



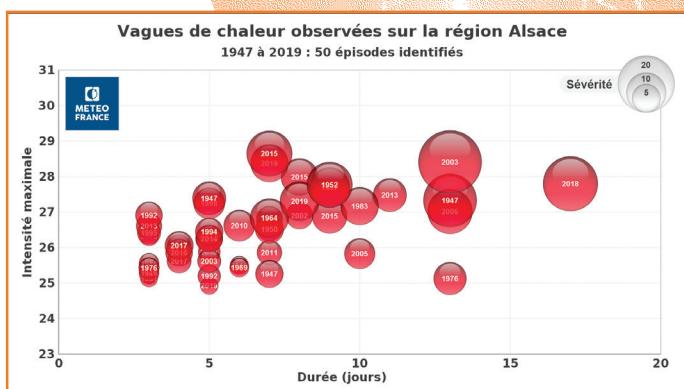
### Un réchauffement plus marqué l'été dans le Rhin supérieur



Photo Pascal Taburet, Météo France

Le réchauffement, plus important l'été que l'hiver, s'accompagne de vagues de chaleur plus fréquentes, plus longues et plus intenses dans le Rhin supérieur. Cependant, les projections se différencient clairement selon le scénario climatique à venir, et leur amplification sera moindre dans un scénario avec une forte politique climatique.

Les vagues de chaleur s'accompagnent d'impacts dommageables pour l'activité humaine : un fort chauffage diurne et des températures maximales très élevées, mais aussi des nuits tropicales, particulièrement nuisibles pour la santé, qui amplifient le stress dû à la chaleur, et une aggravation du phénomène dans les villes, due à l'îlot de chaleur urbain. Il en résulte un besoin croissant d'adaptation de la part des citoyens et des entreprises.



La vague de chaleur la plus marquante en Alsace est celle d'août 2003, par sa durée (13 jours, comparable à celle de 2006 et 1976), son intensité (température moyenne quotidienne pour plusieurs stations de référence en Alsace de l'ordre de 28,5°C, comparable à l'un des épisodes de l'été 2015), et également sa sévérité (intensité de l'épisode intégrée sur sa durée), correspondant à la taille de la bulle. Mais l'été 2018 la bat sur la durée, avec 17 jours de canicule consécutifs, du 24 juillet au 9 août.

### Qu'est-ce qu'une vague de chaleur ?

Les vagues de chaleur correspondent à des températures anormalement élevées, tant pour les maximales quotidiennes que pour les minimales, observées pendant plusieurs jours consécutifs. Il n'existe pas de valeur adoptée universellement pour les définir en raison de la diversité des climats à l'échelle de la planète. Les niveaux de température et la durée de l'épisode qui permettent de caractériser une vague de chaleur varient donc selon les régions.

Les vagues de chaleur observées en Alsace ont vu leur fréquence augmenter significativement : on en recense 16 sur la première moitié de la période 1947-2019, et 34 sur la seconde moitié. L'été 2003 reste une référence en terme de sévérité de vague de chaleur, mais 2018 détient à présent le record de durée. Les années 2019, 2015 et 2013 sont également remarquables, avec 3 épisodes durant les périodes estivales. Quelques épisodes plus anciens, comme les étés 1983 et 1976, rappellent la grande variabilité interannuelle du climat.

## / VAGUES DE CHALEUR /

### Evolution en climat futur

On estime qu'il y aura 2 à 4 fois plus de vagues de chaleur à horizon moyen (2021-2050) que pour la période (1976-2005). Il y aurait un épisode au moins aussi sévère que 2003 tous les 15 ans.

Le nombre de vagues de chaleur sera 4 fois plus important dans un scénario avec une politique climatique qui conduirait à stabiliser le réchauffement climatique avant la fin du siècle.

En revanche, sans politique climatique, le nombre de jours de vagues de chaleur sera 5 à 7 fois supérieur à la période de référence et ces événements deviendront possibles de mai à octobre.

### Nuits tropicales

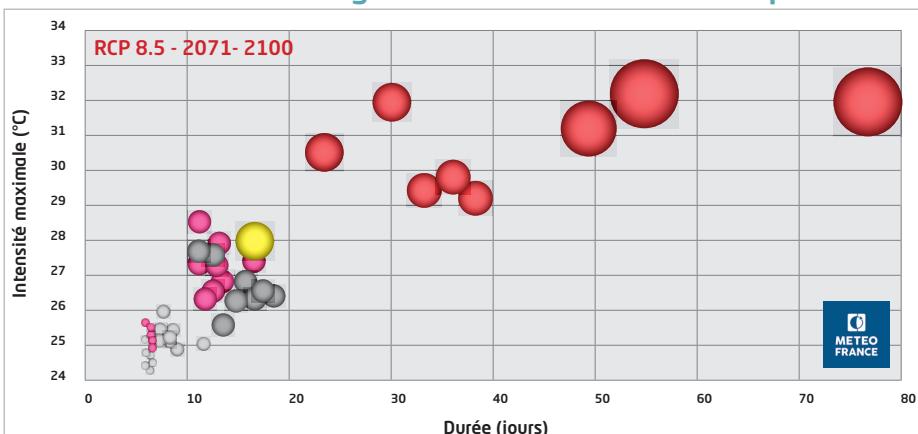
Une nuit tropicale est une nuit durant laquelle la température ne descend pas en-dessous de 20°C. Bien que relativement rares en Europe centrale, le nombre de nuits tropicales augmente avec le réchauffement climatique. Elles surviennent généralement avec les vagues de chaleur et sont souvent accompagnées d'un temps chaud et humide.

En raison du faible refroidissement nocturne, les nuits tropicales ont une influence négative sur le sommeil, sur le bien-être général, et donc sur la concentration et les performances de nombreuses personnes. Les nuits tropicales intensifient le stress thermique, en particulier pendant les longues vagues de chaleur, car le corps ne peut plus se régénérer, même de nuit, ce qui augmente le risque de maladies cardiovasculaires. Les personnes âgées, les femmes enceintes, les enfants et les personnes souffrant de handicaps physiques sont les principaux groupes à risque.

Les cartes montrent que dans la région du Rhin supérieur, on peut s'attendre à une augmentation significative des nuits tropicales, avec une grande différence entre l'avenir proche et l'avenir lointain : alors que dans un avenir proche (2021-2050), l'augmentation dans la plaine du Rhin supérieur est généralement de 5-8 nuits par an, elle dépasse 17 nuits par an dans une grande partie de cette plaine à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (2071-2100). À titre de comparaison : au cours de la période 1971-2000, on n'a compté en moyenne que 0,3 - 3 nuits tropicales par an dans la plaine du Rhin supérieur. Le nombre de nuits tropicales va donc plus que doubler à court terme, et à long terme un décuplement est possible localement !

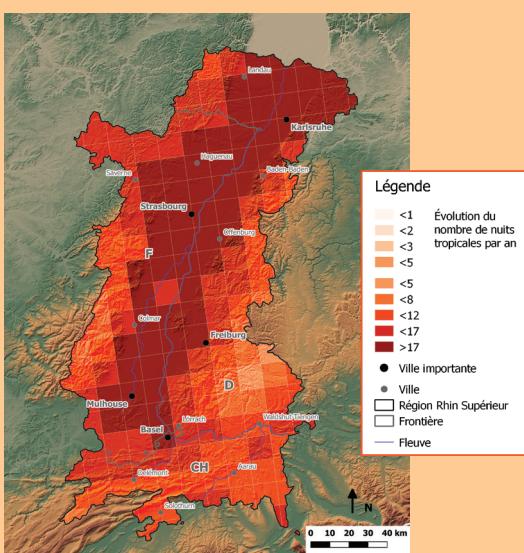
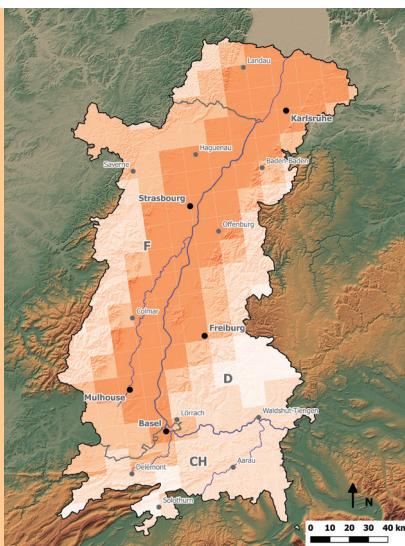
Les nuits tropicales pourront également se produire dans les régions plus hautes des montagnes (*environ 2 à 8 nuits par an pour la Forêt Noire, les Vosges et le Jura Suisse*) où les nuits tropicales sont encore peu connues à présent.

### Évolution des vagues de chaleur en scénario pessimiste



### L'îlot de chaleur urbain

Les villes sont particulièrement concernées par les vagues de chaleur du fait de l'accumulation de matériaux qui absorbent la chaleur : bâtiments, chaussées, surfaces goudronnées... Cette chaleur emmagasinée pendant les journées de canicule se dissipe difficilement durant la nuit, car elle est rayonnée par ces matériaux. La ville connaît alors des températures supérieures de plusieurs degrés à la campagne environnante. La topographie de la ville, ses rues pouvant créer un «effet canyon», le pouvoir plus ou moins réfléchissant des matériaux, les espaces verts et la présence de cours d'eau peuvent amplifier ou réduire cet îlot de chaleur urbain. En fonction de ces facteurs, il existe donc des écarts notables entre les différents quartiers d'une même ville.



*Augmentation du nombre de nuits tropicales dans le Rhin supérieur, en haut, dans un avenir proche (2021-2050) en bas, dans un avenir lointain (2071-2100), en comparaison à la période 1971-2000 et en scénario pessimiste (RCP8.5)*

*Quelle: Riach, Scholze, Glaser et al. (2019)  
www.georhena.eu/de/kartensammlung\_klimawandel*

*En gris, les vagues de chaleur observées, en jaune, celle de 2003.*

*En rose, les projections à court et moyen terme, en rouge, les projections pour la fin du XXI<sup>e</sup> siècle dans le contexte d'un scénario sans politique climatique. Les records quotidiens l'été pourraient dépasser 55°C dans la région Rhin supérieur.*





## Conséquences et risques pour l'entreprise

Les vagues de chaleur ont un fort impact sur la santé humaine (*coups de chaleur, fatigue, difficulté de concentration...*), en particulier lorsque les températures nocturnes restent élevées.

**Les ressources humaines** de l'entreprise sont donc très concernées par l'augmentation de ce phénomène et peuvent subir des incidences sur l'organisation de l'entreprise (*absence, accident de travail*).

**Les processus de production** peuvent aussi être sensibles à des températures très élevées, particulièrement lorsque des machines fonctionnent dans des ateliers à la température non contrôlée. Des risques de panne apparaissent.

Les vagues de chaleur peuvent amplifier tous les phénomènes liés à la difficulté de refroidir des processus qui chauffent (*par exemple, des fours de cuisson de l'email*).

Lorsque les processus de production sont situés dans des espaces à la température contrôlée, c'est **la consommation d'énergie** qui augmente et donc une facture d'énergie plus élevée.

Les vagues de chaleur font peser des risques sur **les systèmes informatiques** des entreprises, ainsi que sur les installations électriques. Ces risques peuvent évoluer jusqu'à l'arrêt des systèmes de production et/ou des problèmes de sécurité majeurs, comme des incendies ou des explosions.

Lorsque l'entreprise utilise ou stocke des produits sensibles à la chaleur (*peintures, pigments, produits pharmaceutiques et alimentaires...*), les vagues de chaleur peuvent altérer et endommager **les stocks** éventuels.

### Exemple de chaîne d'impact de l'aléa vague de chaleur sur une entreprise

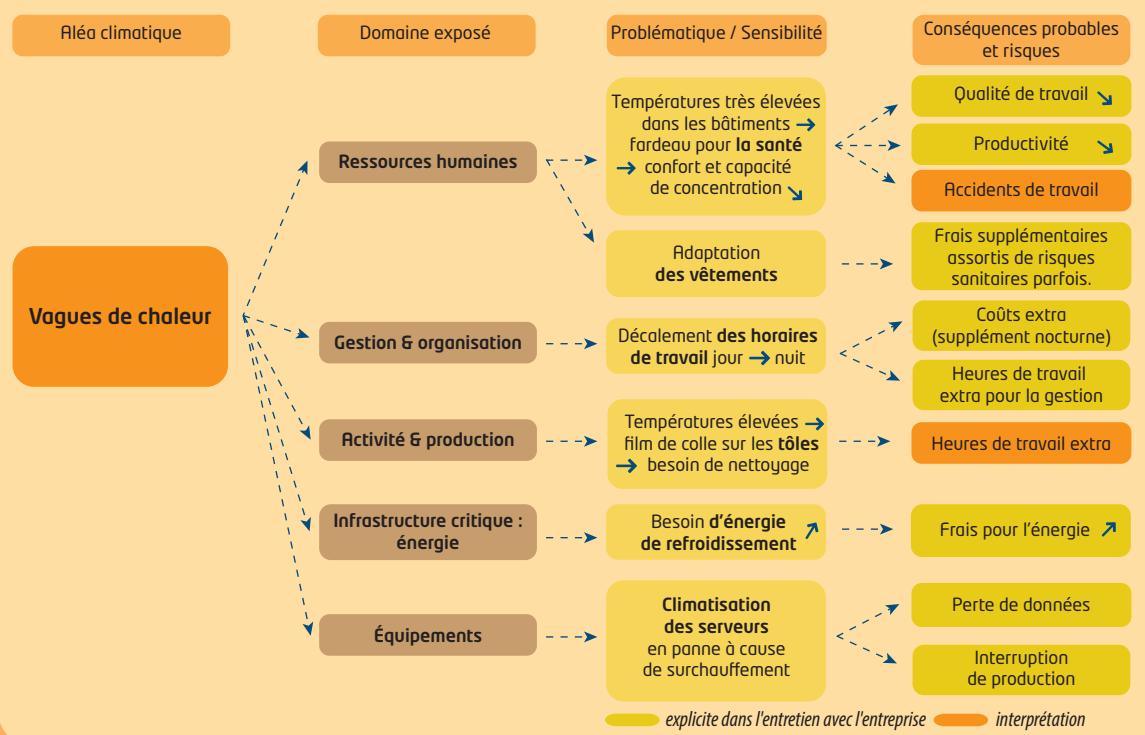


Photo: Cyril Comtat - Fotolia.com

Si les projections se différencient clairement, il est sûr que les vagues de chaleur dans la région du Rhin supérieur seront plus fréquentes et plus intenses, ainsi que les nuits tropicales, particulièrement nuisibles pour la santé, qui amplifient le stress dû à la chaleur.



## Témoignages :

### Dans le secteur du bois :

«Nous on a toujours fait attention à ne pas scier par les grosses chaleurs... d'empiler le bois d'une certaine façon pour que les vents dominants n'assèchent pas le bois...»

Le produit qui pourrait être impacté c'est les planches de chêne qui sont sur le chantier 6 à 8 mois et qu'on fait sécher. S'il fait d'un coup très chaud et très sec, le séchage va se faire différemment et risque d'abîmer le bois...»



### Dans le secteur agroalimentaire :

«En 2011, on regardait les indicateurs de rendement pendant la canicule. Pendant la canicule, ça se casse la gueule. L'année dernière, on a eu trois semaines en juillet où il faisait 40°C, en début juillet. Il y a eu une baisse de rendement. Aujourd'hui, ça devient un problème. Est-ce que demain on arrivera encore à travailler dans cette usine quand il y aura des grosses chaleurs ? L'électronique ne fonctionne plus. Les variateurs se mettent en défaut. On est obligé de mettre des climatiseurs dans les armoires électriques et eux-mêmes ne suffisent plus.»



# Les solutions d'adaptation possibles



## Dans l'entreprise en général :

- S'assurer de l'existence d'un plan canicule.

## Serveurs informatiques, transformateurs... :

- Installer un doublon pour prendre le relais en cas de panne.
- Eviter les installations dans les pièces qui chauffent fortement
- Installer un doublon pour prendre le relais en cas de panne.

## Logistique :

- Baïsser la vitesse maximale de circulation des camions sur les autoroutes afin de limiter les émissions de polluants.

## Ressources humaines :

- Faire un diagnostic des ambiances thermiques
- Caractériser l'exposition des personnels selon leurs activités et leur lieu de travail
- Assurer l'approvisionnement en eau fraîche pour le personnel
- Autoriser des vêtements adaptés quand c'est possible
- Mettre à la disposition des travailleurs un local de repos adapté aux conditions climatiques
- Informer les personnels des risques, des moyens de prévention et des symptômes liés à un coup de chaleur
- Prévoir un système de ventilation pour les postes les plus exposés
- Prévoir une aide mécanique à la manutention
- Anticiper au maximum les changements de planning pour permettre aux personnels de s'organiser

## Ressources humaines, logistique :

- Revoir les horaires de travail de manière à éviter les heures les plus chaudes
- Alternance des équipes de jour et de nuit
- Aménagement d'espaces de fraîcheur dédiés aux pauses, instaurées de manière plus régulière
- Equipement en eau fraîche des postes de travail, etc.

## Aménagement du site et des bâtiments :

- Prévoir un plan d'investissement pluri-annuel qui intègre le changement climatique
- Assurer la ventilation des locaux
- Aménager un système de rafraîchissement de l'entreprise (bureaux et lieux de stockage)
- Anticiper la canicule en rafraîchissant les bâtiments avant le début de l'événement : free cooling ou méthode de refroidissement passif
- Installer des systèmes de mesure dans différentes zones pour contrôler la température (points sensibles en particulier)
- Peindre les toitures en blanc pour réfléchir le rayonnement solaire
- Arroser les toitures
- Intégrer des systèmes de circulation d'air
- Végétaliser le site : les végétaux absorbent du CO<sub>2</sub> et ont un effet rafraîchissant par évapotranspiration
- Protéger certaines installations sensibles avec un dôme d'air frais

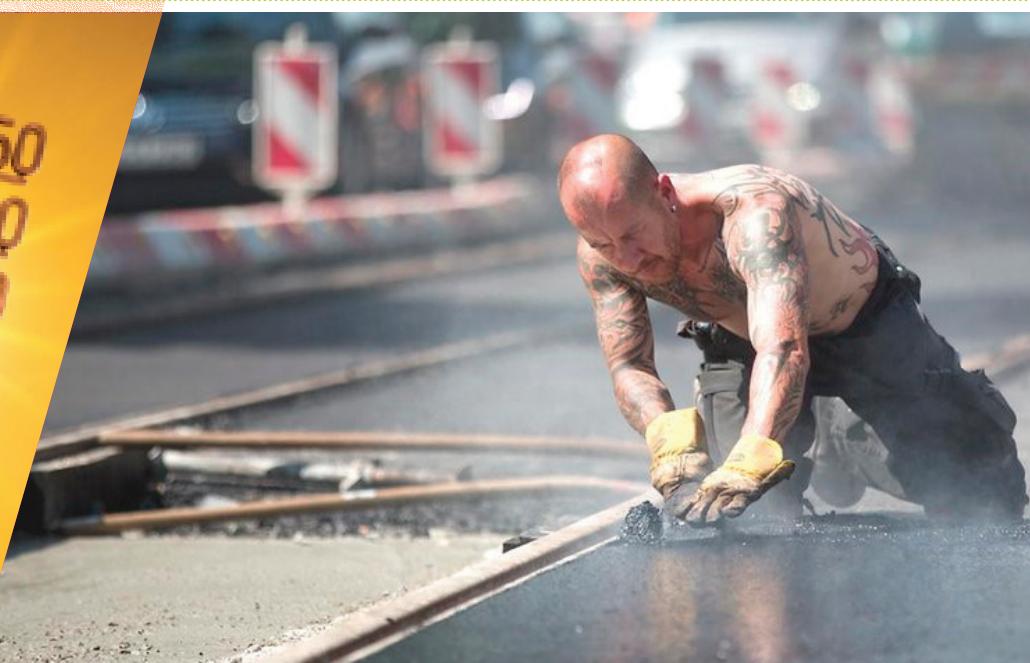
## Attention : Certaines mesures d'adaptation ont des effets indirects qui aggravent le réchauffement global et amplifient la charge thermique locale !

Les systèmes de climatisation consomment beaucoup d'énergie et produisent des gaz à effet de serre, s'ils ne sont pas alimentés par des énergies renouvelables. Ils rejettent également la chaleur vers l'extérieur et contribuent à augmenter la température ambiante.

L'utilisation de matériaux absorbant la chaleur, comme le goudron d'un parking, contribue à faire monter la température en journée et à ralentir le refroidissement nocturne par rayonnement.

## Quelques conseils concernant la conception innovante de bâtiments permettant de conserver la fraîcheur et de ne pas créer d'effet de serre :

- Choix de matériaux à forte masse volumique ou forte chaleur massique (pour renforcer l'inertie thermique)
- Isolation adéquate, parois externes à fort pouvoir de réflexion externe (pour renvoyer le rayonnement solaire)
- Installation de faux plafonds avec comble ventilé
- Vitrage à faible facteur de transmission et fort coefficient de réflexion



## Partenaires cofinanceurs / Kofinanzierende Partner



## Partenaires associés / Assoziierte Partner

