtiments récents intégrant les obligations relatives à la sécurité incendie. Ainsi le logement datant de 2020, qui souffre de nombreux défauts en matière de confort estival, possède également des parties communes équipées de portes coupe-feu, la circulation de l'air est donc volontairement empêchée car

susceptible de propager le feu et la fumée en cas d'incendie. **On constate ici que les exigences de sécurité incendie s'opposent aux stratégies de rafraîchissement passif du bâtiment.** L'occupante du logement de 2020 rappelait dans son entretien la situation paradoxale dans laquelle elle se trouvait en relevant que son parking était 5 °C plus frais que chez elle et que la conception de son appartement n'était pas en mesure tirer profit de cette fraîcheur souterraine.

Dans les cas qui ont été étudiés, les stratégies personnelles de rafraîchissement par les occupants sont parfois simples à mettre en œuvre quand les bâtiments ont de bonnes capacités à faire circuler l'air, ce qui est le cas des bâtiments d'avant 1960 de l'échantillon. Inversement les bâtiments plus récents, généralement qualifiés de « performants » car obéissants à un contexte normatif plus strict, se révèlent peu adaptables, c'est-à-dire peu aptes à être utilisés dans un mode de fonctionnement pour lequel ils n'ont pas été conçus. Il existe donc, dans la conception des logements étudiés, une tension entre performance et possibilité d'adaptation.

Quelques mesures d'adaptation (sans climatisation)

Au-delà des pratiques d'adaptation citées par les occupants eux-mêmes pour faire face aux épisodes de chaleur, il est possible de lister d'autres mesures d'adaptation qui pourraient être mises en œuvre. Les mesures listées ci-dessous ne sont bien sûr pas exhaustives.

Installer des protections solaires y compris sur les fenêtres de toits

Se protéger du soleil est la toute première mesure à mettre en œuvre dans un logement. Les protections solaires, pour être efficaces, doivent être extérieures, comme des volets par exemple. Dans notre enquête, nous avons pu constater que les fenêtres de toits des rampants étaient systématiquement mal protégées du soleil, souvent sommairement protégées par des stores intérieurs qui laissent passer le rayonnement alors que ces fenêtres sont parmi les plus exposées du logement. Envisager systématiquement une protection extérieure pour les fenêtres de toits est essentiel.

Utiliser des revêtements intérieurs « frais »

Les revêtements des sols et des murs jouent un rôle dans le confort climatique. Des revêtements intrinsèquement frais (matériaux à forte effusivité) comme les carrelages, les faïences, les briques apparentes, les bétons bruts, les pierres apparentes apportent de la fraîcheur à l'habitat.

Équiper son logement de brasseurs d'air

Faire des courants d'air dans son logement est une solution essentielle pour le confort climatique. Lorsque l'air ne circule pas naturellement malgré l'ouverture des fenêtres, alors l'usage de brasseurs d'air intégrés au plafond est une solution extrêmement intéressante. Cette solution est employée depuis longtemps dans les pays tropicaux.

Privilégier l'isolation thermique extérieure

L'isolation thermique extérieure est une pratique qui permet généralement d'améliorer les qualités climatiques des édifices. Son avantage par rapport à l'isolation thermique intérieure est de renforcer l'inertie du bâtiment en gardant la masse des murs au contact de l'ambiance intérieure du bâtiment et d'empêcher la pénétration de la chaleur par les planchers. L'isolation thermique extérieure est aujourd'hui très pratiquée dans la réhabilitation des maisons ou des grands ensembles de logements sociaux. Mais elle est encore minoritaire dans la construction neuve en France.

Équiper son logement de moustiquaires

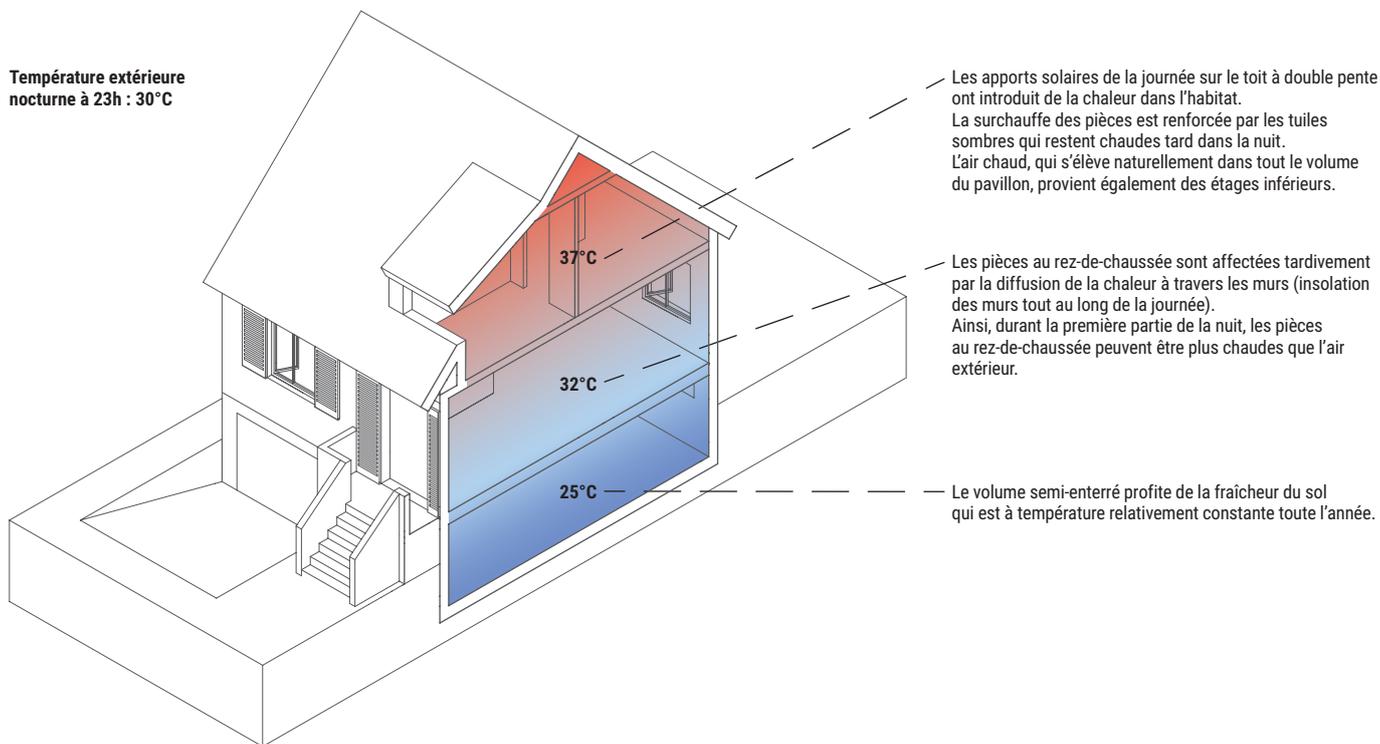
La présence de moustiques, n'est plus un épiphénomène estival, elle devient, en France, un problème récurrent tout au long de l'année, comme dans les pays tropicaux. L'usage systématique de moustiquaires est donc une mesure simple et nécessaire pour ne pas compromettre l'aération nocturne des logements.

Aménager de façon intermittente les garages enterrés des maisons individuelles

Les habitants interrogés ont souvent mentionné la fraîcheur des sous-sols principalement utilisés pour les caves ou les parkings. Dans le cas des maisons individuelles, les occupants mentionnent toujours des écarts de température très importants entre les sous-sols et les chambres sous toitures. Ces espaces en sous-sols, lorsqu'ils ne sont pas isolés thermiquement, bénéficient de la température presque constante du sous-sol, il est possible d'envisager que des chambres puissent être aménagées de façon intermittente lors des épisodes caniculaires intenses.

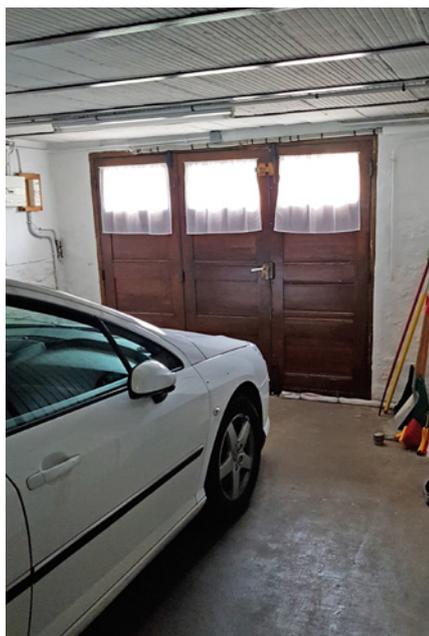
TEMPÉRATURES DANS UN HABITAT PAVILLONNAIRE UNE NUIT D'ÉTÉ À 23H

Exemple d'un pavillon des années 1960 non isolé thermiquement avec un garage et une cave semi-enterrés et des combles habités



Source : Apur

apur



Garage en sous-sol d'une maison individuelle. Ce lieu pourrait devenir une pièce refuge en cas de fortes chaleurs.



Stress hydrique affectant les pelouses d'un tissu pavillonnaire à Savigny-sur-Orge, les arbres montrent plus de résistance de par leur capacité à capter l'eau en profondeur



© Apur - Julien Bigorgne

Jardin situé à l'avant du pavillon comprenant des plantes ornementales et des arbustes.



© Apur - Julien Bigorgne

Jardin à l'arrière du pavillon comprenant un arbre fruitier à petit développement implanté dans une surface engazonnée.

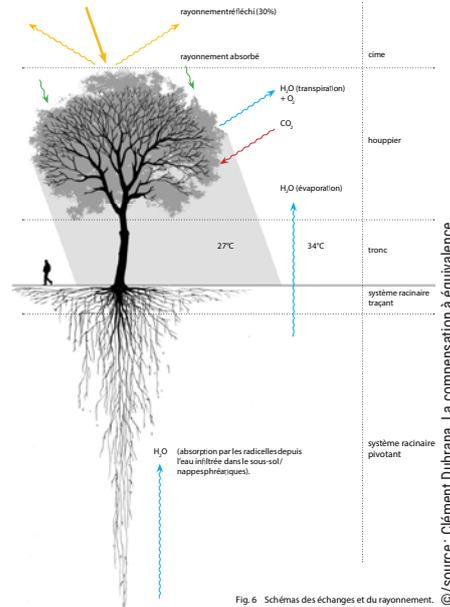


Fig. 6 Schémas des échanges et du rayonnement.

Synthèse des fonctions climatiques d'un arbre à grand développement procurant ombrage et rafraîchissement. La fonction de rafraîchissement est basée sur un tissu racinaire explorant profondément le sol afin de capter l'eau.

©/source : Clément Dubrana, La compensation à équivalence écologique, Mémoire de Master 2, 2020.



© Apur - Julien Bigorgne

Vigne vierge sur façade d'une maison de 1900. La vigne apporte une protection contre l'insolation et un rafraîchissement de l'air par sa transpiration. La vigne est autonome en eau qu'elle est capable de collecter dans le sol même durant les périodes de stress hydrique. La vigne doit être taillée pour ne pas créer de dégâts sur la couverture du bâtiment.



© Apur - Julien Bigorgne

Maison individuelle à Maisons-Alfort (94) ayant été isolée thermiquement par l'extérieur et possédant deux types de toitures.

- ① Un toit terrasse réalisé suite à une surélévation de l'ancien garage attendant au bâtiment.
- ② Un toit en pente appartenant au bâtiment d'origine et dont le comble est inhabité.

Rafraîchir les logements grâce aux techniques de végétalisation

Dans le cas des maisons individuelles, agir sur les jardins permet de rafraîchir localement l'air ambiant. On joue ainsi sur l'îlot de chaleur urbain :

- **la première mesure consiste à modérer les tontes des pelouses.** Les tontes épuisent le végétal et assèchent les sols ce qui implique un arrosage et une fertilisation des sols pour maintenir la couverture végétale. En été ces pratiques rendent les pelouses inaptes à modérer les élévations de température, on constate couramment leur dessèchement dès les premières chaleurs d'été. Pour améliorer la résilience climatique des jardins, il est nécessaire de diversifier la couverture végétale en employant des plantes ayant des capacités d'enracinement profond, la gestion annuelle de l'eau est ainsi améliorée. L'écosystème idéal étant celui de la prairie dont le sol reste frais en été car parfaitement couvert ;
- **une seconde mesure consiste à planter des arbres dans les jardins,** notamment parce que les racines des arbres ont des capacités d'exploration souterraines extrêmement développées leur permettant de récupérer l'eau profondément y compris en période de stress hydrique. Dans les entretiens, les arbres à grand développement étaient évités dans les jardins des maisons par peur des chutes en cas de tempête. Les feuillus à grand développement sont pourtant ceux qui possèdent les meilleures performances de rafraîchissement estival par ombrage et transpiration ;
- **la troisième mesure consiste à végétaliser le bâtiment lui-même par une plante grimpante comme la vigne vierge.** Cette vigne est une plante extrêmement résiliente, elle est capable de supporter des stress hydriques de long terme, et protège le bâtiment de l'insolation¹³. La seule obligation consiste à tailler la plante pour qu'elle ne colonise pas le toit. Dans les entretiens réalisés, les occupants indiquaient retirer la vigne vierge de leur

bâtiment pour des raisons esthétiques. Leur plus-value estivale est pourtant très importante notamment pour les faces Ouest et Est des bâtiments.

Adapter les toits en pente

L'habitabilité des toits est un point problématique qui a été relevé dans de nombreux entretiens. On peut imputer une grande part de l'inconfort à la forme même des toits dont les pentes captent beaucoup d'énergie solaire en été.

Le toit en pente se retrouve dans les constructions vernaculaires des régions où le bois nécessaire aux charpentes est disponible. Dans les climats froids et pluvieux, le toit en pente est une solution particulièrement adaptée. Mais les volumes situés sous les pentes des toitures sont généralement inhabitables en raison des fortes variations climatiques qu'ils subissent : ils sont trop froids en hiver, trop chauds en été. Dans les constructions récentes, l'isolation thermique des toits en pente peut résoudre le problème du froid en hiver mais elle ne résout pas la question de l'inconfort estival : il continue à faire chaud même dans un toit isolé thermiquement. Ce qui fait défaut aux toits en pentes c'est le manque d'inertie. Pour corriger les défauts des toits en pentes, il existe plusieurs pistes d'action mais le préalable à toute mesure corrective est de s'assurer que toutes les fenêtres de toit soient occultables par l'extérieur. Un store intérieur laissera toujours passer trop d'énergie solaire et rendra l'espace sous toiture inconfortable quelles que soient les mesures correctives ultérieures :

- **créer de l'inertie :** il est possible d'utiliser des matériaux tels des bétons de chanvre ou des bétons de bois à la place des isolants conventionnels légers comme les laines. Mais la mise en œuvre de ces bétons repose sur des filières humides ce qui signifie qu'il n'est possible de les mettre en œuvre que lors d'une réparation de toiture nécessitant la dépose de la couverture ;

- **l'éclaircissement des matériaux de toitures** est également envisageable (peinture par exemple) mais l'entretien est complexe sur une toiture en pente puisqu'il faut pouvoir régulièrement nettoyer manuellement la toiture pour éviter les salissures qui assombrissent les revêtements clairs. La modification de la couleur du toit peut également entrer en contradiction avec les règles d'urbanisme des PLU ;
- enfin la transformation la plus radicale consiste en l'abandon du toit en pente pour un toit terrasse, ce qui peut être envisagé lorsqu'une surélévation est décidée par un propriétaire. Le toit terrasse permet de restituer de l'inertie à l'habitat quand il est complété d'une isolation thermique extérieure (ITE). Dans ce cas les règles d'urbanisme peuvent encore être un frein puisque de nombreux secteurs, comme les secteurs pavillonnaires, proscrirent la réalisation de toits terrasses.

Les personnes interrogées ont toutes identifié leurs logements sous toitures comme problématiques mais n'ont jamais identifié la conception du toit en pente comme cause éventuelle du problème. La toiture en pente est un impensé, un invariant. Son usage se perpétue aujourd'hui car il est associé à une image de l'habitat ancien qui s'est forgée en France dans un climat différent du climat actuel et donc du climat à venir. À l'inverse, dans les climats chauds et secs, le toit terrasse s'est imposé comme une réponse constructive plus adaptée. L'adaptation climatique nécessitera vraisemblablement de réinterroger la place prise par le toit terrasse dans la construction en France. Rappelons qu'il a été beaucoup employé en France dans l'habitat collectif de l'après-guerre mais qu'il est toujours resté minoritaire dans l'habitat individuel.

13 — Une réduction de 15 °C entre la température de l'air et la température de surface des murs protégés par une vigne vierge est mentionnée en juillet 2008 par T. Sternberg et al. (2010a).

CONCLUSION

Les dix entretiens réalisés auprès d'habitants du Grand Paris ont permis de tester et consolider le volet « logement » des questionnaires élaboré par l'Apur. Ces questionnaires seront utilisés dans le projet de recherche H³Sensing auprès d'environ 200 participants en 2025 afin d'évaluer la conception des logements et les habitudes des habitants dans la gestion des canicules à leur domicile. Le temps consacré aux entretiens a aussi permis de conduire une analyse qualitative des logements des participants et de leurs usages, et

d'en tirer quelques enseignements en matière de confort d'été de ces logements. Dans certains des cas étudiés, les habitants arrivent à tirer profit de la conception initiale des bâtiments pour rafraîchir au mieux leur logement, valorisant ainsi la flexibilité voire l'adaptabilité des lieux dans lesquels ils vivent. À l'inverse, dans d'autres cas, les habitants sont contraints de subir une conception de l'habitat peu adaptée à la réalité des conditions estivales du climat actuel et donc du climat à venir.

BIBLIOGRAPHIE

Apur – Projet de recherche « H³Sensing », mesurer l'impact des vagues de chaleur sur la santé des habitants du Grand Paris – Note n°229.

<https://www.apur.org/en/our-works/h3sensing-research-project-measuring-impact-heatwaves-health-greater-paris-grand-paris-inhabitants>

Apur – Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier n° 1.

<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/ilots-chaleur-urbains-paris-cahier-1>

Apur – Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier n° 2 : simulations climatiques de trois formes urbaines parisiennes et enseignements.

<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/ilots-chaleur-urbains-paris-cahier-2-simulations-climatiques-trois-formes-urbaines-parisiennes-enseignements>

Apur – Les îlots de chaleur urbains du cœur de l'agglomération parisienne – Cahier n° 3 : brises thermiques.

<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/ilots-chaleur-urbains-coeur-agglomeration-parisienne-cahier-3-brises-thermiques>

Apur – Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier n° 4 : influence climatique des revêtements de sol à Paris.

<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/ilots-chaleur-urbains-paris-cahier-4-influence-climatique-revetements-sol-paris>

Apur – Atténuer les îlots de chaleur urbains – Cahier n° 5 : Méthodes et outils de conception des projets.

<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/attenuer-ilots-chaleur-urbains-cahier-5-methodes-outils-conception-projets>

EdEnmag n°11 – Construisons une société énergétique meilleure, 2020.

Enertech - Perf In Mind (Rénovation performante des maison individuelles) - Rapport final, 2021.

J.-L. Izard – Architecture Climatique, Edisud, 1998.

Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment – Fenêtres, dimensionnement et performances, n°5632, novembre 2011.

L. Girometti et F. Leclercq – Rapport de la mission sur la qualité du logement. Référentiel du logement de qualité, 2021.

O. Sidler. – T18. Le confort d'été, Mutuelle des Architectes Français 2013.

Revue La Hulotte – Le lierre - numéro 107.

S. Courgey et J.-P. Oliva – La conception bioclimatique, Terre Vivante, 2006.

T. Sternberg et al. – Evaluating the role of ivy (*Hedera helix*) in moderating wall surface microclimates and contributing to the bioprotection of historic buildings, 2010.

SIGLES

ANR – Agence Nationale de la Recherche

Apur – Atelier parisien d'urbanisme

DPE – Diagnostic de Performance Énergétique

DRIAS – Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement

ESIEE – École Supérieure d'Ingénieurs en Électrotechnique et Électronique

H³Sensing – Heat waves urban Heat islands Health

Inserm – Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

IPLSEP – Institut Pierre Louis d'Epidémiologie et de Santé Publique

ITE – Isolation Thermique Extérieure

ITI – Isolation Thermique Intérieure

Lied – Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain

MGP – Métropole du Grand Paris

PLU – Plan Local d'Urbanisme

Confort estival dans les logements de la Métropole du Grand Paris

ÉTUDES DE CAS

Durant l'été 2023, l'Apur a réalisé une dizaine d'entretiens auprès d'habitants de la de la Métropole du Grand Paris, dans le cadre de la préparation de l'enquête « H³Sensing » coordonnée par l'Inserm et qui se déroulera en 2025.

Ces entretiens visaient à tester et consolider le volet « logement » du questionnaire qui sera utilisé lors de cette enquête. Ils ont également permis de recueillir des informations qualitatives sur la façon dont des habitants vivent pendant des périodes de forte chaleur, selon les caractéristiques de leur logement et leurs habitudes.

Cette étude restitue les enseignements de ces entretiens en matière d'inconfort climatique, dans les situations analysées. Elle confirme le fait que les logements sous les toits s'avèrent inconfortables voire inhabitables l'été. Elle montre également que les autres logements, qu'il s'agisse de maisons ou d'appartements, offrent des résultats très contrastés fortement tributaires des qualités de conception initiale des logements.

L'Apur, Atelier parisien d'urbanisme, est une association loi 1901 qui réunit autour de ses membres fondateurs, la Ville de Paris et l'État, les acteurs de la Métropole du Grand Paris. Ses partenaires sont :

