

## **Le nouveau régime thermique des gares : Comment la chaleur perturbe et recompose les pratiques et les modèles de la résilience infrastructurelle**

### **Introduction**

La chaleur constitue un problème émergent pour les gestionnaires (et aussi les usagers) des gares. En s'intéressant à la manière dont elles fonctionnent aujourd'hui dans des situations de canicule, on s'interroge sur la façon dont leurs responsables prennent la mesure des défis et organisent des réponses. L'enquête est positionnée à l'articulation de deux champs disciplinaires.

D'un côté, la température croissante qui sévit dans les gares pose la question de son origine, de sa mesure, des manières d'en limiter les effets nocifs (Zimmerman et al. 2022). Le transport ferré nécessite des équipements qui consomment beaucoup d'énergie et qui produisent de la chaleur. Par conséquent, une gare constitue une sorte d'îlot de chaleur dans l'îlot de chaleur urbain. Cela oblige à adapter certaines composantes matérielles de l'infrastructure et, tendanciellement, à reconfigurer assez fortement le pilotage de l'offre ferroviaire.

D'un autre côté, la sociotechnique des infrastructures et l'anthropologie climatique (Kobi 2022, Knox 2020) interrogent non pas ces adaptations immédiates, mais la manière dont le problème de la chaleur est posé depuis et à travers les modes de fonctionnement propres à la gestion des gares. Ces recherches introduisent l'idée que le contexte climatique est en train d'ébranler le régime infrastructurel dans lequel leur fonctionnement actuel est plongé, en tant qu'il est fondé sur des modes de conceptualisation et d'action associés à des cadres juridiques, sociaux ou économiques plus larges. Le réchauffement tendanciel ferait-il actuellement émerger un nouveau régime thermique de gares ? Nous testons cette perspective, tentons de décrire le régime tel qu'il commence à exister, et mesurons quelles difficultés à la fois pratiques et théoriques il pose pour une profession très sensible aux enjeux de sécurité et de résilience.

En combinant ces deux sources, cette recherche pose donc une question de cadrage : avec quels outils techniques et théoriques est connue, perçue, comprise la chaleur en gare ? Inspirée par la sociologie pragmatiste, notre hypothèse est qu'elle constitue une «épreuve de vérité» (Martuccelli 2015). La chaleur fait irruption au sein de gares entendues comme des univers régis par la valeur dominante de la fluidité, condition de la régularité des mouvements de trains et de personnes. Mais est-ce uniquement la climatologie qui désordonne et désorganise ce système bien huilé ? Les cadres d'analyse et les formes de décision prises par les responsables des gares et des réseaux devenus caniculaires sont-ils - aujourd'hui et plus encore demain - partagés et acceptés par le public ? La notion d'épreuve postule que nous vivons sans doute une étape intermédiaire de reconnaissance de la réalité et de la magnitude des modifications qui annoncent l'avènement d'un nouveau régime thermique pour les gares

L'approche retenue est inductive. Au-delà du désordre produit par des conditions météorologiques contingentes (partie 1), on présente les vulnérabilités structurelles des infrastructures face au réchauffement qui advient (partie 2). Ceci conduit alors à une proposition théorique en partie double. On développe (partie 3) la manière dont la chaleur oblige la profession à remettre en cause les modes de pensée réflexes autour de la résilience fonctionnelle du rail.

### **1. La chaleur désordonne les gares**

Partons de ce qui s'est passé le 1<sup>er</sup> juillet 2019 à la gare Montparnasse. Cette gare est choisie parce qu'elle concentre des lignes régionales et à grande vitesse qui desservent les plages atlantiques. La date est retenue par qu'elle correspond à un jour de grand départ qui voit transiter plus de 250 trains et plus de 100 000 personnes sur une journée caniculaire au cours de laquelle la température évolue d'environ 30 °C le matin à plus de 40 °C l'après-midi.

La journée commence normalement. Le flux de voyageurs augmente progressivement à mesure que la cadence des embarquements et des débarquements, de 2 trains par heure au tout début de la matinée, s'approche de 5 trains par heure dans chaque sens. Des premiers retards, plutôt limités (10 mn) sont notés à partir de 11 h sur le réseau banlieue. Ils s'accroissent, jusqu'à afficher plus d'une heure, ce qui est beaucoup pour des trajets courte distance. Les retards font boule de neige car ce sont souvent les mêmes véhicules qui font l'aller-retour sur une ligne. Le taux de remplissage du quai transversal de l'étage dévolu aux circulations de banlieue devient plus dense, jusqu'à former une foule compacte. La circulation devient plus difficile pour plusieurs raisons. Les arrivées et départs des trains n'étant plus coordonnés, des embarquements et débarquements s'opèrent sur le même quai, causant l'engorgement. Sur le quai transversal, beaucoup de personnes restent debout, d'autres assises par terre : cela gêne ceux qui veulent entrer et sortir par les escaliers mécaniques et le métro. Cohue et protestations vont crescendo. Vers midi, à l'étage supérieur, celui des trains interrégionaux et de la grande vitesse, le même scénario se reproduit : retards, eux aussi légers puis plus importants. Corps compactés, foule immobile. Air surchauffé, esprits échauffés. Désordre.

De 12 heures jusqu'à 19 heures, la gare fonctionne en situation d'exploitation dégradée. Différents métiers (figure 1) déploient deux types de dispositifs. Dans le circuit gris foncé, l'exploitation ferroviaire (aiguilleurs, équipes de maintenance, conducteurs des trains et équipements chargés de l'embarquement, sous le pilotage par le centre opérationnel de gestion de la gare) commandent aux trains de ralentir les vitesses et parfois de dévier leur route. Dans le circuit gris clair, les équipes d'accueil (métiers de l'information et de la sécurité en gare) s'affairent. Les agents de la sûreté générale dégagent les attroupements potentiellement dangereux pour une évacuation d'urgence (les abords des escaliers mécaniques, les accès au métro, les portes de la gare qui sont encombrées de fumeurs et de personnes sorties pour chercher à respirer un peu d'air libre puisque l'attente s'éternise. Vers 17 h, un moment de tension maximal intervient. Là où des familles chargées d'enfants et de bagages ont stagné plusieurs heures, un sac a été oublié. C'est peut-être un bagage suspect. L'application du protocole "attentats" est enclenchée : périmètre de sécurité, évacuation, équipes cynophiles ... On frise de justesse l'évacuation totale du quai transversal et le blocage de tous les trains car le père de famille revient chercher le sac avant 20 minutes de délais. Face aux invectives (pour des correspondances ratées, par exemple), face aux incivilités (dans un train stoppé à quai sans climatisation, des clients commencent à casser une fenêtre), un autre niveau du protocole canicule est déclenché : certaines équipes d'appui qui distribuent des bouteilles d'eau au niveau banlieue, d'autres accompagnent des groupes de clients vulnérables (enfants, personnes âgées) vers des secteurs de la gare moins denses et plus ventilés. Il reste en effet dans le hall 3 Vaugirard quelques sièges, tandis que le hall principal a perdu les salles d'attente au cours des dernières étapes de modernisations de l'édifice. Plusieurs malaises liés au stress hydrique sont néanmoins notés, les services de pompiers et ambulances interviennent.

## Figure 1. Adaptation de la gestion des gares à la chaleur (source : auteurs)

Cette étude de cas montre comment une situation de canicule ferroviaire prend progressivement réalité, consistance et forme. Knox, qui introduit l'idée que le changement climatique se lit anthropologiquement par des signes et d'indices, pourrait considérer que la gare caniculaire "incarne" une forme du climat urbain qui advient (Knox 2020). Une gare n'est pas seulement un édifice adapté à des fonctions transport. Le film des événements la constitue comme une collection d'objets et d'individus formant un système thermodynamique agité, voire effervescent, peu à peu mené au bord de la rupture du point de vue des processus matériels comme des affects. Le déclencheur provient de l'entrave aux mouvements humains et machiniques et non simplement la chaleur au sens d'une valeur mesurable par le thermomètre. Cette perturbation n'intervient jamais de la même manière mais selon des circonstances particulières et contingentes. Voici quelques raisons à cela. D'abord, si les loueurs de villas ne faisaient pas tous démarrer leurs locations le samedi, les gares ne seraient pas bondées de la même façon. Me jour de grands départs implique que le ralentissement des vitesses des trains a des effets plus graves qu'un jour ordinaire où le réseau ferré est moins sollicité. La chaleur génère une série d'effets cascade (par exemple l'accroissement de l'attente, l'épuisement des voyageurs, et donc de la perte d'objets) mais ce dernier phénomène ne serait pas si gênant si des protocoles très stricts n'avaient pas été mis en place depuis les attentats du Thalys en 2015. La configuration spatiale de la gare (plus de commerces, moins de sièges) répond à des choix induits par des régulations propres au système ferroviaire européen (l'ouverture à la concurrence et le besoin de financer la gestion des gares par des revenus non régulés (Baron 2019)). La configuration architecturale de la gare Montparnasse, avec sa façade de verre et son vaste parvis minéral, accentuent l'effet d'îlot de chaleur, comme la compacité des corps sur les quais qui crée une sur-chaleur de nature anthropogénique (Requeña-Ruiz 2016). Cela n'aurait pas existé si la gare n'avait pas été modernisée et si les surfaces végétales n'avaient pas été limitées, sur le parvis, au nom de l'intermodalité et de l'accessibilité des personnes à mobilité réduite. Enfin, si le réseau ferré français n'était pas si âgé, les limitations de vitesse seraient moins drastiques, la confiance accordée aux équipes techniques quant à la capacité de leur matériel à tenir de fortes températures serait plus forte et les retards moins accusés. Au total, tous les facteurs qui se combinent lors de cette journée particulière et induisent l'idée de perturbation pour cause de chaleur émanent de l'entremêlement de faits climatiques, de choix architecturaux, de cadres juridiques et de données sociales et culturelles.

À la fin de journée, l'abaissement des températures a permis de récupérer de la vitesse sur le réseau et les trains retardés peuvent quitter la gare. La congestion s'est résorbée, le protocole de gestion en situation perturbée est levé, la situation redevient normale. Une question se pose pourtant parmi les voyageurs harassés : pourquoi les trains sont-ils toujours plus lents et pourquoi les gares deviennent-elles invivables quand il fait chaud ?

## 2. La vulnérabilité thermique des infrastructures ferroviaires

Passons maintenant du côté des métiers de la gestion ferroviaire et expliquons les choix d'exploitation, de maintenance, de service qui sous-tendent le double protocole précédemment exposé.

Exposées au soleil, les diverses composantes du chemin de fer connaissent dommages et altérations. Par degré de sensibilité, ce sont d'abord les éléments électriques et électroniques (qui garantissent la distribution d'énergie aux trains via les lignes caténaires et qui alimentent la signalisation) qui menacent de tomber en panne. La tension des lignes électriques se relâche. La montée de la température dans des armoires électriques exposées le long des voies fait fondre les éléments en plastique ... Ensuite, autour d'un seuil d'environ 40 °C de température ambiante, les pièces métalliques se déforment : les rails risquent de flamber, les roues ou les essieux des trains de ployer. D'autres facteurs (taux d'humidité, usure des pièces, qualité de l'acier, ancienneté des lignes et degré d'entretien) entrent aussi en ligne de compte. Lorsqu'ils se conjuguent, les seuils à partir duquel seul le ralentissement de la vitesse sont nécessaires pour préserver la géométrie des pièces métalliques s'abaisse (pour certains auteurs, et selon les pays, la marge de vigilance commence plutôt vers 30° C).

Les autorités de régulation ferroviaires recommandent d'opérer ces ralentissements car elles savent que la chaleur cause déjà autour de 20 % des incidents et parfois des accidents (European Rail Agency 2016, Villalba Sanchis *et al.*, 2020). Avec le changement climatique en cours, les vagues de chaleur deviennent plus brutales, plus fréquentes, plus intenses et mettent donc plus souvent l'infrastructure en péril. Durant l'été 2022, des départs de feu spontanés ont été observés sur les voies très échauffées du sud de l'Angleterre. Un train de la ligne jaune du réseau BART, dans la banlieue de San Francisco, a déraillé, mais la vitesse ralentie a permis d'éviter des victimes. La perturbation s'est traduite pour eux par le fait de devoir finir leur trajet vers leur lieu d'emploi en marchant au bord de la voie. Les fortes chaleurs ne sont donc pas nouvelles et les ingénieurs ont des moyens de réponse depuis longtemps. Cependant, l'accentuation climatique représente un défi pour le chemin de fer. Une sorte d'adaptation progressive et de résilience peut-elle s'installer, chacun prenant son parti de cette situation et routinisant les protocoles de gestion de la perturbation ? Oui et non. D'un côté, Ferranti, travaillant sur des données rétrospectives pour le Royaume-Uni, constate que la logique d'adaptation à la montée progressive des températures, dès le printemps, a permis pendant longtemps au vaste système technologique et organisationnel ferroviaire de monter en puissance et d'éviter des chocs et des drames. Dans les années 1980 à 2000, les incidents intervenaient en début de saison chaude bien plus rarement qu'en août ou septembre, bien qu'il puisse faire aussi chaud à la fin de l'été. En revanche, cet auteur démontre aussi que l'adoption du mode de fonctionnement en situation perturbée survient plus tôt dans l'année car certaines vagues de chaleur démarrent dès le mois de mai. Par ailleurs, l'apparition de brusques montées des températures printanières empêche le système de s'adapter graduellement et, en cela, la résilience adaptative du système est mise en défaut, incidents et d'accidents se multiplient. (Ferranti *et al.* 2016).

Comment s'articulent ces différentes réponses socio-techniques pour tenter de s'adapter à la vulnérabilité de l'infrastructure ferroviaire à la chaleur ?

Dans le domaine de la maintenance préventive, la chaleur implique de tournées d'observation et d'inspection dès le printemps et tout l'été et le gestionnaire de réseau doit réaliser une opération de maintenance incluant la vérification de la tension des caténaires, l'état des postes électriques (Khah *et al.* 2021). Tout l'été, les agents de maintenance et des drones effectuent des tournées de surveillance pour surveiller la géométrie des voies et veiller aux départs de feux (spontanés, ou déclenchés par des étincelles au passage des trains sur la broussaille des talus)

Dans le domaine de l'exploitation, au vu des recommandations internationales, le gestionnaire de réseau (SNCF Réseau en France, Network Rail en Grande-Bretagne...) impose aux compagnies des normes de restriction de vitesse. Le critère de la température critique des rails (TCR) est appliqué selon plusieurs niveaux, mais en général à partir de 25 ° à 30 °C de température ambiante. Quand ce niveau est largement dépassé, c'est-à-dire pendant la norme ultime consiste à fermer, de manière conservatoire, une section de ligne pour éviter des risques excessifs de flambage et d'accidents (Thaduri *et al.* 2021). Ce type de décision a été pris pour le réseau desservant le Kent au départ de la gare londonienne de King's Cross pendant une semaine à la fin de juillet 2022.

Dans le domaine des travaux de modernisation ferroviaire (c'est-à-dire de remplacement des voies et du ballast, qui impose de fermer des voies durant plusieurs semaines, et qui sont planifiés pendant l'été dans les réseaux suburbains pour ne pas gêner les mobilités domicile-travail), la chaleur pose de fortes contraintes, par exemple pour le ballast. Après des travaux sur voie, il faut normalement laisser du temps pour qu'il retrouve une bonne stabilité. Ce délai est allongé en cas de chaleur intense. Cela peut rallonger les opérations de modernisation et créer des retards, chômage technique des ouvriers, pénalités contractuelles, sans compter la gêne pour les navetteurs si ces travaux doivent être retardés. Au Royaume-Uni, compte tenu des régulations propres à Network Rail pour qui les travaux d'entretien des voies ne doivent pas être réalisés lorsque la température des rails dépasse 32 °C à 38 °C, les calculs de Palin donnent deux chiffres : 20 % des jours de chantiers estivaux sont déjà neutralisés par les conditions thermiques. Ce chiffre s'élèvera à 40 % d'ici 2040 (Palin et al. 2013).

Enfin, dans le domaine de l'assistance client, la réponse apportée par les opérateurs ferroviaires dérange et désorganise aussi le modèle économique des gares fondés sur l'activation marchande. SNCF réalise des stocks stratégiques (100 000 boîtes repas, 65 000 boîtes de collations plus légères, 500 000 bouteilles d'eau de 50 cl) pour soulager des voyageurs en cas de panne, retard, attente excessive. Rien qu'à l'été 2021, 1 million de bouteilles d'eau ont été distribuées gratuitement. Voyant l'envolée de ces données, l'effet environnemental problématique des déchets plastiques, et le risque de concurrence avec les commerçants en gare, elle s'oriente, comme en Angleterre, vers l'installation de fontaines d'eau potables : les premiers prototypes sont installés à l'été 2023 (figure 2). L'idée d'un service à deux vitesses s'esquisse déjà : par-delà l'eau publique, grâce à la holding public-privé de SNCF Gares&Connexions avec le groupe Lagardère propriétaire de la chaîne de magasins de journaux et de snacks Relay (qui occupe une position commerciale hégémonique face aux autres franchises en gare), les voyageurs TGV ou de première classe peuvent obtenir en cas de canicule une bouteille d'eau minérale gratuite dans les magasins Relay via la distribution un coupon prépayé doté d'un code QR. On voit combien les réflexes marketing très présents dans la désormais société anonyme SNCF sont sensibles ici : l'infrastructure ne fait pas que subir un fait climatique, elle façonne autant qu'elle est en train d'être façonnée par le problème de la chaleur. Les réponses émergentes sont trouvées au sein d'un répertoire de solutions qui découle de l'outillage conceptuel et des modes de régulation et d'organisation de l'entreprise (Baron 2021). Parmi les clés de ce répertoire de solution, deux mots reviennent très régulièrement : risque et résilience. Mais est-ce exactement de cela qu'il s'agit ?

### Figure 2 Installation d'un prototype de fontaine été 2023 gare de Paris Est (cliché H. Zouad)

### 3. La chaleur : un risque infrastructurel comme les autres ?

L'enquête montre que la chaleur mélange des réalités technologiques avec des faits d'ordre juridique, social ou économique propres au monde ferroviaire français ou des pays avancés. (Le travail serait très différent si on traitait des formes que prend la chaleur et si on explorait les assemblages qu'elle constitue au sein des réseaux et dans gares en Inde par exemple). Cependant, tous les ingénieurs ferroviaires dans le monde travaillent avec un même cadre d'analyse. Ils tentent de lutter contre des perturbations et de retourner à un niveau de fonctionnalité infrastructurelle normale dans les délais les plus brefs. Cette partie introduit et critique donc ce modèle de résilience infrastructurelle très générique.

Pour l'ingénierie ferroviaire, la chaleur relève d'une liste de risques climatiques, avec les tempêtes ou les vagues de froid. Elle s'ajoute à d'autres risques naturels (séismes) ou technologiques (cyberattaque, panne géante d'électricité ...) ou sanitaires (COVID). L'aléa se nomme canicule (température élevée, durée prolongée qui dépasse trois jours, faible variabilité entre la nuit et le jour) ou vague de chaleur (si l'épisode est plus court et intense) ou dôme de chaleur (s'il est plus long et d'amplitude nationale voire continentale). A l'aléa se conjugue un enjeu dual. D'un côté, la chaleur expose des biens immobiliers et mobiliers à la dégradation : on est dans le champ de la prévention des accidents, en anglais la *safety*. De l'autre côté, la chaleur confronte des personnes au stress (thermique et également psychique, elle a des effets sur les affects (Soppelsa 2021) : on est dans le champ de la *security*. Le risque apparaît lorsque l'aléa et ces enjeux coïncident de manière visible. Le 2 juillet 2015, il a fait encore plus chaud que la veille. Cependant, moins de trains circulaient sur le réseau. Leur ralentissement a été organisé fluidement, le nombre de personnes victimes d'attentes prolongées a été moins massif, les effets cascade étaient de moindre ampleur, le plan de distribution des bouteilles d'eau n'a même pas été déclenché. Des dizaines de milliers de navetteurs quotidiens ont souffert dans des trains et gare mal climatisés. Peut-être un SDF est-il mort de chaud sur le parking surchauffé devant la gare, parce que les agents le repoussaient du hall où il cherchait à s'abriter. Il aura été pris en charge par d'autres acteurs urbains, sanitaires ou associatifs. La chaleur du 2 juillet a donc existé sur plusieurs plans mais n'a pas produit un risque ferroviaire visible et disruptif.

La figure 3a correspond au modèle de résilience infrastructurelle le plus communément adopté dans la communauté ferroviaire. Il présente en ordonnée, le niveau de fonctionnalité (d'une gare par exemple) et en abscisse, le temps. La ligne plane correspond à la phase matinale de normalité, la disruption apparaît à la mi-journée : l'événement cause à partir de la mi-journée une perte de fonctionnalité marquée par la chute de la ligne. Les protocoles de récupération déjà explicités s'inscrivent dans la phase dite de récupération (ralentissements préventifs et services palliatifs) et la ligne remonte jusqu'à redevenir plane, signalant un fonctionnement stable et normalisé.

Comparons maintenant cette figure générique avec la figure 3b, dessinée par nous pour représenter l'expérience empirique du jour de grands départs. Premièrement, l'état préalable n'est pas une ligne droite puisque la robustesse de la ligne est renforcée au printemps, d'où un petit décrochement en ordonnée. Deuxièmement, la disruption n'est pas la chaleur, c'est sa conséquence, à savoir l'engorgement du réseau et de la gare avec tous ses effets et ses réverbérations. Troisièmement, la perte de fonctionnalité n'est pas brutale car elle ne part pas d'un événement unique (comme le serait la rupture d'un caténaire) mais d'une succession de décisions de ralentissements qui créent des perturbations graduelles. La ligne descend puis remonte en marches d'escalier. Quatrièmement, la récupération ne prend pas la forme d'un horizon de résilience durable car le lendemain, d'autres ralentissements structurels peuvent apparaître : ils gênent moins de personnes, mais induisent des retards donc des pertes de fonctionnalité et de régularité des trains. A cette forme en V s'adjoint un autre type de disruption potentiel : qu'il y ait vraiment flambage de voie ou qu'il y ait décision de fermeture du réseau, la ligne dessine un U. Enfin, l'automne n'est plus l'horizon de résilience au sein duquel l'infrastructure a recouvré sa normalité, mais traîne des défauts de fonctionnalité du fait du rattrapage des travaux d'été. Au total, si la chaleur était une forme, alors celle-ci ne serait pas un unique V comme dans la figure 3a, mais une ondulation chaotique marquée par des ruptures répétées et brutales.

### Insérer figure 3 a et b

Figure 3 a Schéma adapté de National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021) p. 77

Figure 3 b source : auteurs.

La distinction entre les deux graphiques correspond au fond à une triple méprise sur la manière dont la chaleur est « infrastructurelle » (Graham 2015) dans le champ des gares. D'une part, la chaleur ne peut pas être assimilée à l'événement de disruption de la fonctionnalité d'un système

ferroviaire. D'autre part la chaleur ne peut s'assimiler à un événement isolé (comme le serait une panne). Tendanciellement, le modèle de résilience perd de sa pertinence à mesure le nouveau régime thermique des gares conduit celles-ci à devoir fonctionner avec de hautes températures pendant des semaines entières. Enfin, l'idée de récupération est également inadaptée. Le risque chaleur ne se résout pas comme lorsqu'on doit réparer un essieu, la récupération ne dépend totalement de flux humains ou financiers, la capacité de faire face à la chaleur sort de l'idée d'un contrôle absolu du système (Helmrich et Chester 2020). Le retour à la normale est affaire de patience, elle dépend d'une baisse des températures, d'une sortie de la vague de chaleur, de l'achèvement d'un été ferroviaire dont la substance temporelle, spatiale, matérielle et humaine commence à peine à être entrevue (Markolf *et al.* 2019).

Ainsi, non seulement les vagues de chaleur redéfinissent momentanément les modes de fonctionnement des infrastructures ferroviaires et des gares, mais la chaleur questionne les modes de savoir. Elle reconnecte des questions de *safety* et de *security*. Elle brouille les frontières entre menace ponctuelle et permanente. Elle fait ressortir des questions de pouvoir que l'idée de régime ferroviaire permet d'intégrer. Dans la littérature sur les infrastructures sociotechniques, on entend par régime un certain type d'ordre établi, un système qui enrôle les technologies et les artefacts (ici les gares en tant que lieu et organisation) pour atteindre ou défendre des positions de savoir ou de pouvoir. Gopakumar montre que la valeur ultime de la fluidité est mise au service d'une idée de performance urbaine dans la métropole indienne de Bangalore. A travers cet objectif présenté comme levier de rigueur professionnelle, les autorités défendent en réalité la possibilité de dégager une foule de pauvres du centre-ville et de capturer de la rente foncière (Gopakumar 2019). Dans la lignée de cette approche techno-politique, on peut se demander d'où viennent les savoirs et qu'est ce que confère l'autorité aux modes de gestion de la gare caniculaire, et comment ceux-ci s'articulent avec des rapports de force (Karvonen 2020).

On devine en tout cas les tensions internes créées par la chaleur dans une entreprise ferroviaire aux intérêts pluriels. En effet, le fait de procéder à des ralentissements montre que le gestionnaire de réseau privilégie le maintien de l'intégrité de l'infrastructure. Ce choix n'est pas neutre et pas uniquement dérivé d'approches scientifiques sur la ductilité du métal. Le réseau ferré national constitue un domaine public placé sous l'autorité du gestionnaire d'infrastructure. Le maintien de sa valeur économique, inversement proportionnelle à son degré d'usure ou d'altération, en est la raison d'être existentielle. La protection de l'intégrité et de la valeur marchande de ce réseau conduit à la priorisation de décisions de ralentissement qui sont - et non directement la chaleur - à la base de toutes les perturbations en chaîne observées. Les choix du gestionnaire d'infrastructure peuvent être préjudiciables, à l'équilibre (et la pérennité) d'opérateurs de mobilité ou d'entreprises de régénération ferroviaire qui encourent des pénalités financières, elles peuvent évidemment porter ombrage à Gares&Connexions, un acteur qui est en prise directe avec des clients mécontents.

En ce sens, la chaleur pose une épreuve de vérité au sens où l'explicite Martucelli. Elle ouvre un moment pendant lequel des acteurs de la connaissance (ingénieurs), des entités au sein du monde ferroviaire et plus largement la société (gouvernement, opinion publique, usagers du train) modifient l'expérience d'un problème public. Au cours de cette phase qui peut être assez longue, des représentations et des définitions de ce qu'est la chaleur et de ce qu'est une gare peuvent s'opposer. Dans notre cas d'étude, la gare en situation caniculaire met en crise une série de réalités. Elle questionne des modes de connaissance de la chaleur (qui est à la fois un fait et une expérience, une réalité sensorielle et rationalisée, un phénomène individuel et collectif). Elle interroge les faits et la relation à l'information : est-ce la chaleur qui est vraiment la cause réelle du problème ? Lors de la fermeture conservatoire de King's Cross, les tabloïds ont pointé d'autres faiblesses du système ferroviaire. Le régime thermique des infrastructures sera donc probablement un moment de controverses, notamment lorsque des réponses actuelles montreront leur caractère insuffisant (en termes de mortalité de voyageurs par exemple) ou que les choix préventifs (comme la fermeture conservatoire prolongée des réseaux) seront perçus, non plus comme des résolutions sages, mais comme des formes d'impuissance ou d'impréparation.

## Conclusion

Positionné à l'articulation entre ingénierie et anthropologie, ce chapitre démontre que l'adaptation concrète des gares à l'élévation croissante des températures estivales soulève des questions d'intérêt public tissant étroitement la technologie, le social et bien d'autres dimensions de la vie urbaine. Le suivi des incidents et des réponses apportées par les gestionnaires de gares aux canicules montre l'entrelacement de processus environnementaux et de choix techniques et organisationnels.

Au plan théorique, l'intérêt heuristique de ce travail est qu'il cerne la notion de régime thermique des gares et ses enjeux, limites, contradictions. Il met l'accent sur l'enfermement des acteurs ferroviaires dans des modes de faire et d'agir centrés sur l'artefact et sur le façonnement réciproque de la production ferroviaire et de la vulnérabilité thermique. Il offre une critique des outillages conceptuels qui fondent l'idée de résilience telle que la manipulent les acteurs ferroviaires. Ce travail montre qu'à mesure que le réchauffement climatique advient, et que le régime thermique des gares se modifie, une épreuve de vérité est en train d'émerger. Ce processus n'est pas au même stade dans les deux pays étudiés. Il est à peine émergent en France, plus clairement engagé en Grande-Bretagne. Cela tient au fait que l'été 2022 y a été météorologiquement exceptionnel et que les choix effectués ont rouvert des débats autres : sur la vétusté du réseau et l'héritage des années Thatcher, sur les rapports de pouvoir entre le gestionnaire public et les compagnies privées, dans un contexte de quasi-renationalisation, sur la place d'autres acteurs sociaux (les acteurs urbains, les services sanitaires, les usagers du train, les contribuables) qui ont apporté des notes divergentes sur les protocoles ferroviaires.

La longueur du texte n'a pas permis d'ajouter à cette étude centrée sur la gestion immédiate de la chaleur en gare le volet des réponses par l'aménagement bioclimatique, qui s'inscrit évidemment dans une temporalité plus longue, celle de la planification. Les projets de verdissement à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments voyageurs sont en lien avec le chapitre sur les écocares japonaises dans ce livre. Un développement sur le verdissement des gares a tout son intérêt mais ne clot en rien les problèmes soulevés ici, et ce pour trois raisons rapidement esquissées. D'une part, les équipements verts ne sont pas innovants. Au contraire, jardins et fontaines de gares ont plutôt reculé dans les dernières décennies (même si un basculement de tendance s'observe). D'autre part, les artefacts bioclimatiques (arbres, murs et toits verts) sont très petits : ils rafraichissent quelques minutes quelques personnes parmi celles qui attendront plus longtemps leur train. Ils ne résolvent pas la fragilité de l'infrastructure ferroviaire en situation caniculaire. Enfin, la conception bioclimatique rejoint les solutions servicielles étudiées dans ce chapitre en ce qu'elle participe de la constitution d'un même régime thermique sous-tendu par le status quo, c'est-à-dire par une détermination *a priori* de la stabilité de l'ordre ferroviaire, de son cadre juridico-économique, de la conception architecturale de la gare, toutes choses que la magnitude des dérèglements climatiques à venir pourraient faire voler en éclat.

## REFERENCES

Baron, Nacima (2021), «Railway terminal regulation» in Vickerman, Roger (ed). *International Encyclopedia of transportation*, Elsevier: 454-463.

Baron, Nacima (2019), «Designing Paris Gare du Nord for pedestrians or for clients? New retail patterns as flow optimization strategies» *European Planning Studies*, 27, n° 3: 618-637.

- Dobney, Kay, Baker Chris, Quinn, Andrew, Chapman, Lee (2009) «Quantifying the effects of high summer temperatures due to climate change on buckling and rail related delays in south-east United Kingdom», *Meteorological Applications*, 16: 245–251.
- EU Rail (2016) «Derailment of a freight train near Langworth, Lincolnshire, 30 June 2015», Rail Accidents Report, Rail Investigation Branch, vol 11. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/576d3cffe5274a0da9000090/R112016\\_160627\\_Langworth.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/576d3cffe5274a0da9000090/R112016_160627_Langworth.pdf)
- Ferranti, Emma, Chapman, Lee, Lowe, Caroline, McCulloch, Steve, Jaroszweski David, Quinn Andrew. (2016), «Heat-Related Failures on Southeast England's Railway Network: Insights and Implications for Heat Risk Management». *Weather, Climate, and Society* Vol. 8, n°. 2 :177-191.
- Gopakumar, Govind (2019). Regime of congestion : technopolitics of mobility and inequality in Bengaluru, India. *Science as culture* vol 29, n° 3:345-364.
- Graham, Stephen (2015). «Life support: The political ecology of urban air». *City*, Vol 19, n° 2-3: 192-215.
- Helmrich, Alysha. Chester Mikhail V (2020) «Reconciling complexity and deep uncertainty in infrastructure design for climate adaptation» *Sustainable and resilient infrastructure*, 1708179.
- Khah, Saeed Mohammad, Tinoco, Joaquin, Campos e Matos, José (2021) « Effect of climate change on railway maintenance: a systematic review», in Castanier, Bruno, Cepin, Marko, Bigaud, David, Berenguer, Christophe (eds) *Proceedings of the 31th European Safety and Reliability Conference* Research Publishing, Singapore.
- Karvonen, Andrew (2020). «Urban Techno-Politics: Knowing, Governing, and Imagining the City». *Science as Culture*, Vol 29, n° 3: 417-424.
- Knox, Hannah. (2020) *Thinking like A Climate Governing a city in times of environmental change*. Durham. Duke University Press.
- Kobi, Madlen (2022) «The Biopolitics of Thermal Governance: Energy Infrastructure and State-Citizen Relationships in Chongqing» in Zimmerman, Rae, Soffer, Jonathan, Heathcott, Joseph. *Urban Infrastructure: Historical and Social Dimensions of an Interconnected World*, University of Pittsburgh Press.
- Markolf, Samuel, Hoehne Christopher, Fraser Andrew, Chester Mikhail, Underwood Shane (2019) «Transportation resilience to climate change and extreme weather events – Beyond risk and robustness» *Transport Policy* vol 74:174–186.
- Martuccelli, Danilo (2015). « Deux voies de la notion d'épreuve en sociologie», *Sociologie*, vol 1 n° 6 : 43 à 60.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021). *Investing in Transportation Resilience: A Framework for Informed Choices*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Palin, Erika J. Thornton, Hazel, Mathison, Camilla, McCarthy, Rachel, Clark, Robin, Dora, John (2013) Future projections of temperature-related climate change impacts on the railway network of Great Britain, *Climatic Change* (2013) 120:71–93
- Requena-Ruiz, Ignacio (2016) « Building Artificial Climates. Thermal control and comfort in Modern Architecture (1930-1960) », *Ambiances* vol. 2. doi 10.4000/ambiances.801
- Singer, Jose Hasemann, et Raynor, Abigail (2016) «I Feel Suffocated: Understandings of Climate Change in an Inner City Heat Island», *Medical Anthropology*, vol 35, n°6 :453-463.
- Soppelsa, Peter (2022) «Theorizing Infrastructure and Affect» in Zimmerman Rae, Soffer Jonathan, Heathcott Joseph *Urban Infrastructure: Historical and Social Dimensions of an Interconnected World*, University of Pittsburgh Press.
- Thaduri, Adithya, Garmabaki, Amir, Kumar Uday,(2021) «Impact of climate change on railway operation and maintenance in Sweden: A State-of-the-art review», *Maintenance, Reliability and Condition Monitoring*. Vol.1, n°2 : 52-70.
- Twumasi-Boakye, Richard, Sobanjo John (2019) Civil infrastructure resilience: state-of-the-art on transportation network systems, *Transportmetrica A: Transport Science*, vol 15, n° 2 : 455-484.
- Villalba Sanchis, Ignacio, Ricardo Insa, Franco, Martínez Fernández, Pablo, Zuriaga, Pablo Salvador, Font Torres, Juan (2020), «Risk of increasing temperature due to climate change on high-speed rail network in Spain», *Transportation Research Part D: Transport and Environment* Vol. 82, 102312.
- Zimmerman, Rae, Redman Charles L., and Markolf, Sam (2022), «Extreme Weather: Challenges for Infrastructure and Society» - in Zimmerman, Rae, Soffer Jonathan, Heathcott, Joseph (2022) *Urban Infrastructure: Historical and Social Dimensions of an Interconnected World*, University of Pittsburgh Press.