



# Quelle résilience de l'économie tunisienne face aux extrêmes thermiques ?

Hazem Krichene\*

*L'ASECTU n'endosse aucune responsabilité et les propos relèvent uniquement de l'auteur*

*Ce Policy Brief est soutenu par Savoirs éco, projet financé par l'Union européenne et mis en œuvre par Expertise France qui vise à appuyer les Structures Productrices de Savoirs à vocation Économique (SPSE) en Tunisie.*



\* Senior climate economist

Un réchauffement climatique d'ampleur exceptionnelle : la Tunisie connaît une hausse accélérée des températures, avec des niveaux supérieurs de plus de 3 °C aux moyennes historiques au printemps 2025, la plaçant parmi les pays se réchauffant le plus rapidement au niveau mondial.

Un impact direct et mesurable sur la productivité : l'intensification des vagues de chaleur affecte significativement la performance économique, chaque degré supplémentaire de stress thermique entraînant une baisse estimée de 1,89 % de la productivité globale des facteurs.

# Messages clés

Un impératif d'adaptation stratégique : la mise en œuvre d'une stratégie nationale d'adaptation à la chaleur extrême est essentielle pour protéger les travailleurs, préserver la productivité et maîtriser la demande énergétique liée à la climatisation et à la faible performance thermique des bâtiments.

Un coût macroéconomique très élevé à long terme : à climat constant, les pertes de productivité induites par la chaleur pourraient se traduire, entre 2025 et 2050, par une contraction annuelle moyenne de 5,9 % du PIB réel, soit environ 8,2 milliards de dinars par an.

Des effets inflationnistes et sociaux marqués : la dégradation de la productivité contribuerait à une inflation annuelle moyenne estimée à 11 %, particulièrement sur les prix de l'alimentation et de l'énergie, entraînant une diminution du revenu réel des ménages de 7,6 %.

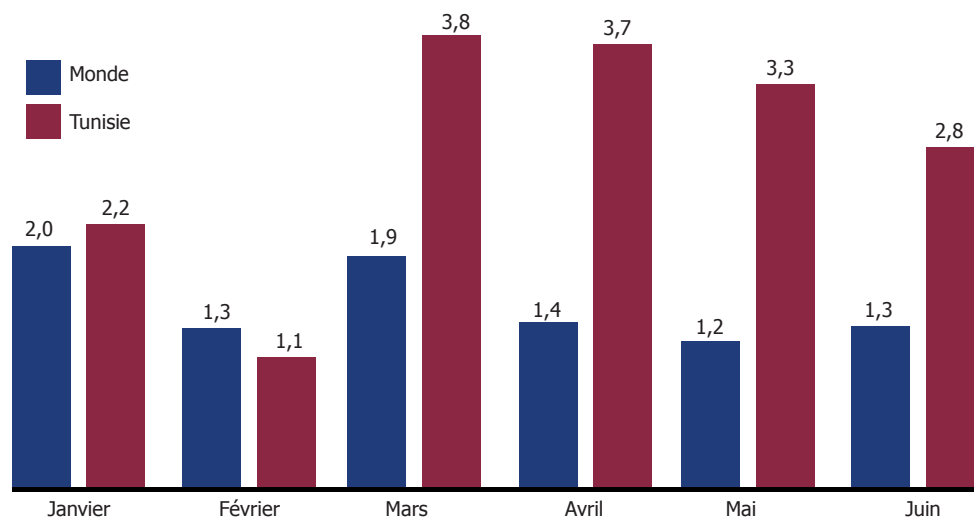
## CONTEXTE

La région méditerranéenne est régulièrement identifiée comme l'une des zones les plus sensibles aux changements climatiques dans le monde. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et les Experts méditerranéens sur le changement climatique et environnemental (MedECC), la Méditerranée se réchauffe 20% plus rapidement que la moyenne mondiale, ce qui en fait un véritable point chaud climatique. Cette tendance accélérée au réchauffement entraîne déjà des impacts observables : la multiplication des vagues de chaleur extrême, l'intensification des sécheresses prolongées, souvent suivies d'inondations sévères, ainsi que l'élévation du niveau de la mer. Cette dernière provoque une érosion côtière rapide, une salinisation croissante des nappes phréatiques, et une dégradation progressive mais continue de l'économie côtière, fortement dépendante du tourisme et de l'agriculture.

La Tunisie, située au cœur de la Méditerranée méridionale, est particulièrement vulnérable en raison de son climat semi-aride, de sa forte exposition à la désertification, et de sa dépendance à des secteurs sensibles au climat tels que l'agriculture et le tourisme. Alors que le secteur agricole représente 11% du Produit intérieur brut tunisien (PIB, Trade Unions 2024), en 2023, la production totale des activités touristiques en Tunisie a été estimée à 24,7 milliards de dinars tunisiens. Après déduction de la consommation intermédiaire, la valeur ajoutée brute (VAB) générée par les industries touristiques s'élève à 13,7 milliards de dinars. Cela représente une contribution de 9,6% à la valeur ajoutée de l'économie nationale, soulignant le rôle structurant du tourisme dans le tissu économique tunisien (INS, 2023).

Les données récentes sur les anomalies de température confirment la vulnérabilité croissante de la Tunisie face aux risques climatiques. Au cours du premier semestre 2025, le pays a connu des températures exceptionnellement élevées par rapport à la moyenne historique de la période 1950-1980 (Figure 1). Si le mois de février présente une anomalie légèrement inférieure à la moyenne mondiale, tous les autres mois, en particulier mars, avril et mai, affichent des écarts marqués, avec des températures dépassant de plus de 3°C les niveaux historiques. Ces anomalies traduisent un bouleversement structurel du régime climatique. Les conditions environnementales et les écosystèmes du pays évoluent à un rythme rapide, aggravant, potentiellement, les vulnérabilités socio-économiques déjà existantes. Selon les mêmes données, la Tunisie se classe désormais 31<sup>e</sup> pays connaissant le réchauffement le plus rapide parmi 175 nations au cours du premier semestre 2025.

**Figure 1: Déviation de la température (°C) par rapport à la moyenne historique 1950-1980 durant les six premiers mois 2025**



Sources : ERA5, Copernicus, calcul de l'auteur

Selon le Rapport sur le climat et le développement national (CCDR) de la Banque mondiale pour la Tunisie, publié à l'occasion de la COP28 en 2023, le pays est confronté à une convergence croissante de risques climatiques. Parmi ces risques, ce sont les vagues de chaleur et les sécheresses qui représentent les défis les plus pressants, car elles compromettent directement la santé publique, la productivité économique, ainsi que la sécurité hydrique déjà fragile de la Tunisie.

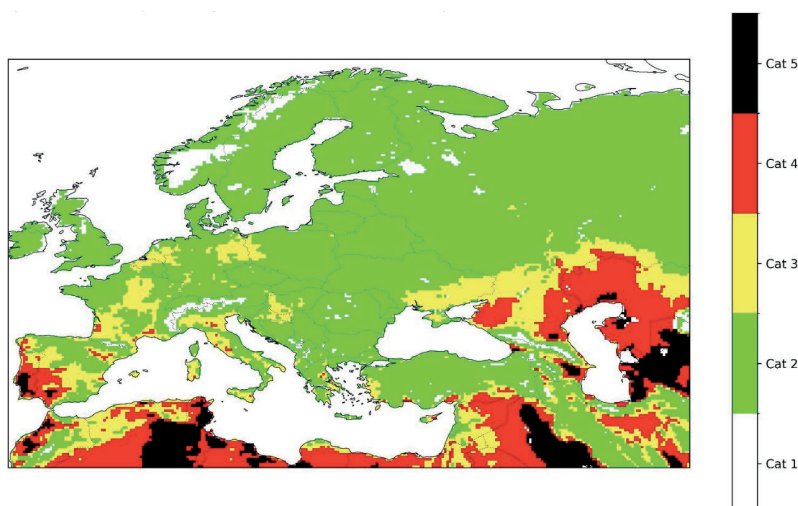
Les vagues de chaleur deviennent de plus en plus longues, intenses et fréquentes, en particulier durant la saison estivale. Cette intensification aggrave les défis déjà critiques liés à la sécheresse et au stress hydrique. Cependant, le stress thermique ne se limite pas à la seule Température de l'air. Il résulte aussi d'autres facteurs climatiques tels que l'humidité, le rayonnement solaire et la vitesse du vent. Pour en évaluer l'impact global sur la santé humaine, les experts s'appuient sur l'indice Wet Bulb Globe Temperature (WBGT). Cet indicateur composite reflète les effets cumulés de ces variables sur le corps humain, et contrairement à la température de l'air standard, le WBGT fournit une mesure plus précise de la contrainte thermique physiologique, en particulier pour les personnes travaillant en extérieur, exerçant une activité physique ou exposées au soleil pendant de longues périodes (Liu et al., 2025). L'indice se divise en cinq niveaux de risque : faible (<18°C, Cat1), modéré (18–23°C, Cat2), élevé (23–28°C, Cat3), très élevé (28–30 °C, Cat 4) et extrême (>30 °C, Cat 5). Des valeurs supérieures à 28°C (WBGT et non température) indiquent des conditions dangereuses nécessitant des mesures de protection strictes : réduction de l'activité, mise à l'ombre, hydratation et pauses régulières, afin de prévenir les effets graves sur la santé tels que les coups de chaleur ou l'épuisement thermique.

Comme l'illustre la Figure 2, la répartition de l'indice Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) à travers l'Europe et la région méditerranéenne en 2023 place la Tunisie parmi les pays les plus exposés au stress

thermique. Une grande partie du territoire national se situe dans les catégories 4 et 5, correspondant à des niveaux de risque extrême pour la santé humaine, la productivité du travail (physique et cognitive, Thompson et al.2024) et la stabilité économique globale (Costaetal., 2024). Ces conditions de chaleur extrême ne se limitent pas à une baisse de la performance physique : elles menacent également les infrastructures essentielles. En Tunisie, où le système énergétique est déjà fragile, les vagues de chaleur prolongées provoquent régulièrement des surcharges du réseau électrique, entraînant des coupures de courant qui perturbent la vie quotidienne, la production industrielle et les services publics.

Face à cette réalité, les secteurs public et privé sont contraints de réallouer des ressources vers des mesures d'adaptation à court terme : installation de systèmes de refroidissement, réaménagement des espaces de travail, ou encore recours à des solutions de résilience fortement consommatrices en eau (Ponticelli et al., 2023). Bien que nécessaires, ces ajustements détournent les investissements des priorités de long terme, telles que l'innovation et l'amélioration de la productivité, ce qui alourdit les coûts d'exploitation et réduit la compétitivité du pays. L'effet combiné d'une baisse de productivité, de coûts d'adaptation croissants et d'une vulnérabilité infrastructurelle affaiblit davantage la performance économique de la Tunisie, notamment en pesant sur sa productivité globale des facteurs (PGF). Dans un contexte de croissance atone depuis 2011, de chômage persistant chez les jeunes et de fractures régionales grandissantes, l'intensification du stress thermique représente une menace sérieuse pour la trajectoire de développement du pays et sa cohésion sociale.

**Figure 2: Indice moyen de vague de chaleur (WBGT) en Europe et au bassin méditerranéen (2018\*)**



Sources: Mistry (2020), GLDAS, calcul de l'auteur (\*dernière année publiquement disponible)

Ainsi, ce policy brief examine deux questions clés en matière de politique publique: quels sont les coûts économiques liés à la recrudescence des vagues de chaleur, de plus en plus fréquentes et intenses, en Tunisie? Et quelles mesures d'adaptation devraient être prioritaires pour atténuer ces impacts et renforcer la résilience du pays face à la chaleur extrême?

## ANALYSE

Comme le soulignent plusieurs études récentes, le stress thermique a un impact direct et quantifiable sur la productivité du travail. Foster et al. (2021) estiment que la capacité à effectuer un travail physique diminue d'environ 40 % lorsque la température atteint 32 °C, et chute de près de deux tiers à 38 °C.

De leur côté, Behrer et al. (2021), en se basant sur des données de revenus aux États-Unis, montrent qu'un seul jour supplémentaire au-dessus de 32 °C peut réduire la masse salariale annuelle de 0,04 %, soit l'équivalent de 2,1 % du revenu hebdomadaire moyen.

Pour évaluer cet effet dans le contexte tunisien, nous avons analysé l'évolution de la productivité globale des facteurs (PGF) entre 1990 et 2018. Un modèle économétrique linéaire a été estimé, dans lequel la PGF est expliquée par l'anomalie du WBGT, tout en contrôlant les tendances structurelles de l'économie tunisienne. Les résultats indiquent qu'une augmentation de +1 °C de l'anomalie WBGT par rapport au climat de référence (1970-1989) est associée à une baisse de 1,89 % de la PGF.

### **Le coût économique du stress thermique**

Cette analyse explore deux futurs possibles pour l'économie tunisienne entre 2025 et 2050. Le premier, que nous appelons trajectoire de référence, correspond à un climat où la chaleur extrême reste au niveau observé entre 1990 et 2018, alors que le deuxième s'appuie sur un scénario de fort réchauffement (+3 °C à l'horizon 2050), où le stress thermique s'intensifie davantage.

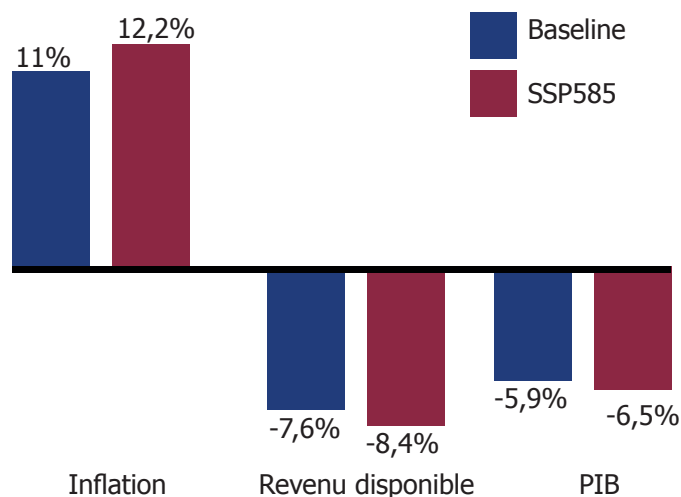
La Figure 3 illustre ce que ces trajectoires impliquent pour trois dimensions essentielles : le PIB, l'inflation et le revenu disponible des ménages. Les barres vertes traduisent le coût économique du stress thermique déjà existant. Les barres bleues montrent la charge supplémentaire que le réchauffement futur pourrait faire peser sur le pays.

Même dans le scénario de référence, la facture est lourde. Entre 2025 et 2050, la Tunisie pourrait perdre en moyenne 5,9 % de son PIB chaque année, soit l'équivalent de 8,2 milliards de dinars tunisiens, à cause de la baisse de productivité induite par la chaleur. Cette perte se répercuterait directement sur le panier des ménages. Les vagues de chaleur entraîneraient une hausse moyenne de l'inflation de 11 % par rapport au niveau de référence. Autrement dit, si l'inflation s'établit à 5 % en l'absence de chocs climatiques, l'effet des vagues de chaleur la porterait à environ 5,55 %. Cette dynamique accentuerait les pressions sur la consommation des ménages, déjà fragilisée par des facteurs non climatiques. Les hausses de prix seraient particulièrement marquées pour l'alimentation et l'énergie, notamment les carburants. En conséquence, le revenu disponible des ménages reculerait en valeur réelle de 7,6 %, réduisant leur pouvoir d'achat et fragilisant davantage une société déjà vulnérable.

Si les températures continuent de grimper comme prévu dans le scénario de réchauffement extrême, l'addition deviendrait encore plus salée. L'inflation augmenterait de 1,2 point supplémentaire, atteignant 12,2 % au-dessus d'un scénario sans stress thermique. Le PIB perdrait 0,6 point de plus, soit 0,8 milliard de dinars

supplémentaires, et le revenu disponible reculerait de 0,8 point. Ces résultats montrent que, sans politique d'adaptation, la chaleur extrême risque d'enfoncer l'économie tunisienne dans une spirale de pertes et de fragilités sociales. Dans un pays où la croissance stagne depuis 2011, le coût de l'inaction serait trop élevé.

**Figure 3: Les effets du stress thermique sur l'inflation, le revenu disponible des ménages et le PIB (moyenne 2025-2050)**



Sources: calcul de l'auteur

## OPTIONS POLITIQUES

### Adaptation à la chaleur en Tunisie et limites des réponses actuelles

À l'ère moderne, la Tunisie a mis en œuvre plusieurs mesures d'adaptation. Le droit du travail a été ajusté afin de décaler les horaires de travail vers les périodes les plus fraîches de la journée (e.g., la séance unique), dans le but de protéger la santé et la productivité des travailleurs. Parallèlement, l'usage de la climatisation a fortement progressé : la proportion de ménages équipés est passée de 34% en 2014 à près de 50% en 2019 (Letschert et al. 2023).

Toutefois, ces mesures soulèvent de nouveaux défis. Les horaires de travail avancés (dès 7h du matin), combinés à des nuits d'été peu reposantes, peuvent nuire à la productivité. De plus, les travailleurs extérieurs, souvent rémunérés à l'heure, voient leur revenu diminuer lorsque les journées de travail sont réduites en raison des fortes chaleurs.

La stratégie d'adaptation fondée sur la climatisation devient de plus en plus insoutenable, tant sur le plan énergétique que budgétaire. La forte dépendance à la climatisation accroît considérablement la demande en électricité. En 2013, la STEG estimait que 84 % de la pointe de Consommation électrique était liée à l'usage des climatiseurs (Letschert et al.2023). Entre 2011 et 2021, les subventions à l'énergie représentaient en moyenne 2,1% du PIB, avant de bondir à 5,3% en 2022 sous l'effet de la flambée des prix mondiaux de l'énergie. L'électricité seule est subventionnée à hauteur de 30 à 40 % (World Bank 2023).

# RECOMMANDATIONS

## **La protection des travailleurs exposés à la chaleur repose sur trois piliers essentiels :**

l'aménagement urbain, l'organisation du travail et la protection des revenus.

D'abord, une planification urbaine adaptée au climat peut réduire les températures ambiantes et offrir des espaces de répit (Li et al. 2024). Il est essentiel de développer des zones ombragées (arbres, pergolas), des corridors rafraîchissants et des points d'eau accessibles (fontaines, brumisateurs), en particulier dans les zones à forte activité extérieure.

Ensuite, l'ajustement des horaires de travail permet de limiter l'exposition aux pics de chaleur. Travailler tôt le matin ou en soirée est particulièrement pertinent pour les secteurs comme la construction, le nettoyage urbain ou l'agriculture, où les conditions climatiques sont les plus éprouvantes.

Enfin, la protection des revenus est cruciale pour éviter que l'adaptation ne creuse les inégalités. Des mécanismes de compensation doivent couvrir les pertes liées à la réduction du temps de travail. Pour les travailleurs informels ou journaliers, des aides ciblées, comme des transferts d'urgence ou des assurances contre les interruptions liées à la chaleur, sont nécessaires. Des incitations peuvent également encourager le respect des mesures de sécurité thermique.

## **Mobilité urbaine et infrastructures pour protéger les travailleurs en intérieur**

Dans de nombreux pays en développement, y compris en Tunisie, le transport public constitue une source majeure d'exposition à la chaleur. Les travailleurs attendent souvent pendant de longues périodes dans des espaces non ombragés et surchauffés. Lorsqu'ils montent dans les bus, la température à l'intérieur est fréquemment de 3 à 4°C supérieure à celle de l'extérieur, aggravant encore le stress thermique et la fatigue avant même le début de la journée de travail (Wright et al. 2025).

Une stratégie d'adaptation clé consiste à réduire l'exposition à la chaleur pendant les déplacements. Cela nécessite une approche intégrée comprenant des cheminements urbains ombragés, des transports publics ponctuels et fiables dotés de systèmes de ventilation ou de climatisation, ainsi que des bâtiments résistants au climat maintenant des températures intérieures confortables grâce à des systèmes énergétiques efficaces (World Resources Institute 2025).

## **Une stratégie de refroidissement intelligente et durable pour la Tunisie**

Pour faire face à l'aggravation du stress thermique intérieur, la Tunisie doit adopter des solutions de refroidissement à la fois abordables et sobres en énergie en combinant des stratégies de refroidissement passif et actif.

Le refroidissement passif regroupe des techniques qui ne consomment pas d'énergie, comme la ventilation nocturne, la circulation naturelle de l'air ou encore l'isolation thermique pour limiter les gains de chaleur (Becker et Paciuk, 2002). Ces approches sont particulièrement efficaces dans les régions à forte amplitude thermique entre le jour et la nuit. En complément, la rénovation des fenêtres dans les bâtiments tertiaires

peut réduire la consommation énergétique jusqu'à 20%, tout en assurant un bon confort thermique (Mokni et al., 2023).

Du côté du refroidissement actif, des systèmes modernes offrent des gains considérables. Les systèmes de climatisation à eau ou les réseaux de refroidissement urbain surpassent les solutions classiques en termes d'efficacité, malgré un coût initial plus élevé. Les systèmes de refroidissement par dessiccation solaire, utilisant la chaleur solaire à basse température pour déshumidifier et rafraîchir l'air, permettent jusqu'à 35 % d'économies d'énergie dans des configurations hybrides.

Les systèmes de refroidissement par absorption, alimentés par la chaleur solaire ou fatale, offrent quant à eux une solution propre et évolutive pour les grands bâtiments (consultez Hughes et al., 2011 pour une revue compréhensive des techniques de refroidissement actif).

### **La chaleur comme moteur d'investissement et d'innovation**

Les résultats présentés ci-dessus reposent sur l'hypothèse que l'économie tunisienne continuerait à fonctionner selon ses structures actuelles, sans adaptation significative à une chaleur extrême et persistante. Or, l'adaptation, telle que discutée dans les recommandations, ne se limiterait pas à contenir les pertes économiques : elle ouvrirait également de nouveaux espaces d'innovation et d'investissement, tant publics que privés.

Des investissements ciblés dans la recherche et l'innovation pourraient, par exemple, favoriser le développement de solutions de refroidissement plus efficaces, de technologies de construction mieux adaptées aux fortes chaleurs, ou encore la création de pôles d'excellence dédiés à une agriculture résiliente au stress thermique.

Ces avancées technologiques et institutionnelles pourraient constituer les fondations d'une véritable « économie de la chaleur », susceptible de générer de la valeur ajoutée et d'être exportée vers d'autres pays confrontés à des défis climatiques similaires, mais disposant de capacités d'innovation et d'infrastructures limitées.

## **CONCLUSION**

La Tunisie se réchauffe plus rapidement que la moyenne mondiale, et l'intensification du stress thermique au cours des deux dernières décennies est incontestable. Ces bouleversements environnementaux ont des impacts économiques et sociaux profonds. Si les niveaux de stress thermique observés entre 1990 et 2018 persistent (sans augmentation), le coût cumulé du stress thermique d'ici 2050 pourrait atteindre 214 milliards de dinars, soit l'équivalent de quatre années de PIB. Et ces pertes seront encore plus importantes dans les scénarios climatiques les plus sévères.

Cette analyse ne vise pas à être alarmiste, mais à souligner l'urgence d'adopter des stratégies d'adaptation ambitieuses et agiles. La Tunisie doit repenser son aménagement urbain, améliorer les conditions de travail extérieures et intérieures, y compris les mobilités et le transport public, renforcer l'isolation des bâtiments, et accélérer le déploiement de solutions de refroidissement plus efficaces et moins énergivores. Investir aujourd'hui dans l'adaptation, c'est réduire les pertes de demain, améliorer la qualité de vie et renforcer la résilience économique et sociale du pays.

## RÉFÉRENCES

- Banque Mondiale, 2023. Tunisia Country Climate and Development Report.
- Becker,R. and Paciuk,M.,2002.Inter-related effects of cooling strategies and building features on energy performance of office buildings. *Energy and buildings*, 34(1), pp.25-31.
- Behrer,A.P.,Park,R.J.,Wagner,G.,Golja,C.M. and Keith,D.W.,2021.Heath as larger impact son labor in poorer areas. *Environmental Research Communications*, 3(9), p.095001.
- Costa,H.,Franco,G.,Unsal,F.,Mudigonda,S. and Caldas,M.P.,2024. The heatison: Heatstress, productivity and adaptation among firms. *Documents de travail du Département des Affaires économiques de l'OCDE*
- Foster,J.,Smallcombe,J.W.,Hodder,S.,Jay,O.,Flouris,A.D.,Nybo,L. and Havenith,G.,2021. An advanced empirical model for quantifying the impact of heat and climate change on human physical work capacity. *International journal of biometeorology*, 65(7), pp.1215-1229.
- Hughes,B.R.,Chaudhry,H.N.andGhani,S.A.,2011. A review of sustainable cooling technologies in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), pp.3112-3120.
- INS,2023.[CompteSatelliteduTourisme2023|INS](#)
- Letschert,V.,Agarwal, S. and Park,W.Y.,2023. Cost-Benefit Analysis for Air Conditioner in Tunisia.
- Li,H.,Zhao,Y.,Wang,C.,Ürge-Vorsatz,D.,Carmeliet,J.andBardhan,R.,2024. Cooling efficacy of trees across cities is determined by background climate, urban morphology, and tree trait. *Communications Earth & Environment*,5(1),p.754.
- Liu,Y.,Song,C.,Ye,S.,Lv,J.andGao,P.,2025. Daily Max Simplified Wet-Bulb Globe Temperature and its Climate Networks for Teleconnection Study, 1940–2022. *Scientific Data*, 12(1), p.584.
- MedECC, 2024: Summary for Policymakers. In: *Climate and Environmental Coastal Risks in the Mediterranean*. Djoundourian, S., Lionello, P., Llasat, M.C., Guiot, J., Cramer, W., Driouech, F., Gattacceca, J.C.,-Marini,K.(eds.).MedECC Reports. MedECC Secretariat, Marseille, France, pp.28, ISBN: 978-2-493662-03-3, doi: 10.5281/zenodo.10722133
- Trade Unions, 2024. [Tunisia-Trade-Fact-Sheet.pdf](#)
- Mistry,M.N.,2020.A high spatiotemporal resolution global gridded data set of historical human discomfort indices. *Atmosphere*, 11(8), p.835.
- Mokni, A., Soussi, N., Ammar, M. and Mhiri, H., 2023. Optimum fenestration characteristics in mediterranean Tunisian context: Anenergetic, economic and environmental (EEE) study. *Energy Reports*, 10, pp.2448-2466.
- Ponticelli,J.,Xu,Q.and Zeume,S.,2023.Temperature,adaptation,and local industry concentration. NBER Working Paper, (w31533).
- Thompson, C., Ferrie, L., Pearson, S.J., Highlands, B. and Matthews, M.J., 2024. Do extreme temperatures affect cognition? A short review of the impact of a cute heat stress on cognitive performance of fire fighters. *Frontiers in psychology*, 14, p.1270898.
- World Bank,2023. Tunisia Economic Monitor: Reforming energy subsidies for a more sustainable Tunisia. [World Bank Document](#)

Wright, C.Y., Kapwata, T., Kunene, S., Kwatala, N.,Mahlangeni, N., Laban, T. and Webster, C., 2025. Heat in the transport sector: measured heat exposure and interventions to address heat-related health impacts in the minibus taxi industry in South Africa. International Journal of Biometeorology, pp.1-13.

World Resources Institute 2025. From Work to Transportation, Extreme Heat is Reshaping Urban Life: [From Work to Transportation, Extreme Heat Is Reshaping Urban Life | World ResourcesInstitute](#)

asectu.contact@gmail.com

Résidence Yosr, Apt B5 Avenue Hédi Noura, 2037 Enaser

*Ce Policy Brief est soutenu par Savoirs éco, projet financé par l'Union européenne et mis en œuvre par Expertise France qui vise à appuyer les Structures Productrices de Savoirs à vocation Économique (SPSE) en Tunisie.*