

Séminaire Transition

SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS ET DÉBATS

Séance du 16 octobre 2025

« Vagues de chaleur et habitat :
comment garantir le confort d'été sans réchauffer la planète ? »

Animé par :

- **Selma MAHFOUZ**, Directrice du Pôle Expertise ESG - Institut Mutualiste pour l'Environnement et la Solidarité.

Intervenants :

- **Vincent VIGUIE**, Chercheur à l'École des Ponts ParisTech et au CIRED (Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement), spécialisé en économie de l'environnement.
- **Anthony VAUTRIN**, Membre de l'équipe bâtiments de l'AIE (Agence Internationale de l'Energie).
- **Marjorie MUSY**, Directrice de recherche au Cerema (Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement).
- **Emilien PARON**, Chef de la division « conception de bâtiments performants » à la Direction Énergie-Environnement du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

Le séminaire Transition

Le Séminaire Transition est un événement clé pour aborder les enjeux de la transition écologique et améliorer l'action publique en matière d'environnement. Co-organisé par la Direction générale du Trésor et la Direction générale de l'Energie et du Climat, il se déroule chaque trimestre et réunit des experts de diverses disciplines.

Les séminaires visent à nourrir la réflexion prospective de l'administration sur les grands enjeux de la transition écologique, en explorant les tensions et arbitrages auxquels sont confrontées les politiques publiques¹.

Introduction

Cette sixième édition du séminaire, qui s'est consacré à l'adaptation de l'habitat aux vagues de chaleur, a été ouverte par Diane SIMIU, Directrice Générale du Climat, de l'Efficacité Energétique et de l'Air.

La Directrice ouvre la séance en soulignant le choix d'aborder un « sujet chaud à froid », faisant allusion aux débats caricaturaux observés cet été dans les médias entre partisans et opposants de la climatisation. Elle précise que l'objectif est de clarifier la position du ministère de la Transition écologique sur ce sujet.

Elle rappelle que l'adaptation constitue une priorité du Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) adopté en mars dernier. Oui, il est nécessaire de mieux rafraîchir les logements. Non, un déploiement massif et non encadré de la climatisation n'est pas une solution durable, car il risquerait de fragiliser le système énergétique et d'aggraver les îlots de chaleur urbains.

En France, plus de 4 millions de logements sont aujourd'hui considérés comme des passoires énergétiques. Ces logements deviennent rapidement des étuves lors des épisodes de chaleur, de plus en plus fréquents et intenses. Les quartiers populaires, déjà plus

exposés aux îlots de chaleur et à l'insécurité énergétique, en subissent particulièrement les effets, alors même qu'ils contribuent le moins aux émissions.

La Directrice rappelle que le risque de canicule a doublé en trente ans, causant chaque année entre 1 000 et 7 000 décès. Dans une France à +4°C d'ici 2100, le nombre de jours de canicule pourrait être multiplié par dix.

Le besoin de rafraîchissement est donc réel et pris en compte dans les modélisations de la PPE (Programmation pluriannuelle de l'énergie) et de la SNBC (Stratégie nationale bas-carbone), qui prévoient un déploiement raisonnable de la climatisation.

Un déploiement massif à court terme n'est pas soutenable pour trois raisons principales :

- Il serait incompatible avec les objectifs de sobriété énergétique ;
- Il pourrait fragiliser le système électrique, notamment en période de pointe estivale ;
- Il risquerait de doubler les émissions de gaz à effet de serre et d'aggraver les îlots de chaleur urbains, dont souffrent déjà près de 5 millions de personnes selon le Cerema.

La Directrice souligne toutefois que la climatisation est nécessaire, notamment pour les publics les plus vulnérables, et peut être compatible avec la neutralité carbone à condition de s'inscrire dans une approche globale. Celle-ci repose sur :

- la rénovation énergétique des bâtiments pour améliorer leur confort d'été ;
- le développement du froid renouvelable, notamment via les réseaux de froid, dont la PPE prévoit de doubler la quantité d'énergie livrée d'ici 2030 ;
- le recours à des technologies efficaces, telles que les pompes à chaleur

¹ Site web du Ministère de l'Economie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle, Energétique et Numérique.

- réversibles et les équipements conformes à la réglementation sur les gaz fluorés ;
- la promotion de comportements sobres, avec une température de consigne à 26°C.

C'est tout l'objet du programme « Adapt-Bati-Confort », porté par un consortium réunissant l'ADEME, le Cerema, le CSTB et plusieurs partenaires privés, et financé à hauteur de 9 millions d'euros par les certificats d'économies d'énergie (CEE). Ce programme vise à faire émerger 50 opérations d'adaptation de bâtiments existants, à former 500 collectivités, 3 000 acteurs du bâtiment, de l'immobilier et de l'aménagement, ainsi que 300 prescripteurs (architectes, bureaux d'études, etc.). À travers ce programme, le ministère affirme une ambition claire : faire du confort d'été un levier d'adaptation accessible à tous, sans renoncer à nos objectifs de sobriété et de neutralité carbone.

Déroulé du séminaire

Le séminaire s'est articulé en deux tables rondes, chacune déclinée en deux à trois axes, suivit par des questions de la salle.

1. Enjeux techniques, économiques, sociaux et environnementaux du confort d'été et de l'adaptation de l'habitat

- a. Le dilemme technique et environnemental : solutions passives vs solutions actives, solutions individuelles vs solutions collectives
- b. Les enjeux économiques et sociaux : vers une adaptation juste et efficace

2. Quelles politiques publiques pour favoriser l'adaptation du parc de logements aux vagues de chaleur ?

- a. Adapter les normes et les diagnostics
- b. Orienter les aides et les financements
- c. Améliorer la gouvernance et l'articulation des acteurs

1. Enjeux techniques, économiques, sociaux et environnementaux du confort d'été et de l'adaptation de l'habitat

- a. Le dilemme technique et environnemental : solutions passives vs solutions actives, solutions individuelles vs solutions collectives

Mme MAHFOUZ a introduit les échanges en abordant l'évolution des vagues de chaleur dans le contexte du changement climatique. Elle a interrogé les intervenants sur la manière dont l'exposition des Français et de leurs logements pourrait évoluer en l'absence d'action, ainsi que sur les éventuelles différences entre les régions.

Mme MUSY a présenté les principales tendances concernant l'évolution des vagues de chaleur à l'horizon 2050-2100 pour la France hexagonale. Elle a rappelé que, sans mesures d'adaptation, l'exposition des logements et des ménages augmenterait fortement dans les prochaines décennies.

À titre d'exemple, elle a évoqué une simulation réalisée pour un logement rénové par isolation thermique par l'extérieur (ITE) dans le centre de Lyon. Selon cette étude, avec des occupants pouvant recourir à la ventilation nocturne, à des protections solaires et à un ventilateur, le nombre de nuits d'inconfort thermique (température intérieure supérieure à 26 °C) atteindrait trois nuits consécutives à l'horizon 2050 dans le scénario climatique RCP 4.5. En revanche, si la ventilation nocturne ne peut pas être utilisée (par exemple en raison du bruit extérieur), ce chiffre grimperait à dix nuits.

Pour le scénario RCP 8.5, à l'horizon 2070-2099, le nombre de nuits d'inconfort atteindrait quatorze nuits, même dans les conditions les plus favorables.

Mme MUSY a enfin souligné que ces évolutions présentent des différences notables selon les régions, certaines étant particulièrement exposées en raison de leur climat, de la morphologie urbaine ou du niveau d'isolation du bâti.

La modératrice a ensuite introduit la question des solutions d'adaptation au niveau du logement, en invitant les intervenants à

présenter une typologie des approches existantes.

M. PARON a distingué trois grandes catégories de solutions pour améliorer le confort d'été dans les bâtiments.

Il a tout d'abord évoqué les **solutions passives**, qui visent à limiter les apports de chaleur et à améliorer le confort sans recours à la consommation énergétique. Parmi celles-ci figurent l'isolation, les protections mobiles, la végétalisation, la ventilation naturelle, les peintures réfléchissantes, les casquettes et les vitrages à contrôle solaire. Il a toutefois souligné que dans certains contextes, notamment en milieu urbain dense ou dans les zones les plus exposées, ces solutions ne suffisent plus à elles seules.

Il a ensuite présenté les **solutions dites "douces"**, qui nécessitent un recours limité à l'énergie. Celles-ci incluent les brasseurs d'air (principalement utilisés dans le sud de la France), le rafraîchissement évaporatif indirect, ou encore les puits climatiques (provençaux pour l'été, canadiens pour l'hiver). Ces dispositifs exploitent l'évaporation ou la température stable du sol pour rafraîchir l'air avant son entrée dans le bâtiment, tout en limitant la consommation énergétique.

Enfin, il a détaillé les **solutions actives**, reposant sur des dispositifs techniques tels que la climatisation ou les systèmes de refroidissement mécaniques. Il a notamment évoqué les pompes à chaleur (PAC) :

- les PAC air-air, moins coûteuses et plus simples à installer, mais plus bruyantes, émettrices de CO₂ et générant de la chaleur à proximité immédiate des bâtiments ;
- les PAC air-eau, plus onéreuses mais permettant d'isoler le compresseur et d'utiliser les réseaux d'eau pour diffuser le froid produit jusqu'aux émetteurs.

M. PARON a également insisté sur le potentiel des réseaux de froid, qui présentent l'avantage d'évacuer la chaleur à distance des bâtiments. Principalement développés dans le secteur tertiaire, ces réseaux devraient, selon lui, être massifiés et ouverts davantage au résidentiel pour accroître leur efficacité à l'échelle urbaine.

Mme MAHFOUZ a ensuite souligné que les enjeux d'adaptation diffèrent selon qu'il s'agit de bâtiments neufs ou anciens, et a interrogé les intervenants sur la position de la France à cet égard.

M. VAUTRIN a indiqué que la France dispose de l'un des meilleurs cadres réglementaires en Europe et au monde pour l'adaptation des logements neufs aux vagues de chaleur. Les codes de construction français intègrent des critères exigeants, à la fois en matière de consommation énergétique globale et de performance des éléments individuels, ainsi qu'un calcul dynamique du confort d'été et une valorisation des solutions passives.

Il a précisé que d'autres pays, comme l'Allemagne, disposent également de cadres performants — plus prescriptifs, avec des températures maximales définies et des exigences liées aux matériaux — tandis que la France priviliege un indicateur global de performance. En revanche, certaines réglementations nationales, comme en Espagne ou en Italie, ne traitent pas encore explicitement l'adaptation des logements aux vagues de chaleur.

M. VAUTRIN a rappelé que la **France reste un pays où les besoins énergétiques sont principalement liés au chauffage**, ce qui oriente la conception des codes de construction. À l'inverse, dans des pays où les besoins en refroidissement sont prédominants (tels que la Colombie, le Japon, la Corée ou certains États américains), le confort d'été constitue un critère central de performance, et les réglementations intègrent la performance des systèmes de climatisation, même si les mesures relatives à l'ombrage y sont parfois moins développées.

Enfin, il a rappelé qu'**environ 80 % des bâtiments qui existeront en 2050 sont déjà construits**, soulignant ainsi l'importance d'accélérer la rénovation du parc ancien. Si les efforts portent aujourd'hui surtout sur la réduction des besoins de chauffage, il est essentiel, selon lui, de profiter des rénovations énergétiques pour intégrer des mesures bénéfiques au confort d'été : protections

solaires, isolation des toitures, ou encore utilisation de matériaux réfléchissants.

b. Les enjeux économiques et sociaux : vers une adaptation juste et efficace

La modératrice a rappelé que l'enjeu de l'adaptation ne se limite pas au logement individuel, mais concerne également le niveau collectif, en particulier celui des villes. Elle a interrogé les intervenants sur les solutions envisageables à l'échelle des collectivités.

M. VIGUIE a souligné que la question prioritaire reste celle de la consommation énergétique hivernale, appelée à diminuer progressivement avec le réchauffement climatique, tandis que les enjeux liés à la précarité énergétique et à la création de microclimats urbains deviennent de plus en plus centraux.

Il a rappelé que l'impact sanitaire des canicules est fortement amplifié par l'effet d'îlot de chaleur urbain, provoquant des conséquences bien plus sévères que dans les zones rurales.

Face à ces constats, les villes disposent de leviers d'action importants, notamment à travers la végétalisation, qui par l'évapotranspiration contribue à abaisser les températures.

Mme MAHFOUZ a ensuite rappelé que les enjeux d'adaptation varient non seulement selon les territoires, mais aussi selon les individus, dont les besoins sont hétérogènes.

Mme MUSY a rappelé que les caractéristiques des foyers influencent fortement la manière dont la chaleur est ressentie et supportée. Une personne âgée, atteinte de difficultés respiratoires ou suivant un traitement contre l'hypertension, sera bien plus vulnérable face aux épisodes de chaleur.

Elle a cité à ce titre les travaux récents de Célia Sondaz, dont la thèse a suivi plusieurs personnes âgées pendant des périodes de canicule. Les résultats montrent que leur tolérance à la chaleur varie fortement en fonction de leur état de santé et de leurs traitements médicaux.

Mme Musy a souligné l'existence de fortes inégalités liées à la composition du foyer, au niveau d'isolement des personnes, à leurs moyens financiers et à leur statut d'occupation. La capacité à s'équiper en climatisation ou à installer des protections solaires (notamment entre propriétaires et locataires) crée de grandes disparités dans le confort thermique.

Elle a également observé une variabilité importante dans la perception de la chaleur : les personnes âgées, bien que particulièrement vulnérables, tendent à ne pas se déclarer incommodées, ce qui complique la prévention.

Par ailleurs, la perception de la chaleur varie fortement : les personnes âgées, bien que vulnérables, tendent à ne pas se déclarer incommodées, ce qui complique la prévention et l'accompagnement. De nombreux projets récents cherchent à mieux comprendre l'état thermique des logements lors des admissions à l'hôpital pendant les canicules, afin d'éclairer les mesures d'adaptation.

La modératrice a ensuite abordé la question de la climatisation, souvent présentée comme un exemple de maladaptation, c'est-à-dire de réponse apportant de nouveaux problèmes à long terme. Elle a proposé d'adopter d'abord une perspective globale, avant de revenir sur les enjeux spécifiques à la France.

M. VAUTRIN a expliqué que les critiques concernant la climatisation reposent sur deux types d'enjeux principaux :

1. La consommation énergétique globale

La consommation d'électricité pour le refroidissement dans le secteur résidentiel est aujourd'hui d'environ 1 000 TWh par an à l'échelle mondiale, et pourrait doubler d'ici 2035. Cette augmentation s'explique par plusieurs facteurs : le développement des économies émergentes (construction de nouveaux bâtiments et accès croissant à la climatisation), et le réchauffement climatique qui accentue les besoins de refroidissement.

Le problème est renforcé par le fait que les régions à forte consommation de climatisation utilisent souvent une électricité produite à partir

du charbon (notamment en Inde, Indonésie et Chine).

2. L'enjeu des pointes de consommation

Dans certaines zones, notamment au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, la climatisation conditionne directement le profil de consommation électrique. Sur les pics de consommation, la moitié de l'électricité consommée est utilisée pour la climatisation. Cette situation pose un problème de résilience énergétique lors des vagues de chaleur.

Sur le plan des impacts concrets, la climatisation constitue un levier majeur de consommation d'énergie et un facteur déterminant des pointes électriques. Cette forte demande accroît la pression sur les systèmes de production, complique les efforts de décarbonation et peut nécessiter des investissements supplémentaires dans des sources fossiles.

M. VAUTRIN a rappelé que les vagues de chaleur récentes, entre 2022 et 2024, ont illustré ce phénomène : elles ont contribué à la moitié de l'augmentation des émissions mondiales de CO₂ sur cette période, ainsi qu'à l'intégralité de la hausse de la consommation de charbon en 2024.

Mme MAHFOUZ a rappelé que, dans de nombreuses régions du monde, la chaleur et le recours à la climatisation jouent un rôle structurant dans le fonctionnement des systèmes électriques. Elle a toutefois souligné que la situation est différente en France, où la climatisation ne constitue pas un facteur déterminant de consommation énergétique.

M. VAUTRIN a précisé que la France ne fait actuellement face ni à un enjeu de consommation, ni à un enjeu de pointe électrique liés à la climatisation. En effet, les deux tiers de la consommation résidentielle concernent encore le chauffage, tandis que **la climatisation représente environ 1 % de la consommation du secteur.** Il a illustré cette différence en rappelant que les heating degree days (besoins de chauffage) sont vingt fois plus nombreux que les cooling degree days (besoins de refroidissement).

Sur le plan culturel, il a souligné que **la France se distingue par une forte culture de la sobriété énergétique**, souvent reconnue à l'international — le terme sobriété étant fréquemment associé à la France dans les discussions globales, un positionnement dont il estime que le pays peut être fier.

Il a toutefois noté l'émergence d'un nouvel usage énergétique, lié à la transition d'un pays historiquement orienté vers le chauffage vers la prise en compte croissante des besoins de refroidissement. Les cooling degree days ont doublé depuis la décennie 1990-2000, un phénomène également observé en Italie du Nord et en Allemagne. Ces pays, ainsi que quelques autres États d'Europe centrale, constituent selon lui des cas uniques au monde, confrontés à cette évolution rapide.

M. PARON a complété en soulignant que le ratio entre consommation énergétique et besoins réels n'est pas comparable selon les saisons : tous se chauffent en hiver, mais tout le monde ne se refroidit pas en été. En France, **la climatisation reste encore perçue comme un luxe**, contrairement au chauffage, qui n'a jamais été considéré comme tel.

Il a précisé que même lorsque la climatisation fonctionne avec une électricité peu émettrice de CO₂, le fluide frigorigène utilisé pour son fonctionnement possède un fort potentiel de réchauffement et perd ses gaz au fil du temps, contribuant ainsi à l'effet de serre.

Par ailleurs, la climatisation rejouit sur l'environnement urbain, renforçant les îlots de chaleur. Les systèmes air-air, par exemple, rejettent la chaleur à proximité immédiate des bâtiments. Une modélisation indique que, lors d'une canicule similaire à celle de 2003, maintenir tous les bâtiments parisiens à 23 °C pendant neuf jours pourrait augmenter la température de l'air jusqu'à +2,4 °C au petit matin, avec des pics localisés pouvant dépasser +3 °C.

Il a également évoqué les autres nuisances associées :

- **Sonores** : les unités extérieures génèrent du bruit, pouvant dépasser les seuils autorisés dans les centres denses, malgré les améliorations techniques (45 décibels atteignables) ;
- **Visuelles** : l'installation des groupes de climatisation modifie l'aspect architectural des façades, notamment dans les centres historiques, et peut donc poser des problèmes d'intégration patrimoniale.

Mme MUSY a présenté des simulations menées sur la ville de Lyon lors de la canicule de 2019. Elle a notamment évoqué un quartier récent composé de bâtiments conformes à la réglementation thermique 2012, dans lesquels les besoins en refroidissement apparaissent dès que la température dépasse 26°C. Elle a souligné que les rejets de chaleur à proximité des bâtiments contribuent à accroître les besoins intérieurs, tout en provoquant une dégradation des coefficients de performance, pourtant très élevés à l'origine (jusqu'à -10 %). Elle a également mentionné un scénario climatique à +2 à +3°C, fondé sur les travaux de Météo-France, portant sur l'impact d'une végétalisation de 75 % des espaces libres à Paris.

La modératrice a ensuite abordé les freins à l'adoption de solutions bas carbone, qu'elles soient actives ou passives, et a interrogé les intervenants sur les obstacles rencontrés.

M. VIGUIE est d'abord revenu sur la question des rejets de chaleur liés à la climatisation, en distinguant deux phénomènes distincts. D'une part, l'impact global de ces rejets sur l'augmentation des températures en ville ; d'autre part, un effet très local, avec des rejets pouvant atteindre entre 45 et 50°C. Il a souligné que cet effet local pouvait renforcer des inégalités, les foyers à faibles revenus étant souvent moins équipés et disposant de logements plus vulnérables (moins de fenêtres, moins d'isolation), sans qu'un encadrement

spécifique ne soit prévu par la loi, ce qui peut poser problème.

Il a ensuite évoqué les solutions actives et les freins à leur adoption, en insistant sur la notion de maladaptation, c'est-à-dire une réponse qui aggrave les effets du problème au lieu d'y remédier. Selon lui, **la climatisation n'est pas en soi une maladaptation, mais peut le devenir selon les conditions de sa mise en œuvre**, notamment si elle est utilisée comme unique réponse aux canicules sans prise en compte de ses effets secondaires.

Parmi les freins identifiés, M. VIGUIE a mentionné les difficultés similaires à celles rencontrées pour l'isolation thermique hivernale, notamment la mise en œuvre de politiques ambitieuses. L'isolation face à la chaleur repose largement sur des éléments extérieurs, les toits et fenêtres constituant les principales sources de gain thermique. Il a également évoqué les contraintes liées au patrimoine historique, rappelant qu'environ un tiers des travaux de rénovation seraient interdits par les Architectes des bâtiments de France, selon la Maire de Paris, du fait de leur localisation dans des zones patrimoniales protégées. Cette situation met en lumière une tension : celle du choix collectif entre préservation du patrimoine bâti et adaptation d'un héritage architectural conçu pour un climat qui n'est plus celui d'aujourd'hui.

Mme MUSY a souligné que les principaux obstacles à la mise en œuvre des solutions passives résident dans la compréhension et les pratiques des occupants. Des dispositifs comme la ventilation nocturne supposent en effet que les usagers sachent quand et comment les activer, et qu'ils anticipent leur usage. Cette nécessité de gestion constante peut être perçue comme une contrainte, car elle entre en tension avec nos modes de vie actuels, davantage fondés sur la spontanéité.

Elle a ainsi évoqué une **forme d'incompatibilité entre nos habitudes contemporaines et les exigences des solutions passives**, qui impliquent de réapprendre à gérer le temps et à renouer avec l'extérieur.

Mme MAHFOUZ a ensuite interrogé les intervenants sur l'état de l'art des analyses coûts-bénéfices des différentes solutions d'adaptation aux vagues de chaleur, en prenant en compte les coûts et bénéfices monétaires et non monétaires, ainsi que les impacts privés et sociaux.

M. VIGUIÉ a précisé que l'évaluation du coût des actions d'adaptation demeure un exercice complexe. Selon lui, les enjeux d'adaptation ne se limitent pas à des mesures isolées, mais relèvent d'une adaptation du système dans son ensemble. Il a illustré cette idée en expliquant que les effets négatifs de la climatisation dépendent fortement du mode de production de l'électricité : selon que celle-ci est plus ou moins décarbonée, l'impact global de la climatisation varie considérablement. Ainsi, l'évolution des systèmes électriques apparaît comme un facteur déterminant, et l'analyse des choix d'adaptation doit s'envisager à l'échelle nationale, en tenant compte des interdépendances entre les différents secteurs.

M. PARON a ensuite présenté les travaux menés au CSTB dans le cadre du projet ICARE sur le logement neuf, en insistant sur le fait que les résultats dépendent de l'état initial du bâtiment et des hypothèses utilisées (taux d'actualisation, inflation, etc.). Les enseignements principaux peuvent se synthétiser en trois catégories :

- Solutions passives : protections mobiles extérieures (stores, volets) offrant le meilleur ratio confort/coût, à combiner avec d'autres dispositifs ; ventilation naturelle efficace si les conditions météo et topographiques le permettent, mais dépend fortement des usages et contraintes (bruit, sécurité, pluie).
- Solutions douces : brasseurs d'air (efficaces, peu énergivores, mais nécessitent une hauteur sous plafond et peuvent générer des nuisances acoustiques), puits climatique (performant pour le renouvellement d'air, limité aux maisons individuelles, coût élevé), refroidissement évaporatif

indirect (efficace comme la climatisation mais dépend de l'eau disponible et implique des travaux d'installation coûteux).

- Solutions actives : pompes à chaleur air/air réversibles, offrant un confort élevé, mais avec un impact carbone supérieur à celui des PAC air/eau en raison des fluides frigorigènes utilisés.

Mme MAHFOUZ a ensuite interrogé les intervenants sur les perspectives d'innovation pour les solutions de rafraîchissement actives et passives.

M. VAUTRIN a indiqué que le domaine de la climatisation active présente des perspectives d'innovation intéressantes, avec un marché mondial très dynamique. Il a toutefois précisé qu'en France et en Europe, les climatiseurs commercialisés sont souvent moins performants que ceux vendus en Chine, où les fabricants proposent cinq niveaux de performance : les modèles les plus performants sont conservés pour le marché local, tandis que les versions moins efficaces sont exportées vers l'Europe, puis vers d'autres régions (Asie, États-Unis, Afrique).

M. PARON a ajouté plusieurs précisions sur les solutions existantes et les expérimentations en cours. Tout d'abord, les peintures réfléchissantes n'ont d'effet que si le bâtiment n'est pas déjà isolé. Elles nécessitent un entretien régulier, mais leur coût reste proche de celui d'une isolation classique. Selon lui, la priorité absolue reste l'isolation de la toiture, qui est à la fois très efficace et peu coûteuse.

Il a également évoqué plusieurs innovations : les rafraîchisseurs évaporatifs qui refroidissent l'air sans le réchauffer, les réseaux de froid, et l'expérimentation du couplage d'un brasseur d'air avec une pompe à chaleur. Le brasseur d'air diminue la température ressentie, ce qui permet de relever la consigne de climatisation, réduisant ainsi la consommation et l'usage de la climatisation.

M. PARON a finalement insisté sur le **rôle central du comportement des occupants**. Une campagne d'expérimentation menée à l'été

2023 sur 80 logements en France a montré que les occupants ne réalisaient pas les bons gestes environ deux tiers du temps, entraînant des écarts de température pouvant atteindre 10°C dans les mêmes bâtiments avec les mêmes solutions techniques. Cela souligne l'importance de sensibiliser et former les occupants, ainsi que de définir des températures de consigne communes pour optimiser l'efficacité des dispositifs.

La modératrice a finalement interrogé les intervenants sur les enjeux de justice sociale associés à l'adaptation des logements aux vagues de chaleur.

M. VIGUIÉ a rappelé l'existence **d'enjeux distributifs**, liés à la répartition des moyens et des risques entre les différents ménages. Les foyers à faibles revenus vivent souvent dans des logements plus petits et potentiellement moins bien isolés, ce qui les rend plus vulnérables à la chaleur. Il a également mis en avant les **enjeux comportementaux**, puisque la climatisation commence seulement à se développer dans le pays, ainsi que les inégalités géographiques : entre la métropole et les territoires d'outre-mer, mais aussi au sein de la métropole, où les conditions climatiques, l'isolation des bâtiments et les habitudes des habitants varient fortement.

Mme MUSY a souligné que, bien que la ventilation naturelle soit une solution possible, elle se heurte à des **contraintes contextuelles**. Par exemple, habiter sur un boulevard rend difficile le fait de dormir les fenêtres ouvertes en raison du bruit et de la pollution. De plus, les logements plus petits et moins chers, souvent situés en rez-de-chaussée et non traversants, exposent leurs occupants à ces mêmes nuisances, limitant l'efficacité des solutions passives.

Cette première table ronde s'est conclue par des questions de la salle.

Questions

La première question du public a porté sur une solution technique encore peu envisagée, à savoir celle des courants d'air traversants. Le participant a souligné qu'en

Espagne, où 70% des habitations sont collectives contre 32% en France, tous les immeubles disposent d'une cour intérieure. La question est donc de savoir si cette différence relève de choix architecturaux, de la réglementation des PLU (Plan Local d'Urbanisme) ou d'une simple méconnaissance des avantages d'une meilleure ventilation naturelle.

M. PARON a rappelé que **l'effet de la ventilation est aujourd'hui valorisé dans les outils réglementaires**, ce qui permet d'améliorer le confort d'été. Les architectes en ont conscience, mais aucune règle ne l'impose explicitement, alors qu'il s'agit d'un levier essentiel.

Mme MUSY a précisé que **la morphologie urbaine joue également un rôle** : la plupart des bâtiments s'alignent sur les boulevards, avec une épaisseur contrainte par le PLU (par exemple, 17 mètres à Nantes). Si les promoteurs limitent généralement cette épaisseur à 10-12 mètres, il serait possible d'y concevoir des logements traversants. Or, les logements non traversants se vendent mal, ce qui incite aujourd'hui à favoriser davantage les traversants grâce à des épaisseurs de bâtiments réduites.

La deuxième question du public a porté sur la solution du brasseur d'air. Il a été souligné que son intérêt ne se limite pas aux bâtiments non climatisés, mais s'étend également aux bâtiments climatisés. Une étude récente de l'Université de Berkeley à Singapour indique qu'un couplage brasseur d'air / climatisation pourrait permettre une réduction de 30 % de la consommation électrique. La principale contrainte reste la hauteur sous plafond, ce qui pose un enjeu pour une diffusion plus large de cette technologie très efficace.

Le participant a également abordé la question des gros froids dans les surfaces commerciales, qui ne peuvent plus fonctionner en conditions extrêmes et doivent arroser leurs échangeurs extérieurs pour continuer à fonctionner. Cela met en évidence un risque technique d'entretien et d'exploitation des installations lors de canicules extrêmes, soulignant la nécessité d'anticiper ces

situations et de rendre les bâtiments plus résilients.

M. PARON a souligné que **les brasseurs d'air constituent une solution simple et à fort impact potentiel à court terme**, regrettant qu'ils soient « passés de mode » en France alors qu'ils pourraient être largement déployés, notamment au-delà du sud où la RE2020 en prévoit déjà l'installation.

Mme MUSY a ajouté qu'une étude menée par l'Adaptation Institute a montré les **limites techniques de la climatisation face à des températures extrêmes**, rappelant l'exemple des États-Unis, où des pannes de systèmes de climatisation dans des EHPAD avaient entraîné de nombreux décès. Elle a insisté sur le fait qu'on ne peut pas compter uniquement sur la climatisation pour s'adapter.

M. VIGUIÉ a rappelé les trois types de maladaptation identifiés par le GIEC :

- 1) Celle qui accroît les émissions de gaz à effet de serre ;
- 2) Celle qui déplace le problème ailleurs, par exemple en rejetant de la chaleur à l'extérieur ;
- 3) Celle qui augmente la vulnérabilité à long terme en privilégiant des solutions de court terme.

Il a précisé que **la climatisation peut être un moyen efficace d'adaptation à condition que le réseau électrique soit stable et que les systèmes soient conçus pour résister aux fortes chaleurs**, ce qui n'est pas toujours le cas aujourd'hui.

Enfin, M. VAUTRIN a rappelé que dans certaines régions comme le Moyen-Orient, les systèmes de climatisation fonctionnent efficacement grâce à un dimensionnement et un réglage adaptés. Il a insisté sur **l'importance de la formation des installateurs** et sur les enjeux de compétence, non seulement pour l'été, mais aussi pour l'hiver, soulignant qu'une climatisation mal dimensionnée consomme davantage, comme l'a montré une étude récente de l'ADEME.

2. Quelles politiques publiques pour favoriser l'adaptation du parc de logements aux vagues de chaleur ?

a. Adapter les normes et les diagnostics

La seconde partie de la table ronde portait sur les instruments de politique publique à mobiliser pour favoriser l'adaptation des logements aux vagues de chaleur.

Mme Selma Mahfouz a introduit la discussion en soulignant la forte hétérogénéité des situations selon les types de logements, les profils des habitants et les contextes régionaux. Elle a invité les intervenants à préciser quels leviers privilégiés entre d'un côté les normes et réglementations, et de l'autre les aides et incitations.

M. Vautrin a souligné que l'Agence internationale de l'énergie (AIE) formule des recommandations à destination de pays ne disposant pas toujours de politiques établies en matière énergétique, notamment dans le secteur du bâtiment. Selon lui, une action efficace doit reposer sur trois leviers complémentaires.

- Le premier est **réglementaire** : il s'agit de définir des codes pour les bâtiments neufs, d'établir des objectifs et des standards minimaux de rénovation et d'efficacité énergétique, et de renforcer les réglementations, y compris celles portant sur les importations ou sur les performances des bâtiments sur le marché de seconde main.
- Le deuxième levier est **informatif**, à travers la diffusion des bonnes pratiques et la mise à disposition d'outils de sensibilisation. M. Vautrin a cité plusieurs exemples, tels que les campagnes de communication, les labels pour les équipements, le diagnostic de performance énergétique (DPE), ainsi que les initiatives européennes comme les One Stop Shops et les Renovation Passports.
- Enfin, le troisième levier repose sur **les aides**, qu'elles soient financières ou administratives, afin d'accompagner plus

efficacement les ménages et les acteurs concernés.

M. Vautrin a estimé que la France maîtrise déjà bien cette approche cohérente dans le domaine du chauffage. En revanche, il a insisté sur la nécessité d'anticiper la croissance des besoins en refroidissement et de construire une stratégie intégrée sur les trois volets, pour le bâti neuf comme pour l'existant, ainsi que pour la climatisation active appelée à se développer.

Mme MAHFOUZ a ensuite interrogé les intervenants sur l'adéquation des dispositifs actuels (tels que la RE2020, le diagnostic de performance énergétique (DPE), l'indicateur de confort d'été ou encore la définition du logement décent) avec les nouveaux défis climatiques, et sur les évolutions possibles à envisager.

M. PARON a expliqué que l'efficacité des politiques publiques dépend en grande partie de la qualité des réglementations en vigueur. Il a pris l'exemple du diagnostic de performance énergétique (DPE), dont l'indicateur de confort d'été est, selon lui, purement qualitatif. Cet outil repose sur une simple liste de leviers et de solutions technologiques connues pour améliorer le confort thermique, sans prendre en compte l'ensemble des paramètres réels. Or, le confort d'été dépend aussi de facteurs tels que la compacité du bâti, la taille et l'exposition des logements, ou encore la présence de protections solaires (fenêtres, volets, stores). Pour M. PARON, le DPE n'est donc pas un indicateur suffisamment fiable pour évaluer précisément la performance d'un logement face aux vagues de chaleur.

En revanche, il a estimé que la réglementation environnementale RE2020 repose sur une méthode de calcul plus adaptée, intégrant les principaux déterminants du confort. Elle se base aujourd'hui sur les conditions de la canicule de 2003 pour évaluer la résistance thermique des bâtiments, un choix pertinent selon lui, car ce

type d'événement est appelé à se répéter et représente bien les conditions futures sur la durée de vie d'un bâtiment (environ cinquante ans).

M. PARON a ajouté que des améliorations sont en cours de développement, à la suite d'un rapport de M. RIVATON² transmis aux ministères. Ces évolutions visent notamment à actualiser les fichiers météorologiques utilisés, à mieux régionaliser et localiser les données climatiques, voire à intégrer à terme des canicules propres à chaque territoire.

Il a également souligné une limite de la RE2020 : les calculs supposent un occupant « parfait », ce qui conduit à surestimer l'efficacité réelle des solutions. L'objectif réglementaire étant de comparer des dispositifs entre eux, il reste essentiel de vérifier que leur performance relative reste cohérente dans des conditions d'usage réelles.

Enfin, M. PARON a rappelé que les seuils actuels de la RE2020 sont trop contraignants dans certaines régions du Sud, mais insuffisamment exigeants ailleurs. Il a ainsi plaidé pour une révision de ces seuils, afin de mieux adapter les exigences aux contextes climatiques locaux et d'encourager le déploiement de solutions technologiques plus performantes.

Mme MUSY est revenue sur la question des indicateurs de confort, soulignant qu'il en existe une grande diversité pour évaluer la qualité thermique d'un bâtiment. Elle a cité plusieurs exemples : le nombre de degrés-heures (temps passé au-dessus d'un certain seuil de température), la température opérative qui prend en compte la vitesse de l'air, ou encore les normes de confort adaptatif, fondées sur les conditions climatiques des jours précédents et sur la réaction progressive des occupants à la chaleur ou au froid.

² Rapport d'évaluation de la réglementation environnementale 2020 (RE2020) confié en mars 2025 à M. RIVATON, président de Stonal afin d'analyser la soutenabilité de la trajectoire réglementaire fixée pour

2025, 2028 et 2031, en évaluant ses impacts sur le coût de construction, la production de logements et la qualité du bâti.

Mme MUSY a rappelé que la perception du confort thermique varie selon le moment de l'année : les premières vagues de chaleur ou de froid sont souvent ressenties plus fortement, avant que le corps ne s'adapte. Certains indicateurs plus complexes modélisent même la physiologie humaine, en intégrant la capacité du corps à évacuer la chaleur selon le rayonnement ou la circulation de l'air.

Elle a montré que, pour un même bâtiment et différents scénarios climatiques, le nombre d'heures d'inconfort calculé varie fortement selon l'indicateur utilisé, qu'il s'agisse du seuil de 28 °C le jour et 26 °C la nuit, ou d'autres approches comme le PET (Physiological Equivalent Temperature), plus couramment utilisé à l'international. L'impact d'un dispositif tel qu'un ventilateur, par exemple, ne se traduit pas de la même manière selon la méthode retenue.

Mme MUSY a insisté sur la nécessité de prendre en compte le ressenti réel des occupants, en questionnant les référentiels physiologiques utilisés dans les modèles de calcul. Elle a rappelé que les simulateurs reposent souvent sur le profil d'un homme de référence de 70 kg et 1,8 m² de surface corporelle, ce qui ne reflète pas la diversité des populations (femmes, enfants, personnes âgées ou en situation de handicap).

Enfin, elle a souligné que les indicateurs de confort devraient être différenciés selon la sensibilité des publics accueillis. Avec le confort adaptatif comme avec les degrés-heures, les marges d'appréciation varient : un même niveau de chaleur n'aura pas les mêmes effets selon les personnes concernées.

La modératrice a relevé les écarts importants entre les différents indicateurs de confort et a interrogé Mme MUSY sur les raisons pour lesquelles le confort adaptatif donne des résultats particulièrement faibles.

Mme MUSY a expliqué que ces différences tiennent principalement à la manière dont chaque indicateur prend en compte les mécanismes physiologiques du corps humain. Dans l'indicateur PET, le calcul repose sur un bilan thermique du corps, intégrant à la fois ses

caractéristiques physiques et les paramètres environnementaux, tels que la température et la vitesse de l'air.

À l'inverse, la température opérative produit un effet plus limité, car elle est soumise à des effets de seuil qui réduisent la sensibilité des résultats. Le confort adaptatif, quant à lui, prend très peu en compte ces dynamiques physiologiques. Dans le modèle PET, en revanche, les effets liés à l'évaporation (la transpiration) et à la convection (la perte de chaleur liée au vent) sont très puissants : dès qu'un flux d'air est présent, la sensation de fraîcheur augmente significativement.

Mme MUSY a conclu qu'il est essentiel de bien intégrer ces phénomènes dans les réglementations, notamment pour valoriser les dispositifs tels que les brasseurs d'air et les ventilateurs. Elle a insisté sur le fait que **la manière dont on mesure le confort thermique n'est en rien anodine**, car elle influence directement la reconnaissance et la promotion de certaines solutions techniques.

M. VAUTRIN a souligné un point de vigilance : au bout du compte, c'est le consommateur qui décide s'il souhaite ou non s'équiper d'un système de climatisation. Il a mis en garde contre le risque, déjà observé dans d'autres pays, d'une diffusion rapide de climatiseurs peu performants.

En France, ce scénario pourrait se reproduire si la demande en équipements de refroidissement continue d'augmenter sans encadrement. M. VAUTRIN a cité l'exemple de l'Allemagne, où la situation a déjà évolué très rapidement : alors que les chiffres officiels font état d'un taux de pénétration compris entre 2 et 5 %, les enquêtes menées directement auprès des ménages indiquent des niveaux bien plus élevés, autour de 13 % à 20 % en 2024.

Il a précisé que près de 70 % des climatiseurs utilisés en Allemagne sont des appareils portatifs, généralement moins efficaces sur le plan énergétique. Selon lui, la France doit anticiper ce risque de diffusion massive d'équipements énergivores.

Mme MAHFOUZ a ajouté que cette dynamique ne s'explique pas par une différence dans la nature des équipements disponibles, mais bien par l'évolution rapide des comportements des consommateurs face aux épisodes de chaleur.

La coordinatrice a ensuite interrogé les intervenants sur la capacité de la réglementation européenne F-gaz à résoudre durablement le problème des gaz à effet de serre non énergétiques émis par les climatiseurs, ainsi que sur les éventuels effets de bord susceptibles de survenir.

M. PARON est revenu sur les indicateurs de confort et sur la réglementation des fluides frigorigènes. Concernant la RE2020, il a précisé que l'indicateur utilisé n'est pas le simple DH28, car la réglementation corrige la température opérative pour mieux refléter le confort, notamment en tenant compte de la vitesse de l'air. Cette approche valorise correctement l'efficacité des brasseurs d'air, même si des recalages sont en cours pour éviter de les « survendre » en les présentant comme miraculeux.

Sur les fluides frigorigènes (F-gaz), M. PARON a expliqué que la réglementation vise à éliminer progressivement les gaz à fort pouvoir de réchauffement, notamment dans les pompes à chaleur, avec des jalons avant 2035. Historiquement, des fluides très polluants comme le R410A ont déjà été supprimés, et les PAC modernes utilisent principalement du R32, dont l'impact sur les gaz à effet de serre est trois fois moindre.

Les alternatives actuelles, comme le R290 (propane), présentent un impact quasi nul sur le climat mais sont hautement inflammables, ce qui limite leur utilisation, surtout pour les PAC air-air en intérieur. D'autres fluides moins inflammables existent, avec un impact GES légèrement supérieur mais toujours bien inférieur à celui des fluides historiques.

M. PARON a conclu que **l'enjeu technique principal reste la sécurité et la conception des équipements**, et que la réduction de l'impact carbone des fluides est quasi assurée. L'attention se porte désormais sur la fabrication

des PAC et la consommation d'énergie, même décarbonée, ainsi que sur certaines pollutions intermédiaires, comme les PFAS générés par les PAC air-air.

M. VIGUIÉ a souligné que, du point de vue des politiques publiques, les fluides contenus dans les climatiseurs représentent un enjeu majeur. Selon l'ADEME, en France, **les émissions liées aux gaz des climatiseurs sont deux fois plus importantes que celles liées à leur consommation électrique**, compte tenu de la forte décarbonation du mix énergétique. Il a insisté sur la nécessité de recourir à des gaz efficaces, non inflammables, non toxiques et économiquement accessibles.

M. VIGUIÉ a également rappelé l'importance de réglementations robustes concernant l'installation et le retrait des climatiseurs, afin de garantir que les techniciens recyclent correctement les gaz. Si de telles règles existent pour les gros climatiseurs, elles sont quasi inexistantes pour les appareils mobiles, qui peuvent être achetés puis jetés sans contrôle.

Enfin, il a pointé un autre manque : **l'absence de suivi des ventes de climatiseurs en France**, ce qui rend difficile l'évaluation du taux de diffusion des climatiseurs mobiles. Selon lui, ces lacunes représentent des axes prioritaires d'action pour les pouvoirs publics.

Mme MAHFOUZ a interrogé les intervenants sur les moyens de lever les freins à l'adoption des solutions passives d'adaptation aux vagues de chaleur.

Mme MUSY a souligné qu'il est essentiel de promouvoir ces solutions en mettant en avant leur efficacité. Elle a ajouté que les architectes bénéficient de plus en plus de formations sur un certain nombre de dispositifs adaptés, et que la formation des promoteurs constitue également un levier important. Selon elle, ces actions doivent venir en complément de la réglementation pour encourager leur déploiement.

M. PARON a indiqué que les Architectes de France proposent, dans le cadre des travaux d'adaptation, de faire de l'architecte un avis consultatif, ce qui lui paraît aller dans le bon

sens. Il a suggéré d'examiner également les règles traditionnelles de copropriété, soulignant que certaines procédures pourraient être simplifiées pour accélérer les travaux, à l'image du vote actuellement nécessaire pour l'installation de stores.

Il a également évoqué un frein réglementaire lié au DPE, notant que la valeur verte des logements n'a réellement émergé qu'à partir du moment où le DPE a conduit à interdire certains biens à la location.

Mme MAHFOUZ a interrogé les intervenants sur l'opportunité d'encourager ou de freiner le déploiement des pompes à chaleur (PAC) réversibles, en s'interrogeant sur leur impact potentiel sur le développement des solutions passives et sur le risque d'effet rebond.

M. PARON a rappelé qu'**une pompe à chaleur ne fonctionne pas efficacement si les solutions passives n'ont pas été mises en œuvre au préalable**. Il a souligné que, même si le recours à la pompe à chaleur restera nécessaire, il convient d'en limiter l'usage au maximum grâce à des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique.

M. VAUTRIN a évoqué la possibilité de financer l'achat de climatiseurs plus efficaces, à condition qu'ils soient accompagnés de gestes de protection solaire et que ce financement conduise à une réduction de l'usage des moyens conventionnels de chauffage.

Il a cité l'exemple des États-Unis et du Canada, où le système de chauffage est largement décarboné grâce à l'usage massif de pompes à chaleur air-air, malgré le fait que ces pays ne soient pas réputés pour leur sobriété énergétique.

Il a toutefois souligné que cela pose une question d'usage combiné : si l'on finance ces équipements, les ménages vont-ils substituer la pompe à chaleur à un chauffage au gaz, ce qui serait positif, ou utiliser les deux systèmes, ce qui risquerait d'annuler les bénéfices environnementaux ?

Il a également soulevé la question d'un éventuel effet rebond : ces équipements pourraient conduire à une augmentation de la consommation énergétique en été, mais les études sur ce sujet restent limitées. Selon lui, même avec un effet rebond, **la priorité en France demeure la décarbonation du chauffage**, et si celle-ci passe par un usage accru des pompes à chaleur air-air, cela pourrait rester bénéfique globalement.

Il a complété en précisant que les pompes à chaleur air-eau sont plus coûteuses mais plus performantes, et qu'elles permettent de couvrir à la fois les besoins de chauffage et de refroidissement, tant que les besoins de froid restent modérés.

La répartition des types de pompes à chaleur varie selon les pays :

- En Allemagne, les pompes à chaleur air-eau sont plus adaptées, car les besoins de chauffage y sont beaucoup plus importants que ceux de refroidissement.
- À l'inverse, au Japon et aux États-Unis, où les besoins en chaud et en froid sont plus équilibrés, l'usage des pompes à chaleur air-air est prépondérant. Il a également noté que ce choix est influencé par le niveau d'humidité de l'air en été, facteur déterminant pour le confort et la performance des systèmes.

Selon M. VIGUIE, une autre manière de formuler la question consiste à **considérer comme objectif de politique publique la réduction du besoin global de climatisation**, tout en veillant à ce que, lorsque la climatisation est nécessaire, ce besoin reste le plus faible possible. Le risque serait de favoriser le développement de la climatisation sans mettre en œuvre les mesures complémentaires (telles que la conception bioclimatique, l'isolation ou la protection solaire) qui permettraient justement d'en limiter la dépendance.

b. Orienter les aides et les financements

Mme MAHFOUZ a interrogé les intervenants sur le caractère suffisamment incitatif des aides existantes pour encourager le déploiement de solutions de confort d'été passives, compte tenu de leurs coûts et bénéfices socio-économiques. Elle a également soulevé la question de l'opportunité d'intégrer plus explicitement les "gestes d'été" (protections solaires, occultations, végétalisation, etc.) dans les parcours de rénovation accompagnés par la puissance publique, tout en tenant compte de la contrainte pesant sur les finances publiques.

M. VAUTRIN a évoqué la possibilité de s'inspirer d'autres systèmes d'aides centrés sur l'efficacité énergétique des équipements. En Chine, face à une forte demande de refroidissement ayant entraîné un pic de consommation de charbon, les autorités ont mis en place un programme de "trade-in" permettant aux ménages de rendre leurs climatiseurs peu performants pour en acheter de nouveaux plus efficaces (de classe 1 ou 2). Ce dispositif, doté d'un budget de 44 milliards de dollars, a permis de faire passer la part de marché des climatiseurs les plus performants de 50 % à 70 %, entraînant une réduction de 5 % de la consommation liée au refroidissement et une économie d'un milliard de dollars sur les factures d'électricité.

La modératrice a interrogé les intervenants sur les incitations économiques pertinentes pour les ménages équipés en climatisation, afin de minimiser les émissions de GES liées à la consommation électrique.

M. VAUTRIN a rappelé qu'en été, l'électricité est en général peu carbonée en France, grâce au nucléaire, au solaire et à une demande globale plus faible. Il a toutefois précisé que l'année 2024 a fait exception, avec des pics de climatisation en début de soirée ayant conduit les centrales à gaz à fonctionner à plein régime en Europe, rendant ainsi la climatisation plus carbonée à ces moments-là.

Il a souligné le sujet de la flexibilité de la consommation, citant l'exemple des États-Unis, où des agrégateurs permettent de choisir à quel

moment une maison est chauffée ou refroidie, et celui des pays nordiques, où les prix horaires de l'électricité, couplés à des équipements intelligents, incitent à consommer au moment le plus opportun. De telles pratiques pourraient, selon lui, être développées en France afin de réduire les émissions liées à la climatisation en été et au chauffage en hiver.

Il a également évoqué la possibilité d'introduire des contraintes d'opération, par exemple fixer une température minimale de consigne à 26°C pour les climatiseurs, comme cela se fait ou se discute ailleurs — notamment en Inde, où les autorités réfléchissent à imposer un minimum de 20 à 22°C pour limiter les pics de demande et la dépendance au charbon.

Enfin, il a tenu à nuancer l'intérêt des prix horaires, rappelant que la crise énergétique de 2022 a montré leurs effets négatifs sur les ménages, en raison de fortes hausses de prix ponctuelles difficiles à absorber.

Mme MUSY a souligné la nécessité d'être vigilants quant à la régulation des consommations par le marché, car ce type de mécanisme peut entraîner des **inégalités sociales**, en favorisant les ménages capables de s'adapter aux signaux de prix au détriment des plus vulnérables.

c. Améliorer la gouvernance et l'articulation des acteurs

Mme MAHFOUZ a interrogé les intervenants sur l'articulation entre les politiques de confort d'été et les politiques d'urbanisme, ainsi que sur les évolutions nécessaires de ces dernières.

Selon M. VIGUIÉ, l'adaptation aux fortes chaleurs peut être envisagée à différentes échelles : celle des individus, des logements et des villes. Il souligne que la végétalisation urbaine constitue une solution intéressante, non pour son potentiel absolu, mais parce qu'elle est largement acceptée par la population et qu'elle présente de nombreux effets positifs secondaires. Elle contribue notamment à l'amélioration des écosystèmes, à la santé (y compris la santé mentale), comme le montrent

plusieurs études, et plus largement aux services écosystémiques urbains.

Il identifie également un **enjeu majeur autour du patrimoine historique et de la réglementation des bâtiments anciens**. Selon lui, il serait pertinent d'ouvrir le débat sur un éventuel assouplissement des règles, afin de favoriser le confort d'été, comme cela a pu être fait dans d'autres domaines. Une évolution de la doctrine pourrait ainsi permettre de mieux concilier préservation du patrimoine et adaptation climatique.

Mme MUSY affirme qu'il est possible de **conjuguer adaptation et atténuation des effets du changement climatique**. Les deux approches peuvent être menées simultanément, notamment grâce aux effets circulaires générés par la création d'un environnement urbain favorable aux solutions passives et contribuant à l'amélioration du cadre de vie.

Elle souligne également un lien étroit entre adaptation urbaine et mobilités, rappelant qu'à l'heure actuelle, le bruit en ville provient majoritairement des transports.

M. VIGUIÉ revient sur deux points essentiels.

D'une part, il rappelle que la végétalisation urbaine n'est pas une solution magique : pour en tirer pleinement les bénéfices (ce que l'on appelle l'ingénierie écologique), il faut des choix réfléchis concernant les types de plantes, leurs modes d'implantation (toitures végétalisées, végétation au sol, plantations rasantes, etc.) et leur entretien.

D'autre part, il insiste sur la question de l'espace disponible au sol, souvent limité dans les villes françaises, où une grande part de l'espace public est consacrée à la circulation et au stationnement automobile. À Paris, par exemple, une voiture garée devant un immeuble occupe à elle seule une surface équivalente à celle d'un logement. Selon lui, la végétalisation urbaine ne peut donc être pensée qu'en articulation avec une politique de mobilité ambitieuse, car elle dépasse largement le seul champ de l'urbanisme.

En conclusion, Mme MAHFOUZ a demandé aux intervenants de retenir une mesure clé à porter à l'issue du séminaire.

M. PARON insiste sur la **nécessité de pousser les "mesures sans regret"**, c'est-à-dire celles qui apportent des bénéfices quel que soit le scénario climatique. Selon lui, si de bonnes politiques publiques parviennent à encourager l'installation d'équipements performants, comme les pompes à chaleur réversibles, c'est une excellente chose. Mais même en cas d'échec, les besoins resteront réduits grâce à une meilleure conception des bâtiments : au pire, certains recourront à des climatiseurs individuels, mais avec une consommation moindre, et d'autres n'en auront plus besoin du tout.

Il souligne l'importance d'inciter à l'amélioration des gestes et des pratiques d'adaptation dans le bâtiment, alors qu'aujourd'hui les politiques restent majoritairement centrées sur l'atténuation. L'objectif doit être de réduire au maximum les besoins énergétiques du parc existant, notamment en conditionnant les aides à l'installation de pompes à chaleur à la performance thermique du bâti ancien – une exigence déjà en place dans le neuf.

M. VAUTRIN souligne que les besoins de froid vont fortement augmenter dans les années à venir. Si l'action publique n'évolue pas suffisamment rapidement, il existe un **risque de verrouillage technologique** (lock-in), c'est-à-dire que les ménages s'équipent massivement en climatiseurs peu performants.

Il rappelle que l'adaptation ne peut pas reposer uniquement sur les solutions passives : il faut également penser les solutions actives et accompagner les consommateurs afin de créer une synergie entre chauffage et refroidissement, notamment lorsque des gains d'efficacité significatifs peuvent être obtenus.

Ces solutions actives doivent cependant être encadrées sur le plan réglementaire, à la fois en matière de performance énergétique des équipements et d'usage, par exemple à travers des plages de flexibilité ou des températures de consigne minimales.

M. VIGUIÉ rappelle qu'à l'heure actuelle, **la France dispose encore d'une marge de manœuvre dans le choix de sa trajectoire d'équipement**, puisque le taux de climatisation reste faible. Cela permet encore de définir les orientations en matière d'équipement des ménages. Toutefois, cette fenêtre d'action ne durera pas indéfiniment : une fois les systèmes achetés et installés, il deviendra difficile de faire évoluer le parc, en raison d'un effet de verrouillage technologique (lock-in).

Il souligne ensuite que la climatisation doit être pensée comme un élément parmi d'autres d'une stratégie globale d'isolation et d'adaptation des bâtiments à la chaleur. Si la climatisation présente de nombreux effets négatifs, l'enjeu est de concevoir une stratégie intégrée qui permette de limiter ces externalités.

Enfin, M. VIGUIÉ attire l'attention sur le risque de perception dans l'opinion publique. Certains discours politiques récents, proposant par exemple de subventionner massivement la climatisation, montrent la difficulté à trouver un équilibre entre efficacité technique et acceptabilité sociale. Selon lui, il ne faut pas donner l'impression que l'action publique se résume à contraindre les ménages ou à interdire l'usage d'un équipement perçu comme efficace. La manière de communiquer sur ces choix joue donc un rôle déterminant : il s'agit de ne pas laisser penser qu'il existerait une solution simple et que les pouvoirs publics choisirraient délibérément de ne pas la retenir.

Enfin, Mme MUSY met en avant deux points principaux.

Elle souligne d'abord **l'importance de miser sur les solutions passives**, qui sont souvent simples et efficaces à mettre en œuvre. Toutefois, elle met en garde contre une **approche qui se limiterait à la performance intrinsèque du bâtiment**, sans prendre en compte les comportements et les capacités des occupants.

Selon elle, il existe un risque sanitaire réel dans certains bâtiments reposant exclusivement sur des dispositifs passifs, notamment lorsque l'occupant n'a pas les moyens physiques,

économiques ou cognitifs d'adopter les gestes d'adaptation attendus. Ce point est particulièrement crucial pour les personnes sensibles ou vulnérables.

Questions

La première question portait sur l'impensé des transports routiers dans la ville et sur la manière dont est prise en compte l'influence des solutions passives sur l'îlot de chaleur urbain.

Mme MUSY indique que l'effet de l'îlot de chaleur urbain a été étudié dans la thèse du CSTB portant sur la ville de Nice. Cette étude, qui portait sur la ventilation nocturne et l'évacuation de la chaleur des bâtiments vers l'extérieur, montre que l'impact est très faible.

M. PARON ajoute que cette approche est d'autant plus limitée qu'elle intervient en dehors des périodes de chauffage actif. Il précise que, contrairement à la climatisation ou à une pompe à chaleur (PAC) qui émet et extrait de la chaleur de manière intense et localisée, le rafraîchissement naturel n'a pas le même pouvoir effectif.

Concernant la question du bruit automobile, il rappelle qu'une voiture électrique produit un niveau sonore similaire à une voiture thermique dès que la vitesse dépasse 30 km/h, en raison du frottement des roues sur la route. La seule manière de réduire significativement le bruit reste donc de diminuer le nombre de véhicules en ville ou de limiter leur vitesse à moins de 30 km/h.

La deuxième question portait sur les dispositifs d'aides à l'adaptation. La participante a indiqué qu'il existe peu de soutien, principalement parce que les dispositifs actuels sont axés sur les économies d'énergie en hiver.

Aujourd'hui, le parc de bâtiments en France est considéré comme peu climatisé, notamment parce que seuls les bâtiments équipés de systèmes fixes sont pris en compte. Il a été suggéré de s'inspirer de l'approche de la RER 2020, qui intègre les consommations fictives de climatisation (c'est-à-dire en tenant compte d'un

système qui pourrait être installé a posteriori) dans les calculs énergétiques, afin de mieux valoriser les solutions passives dans les dispositifs d'aides.

M. PARON estime que l'idée est intéressante, mais souligne que cela suppose que la méthode de calcul du DPE permette d'évaluer le confort d'été de manière quantifiable.

La troisième question portait sur l'ouverture des fenêtres comme solution simple et accessible pour se rafraîchir. La participante a souligné qu'il fallait également tenir compte de l'aspect sécuritaire, car n'importe qui peut entrer dans l'appartement la nuit.

Le deuxième point concernait les pompes à chaleur. À titre d'exemple, au Royaume-Uni, l'objectif est d'installer 100 000 PAC par an d'ici 2028, avec un soutien financier massif de l'État, mais seulement 72 000 ont été installées l'année dernière. Cela montre que le financement seul ne suffit pas à atteindre les objectifs.

M. PARON a précisé qu'aujourd'hui, le problème ne résidait pas tant dans le financement (il existait de nombreuses aides) mais plutôt dans la disponibilité des matériaux et des artisans. Il a souligné qu'il existait donc d'autres obstacles structurels : si l'on avait voulu que tous les ménages s'équipent de climatisation immédiatement, cela aurait été impossible, car il n'y aurait pas eu assez de systèmes disponibles pour répondre à la demande.

M. Vautrin a indiqué qu'il existait un important enjeu de perception au Royaume-Uni, où le parc immobilier est parmi les plus anciens d'Europe. Il a souligné qu'il restait difficile de convaincre que les pompes à chaleur peuvent fonctionner efficacement dans des bâtiments anciens. Néanmoins, les dispositifs d'aide ont porté leurs fruits : les ventes de PAC ont été bien plus élevées l'an dernier que les années précédentes.

La quatrième question portait sur le désalignement des intérêts entre propriétaires et locataires, sachant que 40 % des Français sont locataires, ce qui constitue un frein à lever en matière de travaux de rénovation énergétique et d'installation de

pompes à chaleur. La Commission européenne travaille actuellement sur un programme de leasing pour l'installation de PAC ; il a été demandé si un tel dispositif existait déjà dans d'autres pays.

M. Paron a souligné que la question de l'alignement d'intérêts entre locataires et propriétaires se posait dans les mêmes termes que pour la rénovation énergétique en général : les propriétaires supportent le coût des travaux, tandis que les locataires en perçoivent les bénéfices via la baisse des factures d'énergie, ce qui constitue un frein structurel bien connu.

La cinquième question portait sur la ventilation dans les logements, notamment les appartements traversants. Il a été relevé que la ventilation mécanique globale des bâtiments est peu évoquée, alors qu'elle constitue un levier intéressant. Dans le tertiaire, des travaux sont menés, notamment dans les écoles, pour favoriser la surventilation nocturne. Ce type de démarche pourrait également être appliquée au logement.

Il a par ailleurs été rappelé qu'il faut considérer l'ensemble des aléas de manière globale. La nature en ville peut avoir un impact sur le retrait-gonflement des argiles et sur la gestion de l'eau. Planter des arbres est généralement perçu positivement, mais cela doit se faire avec une bonne connaissance des conséquences. Dans le Midi, certains arbres provoquent par exemple des déformations importantes des structures, le RGA ayant des effets directs sur la stabilité des bâtiments.

Mme MUSY a souligné qu'au moment des vagues de chaleur, on observe également des pics d'ozone, ce qui pose la question du lien entre qualité de l'air et stratégie de protection du logement face à la chaleur. Fermer les logements en journée, notamment lorsqu'ils sont occupés, peut engendrer des problèmes de qualité de l'air intérieur. Elle s'interroge sur la pertinence de la surventilation nocturne, qui pourrait ne pas suffire. Les premières études sur le lien entre vagues de chaleur et qualité de l'air commencent à émerger, mais les résultats restent encore limités à ce stade.

M. Paron a expliqué que la surventilation nocturne est peu abordée pour le logement, car on part du principe que les occupants peuvent eux-mêmes ouvrir les fenêtres la nuit. Cependant, dans certains contextes, cela n'est pas toujours possible en raison du bruit, des moustiques ou de problèmes de sécurité. Il a reconnu que ces contraintes sont similaires à celles rencontrées dans le tertiaire et a estimé que la surventilation nocturne constitue malgré tout une piste à explorer.

La sixième question portait sur la méconnaissance du taux d'équipement en climatisation en France. Il a été rappelé que certaines tendances permettent néanmoins d'en avoir une idée : les ventes de climatiseurs mobiles sont très sensibles aux vagues de chaleur. Lors de ces épisodes, les achats connaissent un pic quasi équivalent aux volumes de ventes de climatiseurs fixes (de type air-air, monobloc ou split), ce qui contribue à une progression rapide du taux d'équipement. La question a donc été posée sur l'enjeu d'orienter ce marché vers des équipements plus performants, et sur l'existence éventuelle d'expérimentations de systèmes de bonus-malus dans d'autres pays.

Une autre question du participant portait sur la nécessité d'adopter une approche globale liant chauffage, décarbonation et climatisation efficace. L'enjeu serait notamment de favoriser, dans le neuf comme dans l'ancien, des émetteurs compatibles avec une production de froid performante. Des pistes ont été évoquées, telles que l'installation de ventilo-convecteurs équipés de batteries permettant à la fois le chauffage et le rafraîchissement, en lien avec des pompes à chaleur air-eau ou des systèmes géothermiques.

M. VAUTRIN a confirmé que des dispositifs d'aide existent pour les pompes à chaleur air-air, notamment en Chine, mais aussi dans d'autres pays. Il a souligné que la thermosensibilité des ventes de climatiseurs constitue un indicateur clé pour comprendre les dynamiques du marché et l'évolution des taux d'équipement, en particulier dans un contexte de vagues de chaleur plus fréquentes. Selon lui, la mise en

place d'aides financières permettrait de mieux encadrer ces dynamiques, en lissant les ventes et en orientant le marché vers des équipements plus performants.

M. PARON a précisé que la question des émetteurs est particulièrement importante dans l'existant. Dans le neuf, il est pertinent d'installer une pompe à chaleur pensée pour un double, voire triple service, mais dans les bâtiments existants, la présence de réseaux d'eau et de radiateurs pose des défis spécifiques. Il a souligné l'intérêt de valoriser ces installations, d'autant que cela limite les nuisances sur les façades : remplacer une chaudière par une PAC reste une opération relativement simple.

Le CSTB mène actuellement, avec EDF, un projet de recherche intitulé STAR sur ce sujet. L'objectif est d'étudier comment réutiliser les équipements existants pour les adapter à des PAC air-eau capables d'assurer à la fois le chauffage et le rafraîchissement. Les premiers constats montrent que, bien que la PAC fonctionne à une température plus basse, cela n'est pas forcément problématique si le bâtiment a été préalablement isolé. Pour le froid, il s'agit de trouver des PAC fonctionnant à des températures plus élevées, permettant un rafraîchissement efficace sans entraîner de surconsommation liée à des consignes trop basses.

M. PARON a insisté sur le potentiel de cette approche pour recycler un grand nombre de bâtiments anciens. Le principal frein reste la complexité technique : il faut calibrer précisément les températures de fonctionnement. Il a également souligné l'intérêt des réseaux de froid, qui fonctionnent à environ 15 °C : cela ne crée pas une surface rayonnante, mais assure un rafraîchissement satisfaisant. Des expérimentations sont en cours pour évaluer la performance de systèmes plus actifs dans ce cadre.

La dernière question portait sur la proposition de loi déposée à l'Assemblée nationale avant l'été, visant à adapter les logements aux fortes chaleurs et à protéger leurs occupants. La participante a souligné l'importance de cette initiative pour réduire les

inégalités entre les occupants de "logements bouilloirs", qui nécessitent une action à la fois législative, réglementaire et budgétaire. Sans intervention publique, les ménages les plus modestes ou les moins protégés resteront les plus exposés.

Cette proposition de loi, soutenue par 150 députés de manière transpartisane, vise à mieux orienter les politiques publiques et à lever plusieurs obstacles identifiés :

- la rigidité de certains avis d'architectes des Bâtiments de France (ABF) ;
- les dérogations nécessaires aux PLU ;
- les blocages rencontrés dans les copropriétés.

Le texte intègre également la question de la chaleur excessive dans la définition de la précarité énergétique, jusque-là centrée sur le froid. Il propose d'instaurer un service minimum d'électricité tout au long de l'année afin de garantir les besoins de refroidissement en été. Il inclut aussi le confort d'été dans la définition d'une rénovation globale, afin que tous les postes de travaux soient pris en compte.

La proposition prévoit d'inscrire un indicateur de confort d'été (même imparfait) dans toutes les annonces immobilières, à la vente comme à la location, pour sensibiliser le public et mieux classer les bâtiments selon une norme objective et fiable, base d'une politique cohérente et d'une bonne orientation des aides.

Elle crée également un droit pour les locataires de demander à leurs bailleurs l'installation de protections solaires et de brasseurs d'air, dès lors que ces besoins sont avérés. La participante a rappelé que la mise en œuvre de ces mesures nécessitera des aides financières et la formation d'une chaîne d'acteurs locaux, encore insuffisante aujourd'hui pour assurer un déploiement effectif.

Enfin, selon une estimation de l'ex-Fondation Abbé Pierre, il faudrait augmenter d'un milliard d'euros par an le budget public pour équiper l'ensemble du parc de logements en brasseurs d'air et protections solaires, ainsi que 110 millions d'euros supplémentaires pour le parc

HLM, particulièrement exposé en raison de sa connexion aux réseaux de chaleur. Elle a regretté que le projet de loi de finances pour 2026 prévoie au contraire une baisse du budget de l'État, ce qui va à rebours de ces besoins.

Conclusion

Le séminaire s'est conclu par l'intervention de Dorothee ROUZET, Cheffe économiste à la Direction générale du Trésor.

Mme ROUZET a d'abord rappelé que, bien que cette séance se tienne en octobre, le sujet reste pleinement d'actualité : la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur augmentent chaque année. Il s'agit d'un **enjeu à la fois technique, économique, social et financier**.

Elle a retenu plusieurs enseignements clés. D'abord, la **diversité des solutions disponibles** (passives, douces ou actives) montre qu'il existe de nombreuses pistes d'action, y compris à coût modéré, permettant d'améliorer le confort d'été. Cependant, le faible déploiement des solutions passives et douces appelle à mieux comprendre les freins comportementaux : bruit, sécurité, moustiques, manque d'information ou d'habitude. Ces comportements doivent être analysés à l'échelle de l'environnement urbain, qui concentre aussi les enjeux liés aux îlots de chaleur.

Mme ROUZET a également insisté sur les freins réglementaires, notamment patrimoniaux, ou liés à certaines copropriétés, qui peuvent limiter l'isolation par l'extérieur ou la végétalisation. Elle a rappelé **l'importance d'une attention particulière aux populations les plus vulnérables**, souvent les premières victimes des îlots de chaleur urbains.

Elle a salué l'éclairage international apporté par l'AIE sur les enjeux électriques, en rappelant que la hausse de la demande d'électricité liée à la climatisation est inévitable. Il convient donc non seulement de gérer cette hausse, mais aussi de développer des dispositifs de pilotage intelligent de la demande, en s'inspirant des bonnes pratiques observées à l'étranger.

Mme ROUZET a souligné le **caractère transversal de la question de la climatisation**

: si sa demande croît fortement, elle présente des risques de maladaptation et de locks-in, tout en demeurant indispensable pour certaines populations vulnérables. Elle a appelé à **envisager la climatisation comme un complément à la panoplie des solutions passives**, et à accorder une attention particulière à la performance énergétique des appareils, notamment face à la montée en puissance des climatiseurs mobiles, souvent moins efficaces.

En conclusion, elle a indiqué que ces réflexions nourrissent les travaux menés par la DG Trésor, notamment dans le cadre du budget vert, afin de renforcer la cotation des dépenses publiques en matière d'adaptation. **L'objectif est de garantir que les politiques publiques contribuent effectivement à la résilience collective face au réchauffement climatique**, en cohérence avec le troisième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Il s'agit enfin de veiller à ce que les aides publiques orientent les choix des ménages et des territoires vers des solutions pertinentes, économies en ressources et socialement équitables.

Elle a conclu en remerciant à nouveau l'ensemble des participants pour la richesse des échanges.

Pour toute information complémentaire,
consultez le site de la DG Trésor.