

Travailler par de fortes chaleurs en été

Des conditions climatiques caniculaires exceptionnelles sont à l'origine d'accidents du travail (dont certains mortels). Ce dossier décrit les réactions de l'organisme lorsqu'il est confronté à des conditions climatiques de fortes chaleurs. Il propose une aide à l'évaluation des risques liés à une chaleur caniculaire en milieu professionnel. Plusieurs pistes pratiques de prévention (organisation du travail, hygiène de vie et mesures comportementales, aménagements, recommandations techniques) vous sont proposées.

Généralités

- Situations d'accidents liées aux périodes de fortes chaleurs
- Quelques chiffres
- Adaptation à la chaleur et effets sur l'homme
- Mécanismes de régulation
- Risques de la chaleur sur la performance et la productivité
- Risques pour la santé
- Effets d'une exposition prolongée à la chaleur
- Niveaux de gravité des risques
- Coup de chaleur
- Signes d'alerte et premiers symptômes
- Premières mesures de secourisme
- Mesures prévues par la réglementation française

Evaluation du risque

- Facteurs de risques
- Facteurs climatiques
- Définition de la journée « inhabituellement chaude »
- Utilisation du « Heat index », combinaison des facteurs température / humidité de l'air
- Facteurs inhérents au poste de travail ou à la tâche à exécuter
- Caractérisation de la charge physique au poste de travail
- Facteurs individuels
- Recommandations relatives à cette grille d'évaluation
- Méthodes de référence : pour indication

Recommandations et mesures de prévention

- Conditions de travail
- Organisation du travail
- Mesures comportementales et hygiène de vie
- Mesures techniques : conception des locaux et/ou aménagement de situations de travail
- Mesures ponctuelles
- Mesures correctives pour des bâtiments existants
- Mesures préventives à prendre dès la conception de nouveaux bâtiments
- Réduire les apports thermiques externes
- Réduire les apports thermiques internes
- Systèmes rafraîchissant ou climatisant l'atmosphère

Confort thermique : quelques notions

- Le confort thermique, c'est quoi ?
- Le confort thermique, pourquoi ?
- Le confort thermique, dans quelles conditions ?

Ce dossier (créé en juillet 2004) traite uniquement des problèmes posés par la chaleur lors de périodes caniculaires. Il ne traite pas de la prévention des risques professionnels spécifiques aux activités exposant à des températures élevées telles que l'on peut les éprouver dans la sidérurgie, les mines ou les verreries... Il présente une approche pratique et accessible à tous, tout en rappelant les méthodes de référence largement utilisées par les spécialistes des ambiances thermiques.

Téléchargez notre dépliant de sensibilisation "Travail et chaleur d'été" (ED 931) qui énumère les principales mesures de prévention.

■ Généralités

L'exposition à la chaleur peut être à l'origine de troubles sérieux chez un individu. En effet, la température corporelle de l'homme doit demeurer constante (homéothermie), quel que soit son environnement thermique. Les mécanismes de régulation permettant ce maintien de la température peuvent être débordés, notamment en période caniculaire. Le risque pour la santé sera d'autant plus important que l'organisme n'y est pas préparé (acclimatement).

Sur le lieu de travail, une combinaison de facteurs individuels (âge, santé physique, état de fatigue, dépense physique inhérente à la tâche...) et collectifs (organisation de l'activité, conditions de travail...) joue alors un rôle prépondérant non seulement sur la santé, mais aussi sur l'altération des performances mentales et physiques des individus.

Lors des étés 2003 et 2006 notamment, plusieurs accidents du travail (certains ayant entraîné la mort) ont directement pu être imputés à la chaleur. Les activités physiques extérieures (du type travaux dans le BTP) ne sont pas les seules concernées.

□ Situations d'accidents liés aux périodes de fortes chaleurs

Ces deux exemples sont adaptés de cas réels.

1er cas d'accident : Yann, 19 ans, apprenti menuisier

Le premier jour de canicule de la saison surprend tout le monde. Fin juin, le thermomètre affiche déjà plus de 30 °C. Apprenti dans une menuiserie, Yann, 19 ans doit s'occuper d'un déchargement de matériel dans une cour située à un peu plus de 1,5 km de l'atelier où il travaille habituellement. Ce début d'après-midi, il s'y rend en voiture. Arrivé sur place, Yann a soif. Zut ! L'eau est restée à l'atelier. Tant pis. Pris par le temps, il renonce à faire demi-tour. « Avec cette chaleur, mieux vaut s'économiser, se dit-il. La bière du déjeuner m'aidera à tenir ». Il s'attelle à la tâche. Alors que le matin, l'atmosphère moite qui régnait dans l'atelier avait provoqué chez le jeune homme une sudation excessive, il réalise, que finalement, il sue beaucoup moins à l'extérieur. En revanche, Yann a des maux de tête, puis des crampes musculaires. A plusieurs reprises, il éprouve une forte sensation de chaleur et quelques difficultés à se concentrer sur sa tâche. Une heure trente plus tard, alors qu'il reprend le volant, il est pris d'un malaise et perd le contrôle de son véhicule.

2e cas d'accident : Eric, 42 ans, ouvrier du bâtiment

Lundi 11 août. Eric, 42 ans, reprend le travail après un arrêt maladie. La canicule, qui s'est abattue sur le pays il y a une dizaine de jours ne faiblit pas. La nuit précédente, la température a même atteint des records historiques : à Paris, elle n'est pas descendue en dessous de 25,5 °C. Et Eric a eu du mal à trouver le sommeil.

Ce lundi matin, Eric rejoint trois collègues sur un chantier de construction d'une maison individuelle. Avec eux, il doit notamment poser des éléments préfabriqués en béton, déchargés et stockés à l'entrée du chantier, en plein soleil. En début de matinée, Eric boit beaucoup. Mais très vite, l'eau n'est plus très fraîche... Pris par les cadences de son travail, il ne prête pas attention à la sensation de faiblesse et de fatigue qu'il ressent. Il l'attribue au manque de sommeil. A 11 h, alors qu'il a définitivement renoncé à boire de l'eau tiède, il est en proie aux premiers étourdissements. A plusieurs reprises, ses collègues s'inquiètent de son état, sans qu'aucun ne reconnaisse le coup de chaleur. Après le déjeuner, alors qu'il s'apprête à reprendre son activité, Eric perd conscience.

□ Quelques chiffres

Les vagues de chaleur sont généralement associées à une élévation de la mortalité dans la population. Il s'agit des personnes les plus sensibles à la chaleur, notamment les nourrissons, les personnes âgées, les personnes atteintes d'un handicap ou d'une maladie chronique, les sportifs...

Les travailleurs effectuant des tâches physiques pénibles sont également concernés.

En 2003, 15 décès probables par coup de chaleur ont pu être dénombrés en milieu professionnel, principalement dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (d'après les données recueillies auprès des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM), données ne concernant que le régime général de la Sécurité sociale). Ces données mettent en lumière les effets d'une activité physique intense par temps de canicule, y compris chez les personnes jeunes.

Lors de la courte vague de chaleur observée en 2005, aucun décès professionnel n'a été rapporté. En 2006, la France traverse à nouveau une période de canicule et l'on déplore à ce jour plusieurs décès par coup de chaleur (dont deux ouvriers sur des chantiers, un couvreur et un chauffeur-livreur).

□ Adaptation à la chaleur et effets sur l'homme

■ Mécanismes de régulation

Afin de maintenir sa température corporelle à 37 °C, l'organisme fait appel à des mécanismes de thermorégulation (physiologiques), ainsi qu'à des mécanismes comportementaux. L'acclimatement et des facteurs individuels peuvent également influencer la thermorégulation.

■ Mécanisme physiologique

Dans un environnement neutre, la température interne de l'organisme est maintenue à 37°C.

Lors de variations environnementales, un « thermostat biologique », localisé au niveau cérébral (centre thermorégulateur hypothalamique), équilibre l'excès de production de chaleur due à l'activité des muscles et du foie, et de la perte de chaleur par la peau et les poumons. Cette régulation thermique est assurée notamment par le débit sanguin cutané (dilatation des vaisseaux cutanés) et par la transpiration. Ces mécanismes d'adaptation ont toutefois des limites. Ainsi, lors d'une activité physique intense, il peut arriver que la dilatation des vaisseaux cutanés (vasodilatation) ne puisse plus augmenter sans provoquer une chute de la tension artérielle. Dans ce cas, la régulation de cette dernière devient prioritaire par rapport à la régulation de la température.

Mécanismes comportementaux

Pour améliorer sa tolérance à la chaleur, l'homme peut avoir recours à différentes attitudes comportementales :

- Se lever plus tôt, changer ses horaires de travail...
- Boire plus et alléger ses repas.
- Porter des vêtements plus légers, des vêtements de protection, des vêtements moins absorbants vis-à-vis des rayonnements thermiques...
- Se mettre ou travailler à l'ombre, se protéger par des écrans (stores, parasols...).
- Limiter sa dépense énergétique (temps de repos, réduction du travail aux heures les plus chaudes, ralentissement de son activité...).

Ces réactions comportementales sont illustrées par les particularités des modes de vie dans les pays chauds (architecture, horaires d'activité, régimes alimentaires, coupe et couleurs des vêtements).

Facteurs influençant la thermorégulation

Si les réactions physiologiques des personnes travaillant à la chaleur sont semblables, leur intensité varie selon les individus. Les variations inter-individuelles sont importantes et principalement influencées par l'acclimatement, l'entraînement physique, l'âge, le sexe, le poids, le régime alimentaire et la prise de médicaments.

Acclimatement

Sous l'effet d'expositions répétées ou prolongées, l'homme acquiert une meilleure tolérance à la chaleur.

Cet acclimatement est généralement obtenu en 8 à 12 jours. Toutefois, il n'est que transitoire puisqu'il s'atténue puis disparaît totalement 8 jours après l'arrêt de l'exposition.

Une période de vacances dans un environnement différent supprime en général complètement les adaptations liées à l'acclimatement.

Un sujet acclimaté présente :

- une meilleure efficacité de la transpiration (déclenchement plus précoce, sudation plus abondante...),
- une réduction du risque de déshydratation,
- un coût cardio-vasculaire moins élevé.

Entraînement et condition physique

L'entraînement améliore la performance à l'effort du système cardio-vasculaire. Le sujet entraîné dispose donc d'une « réserve » cardio-vasculaire plus importante que le sujet non entraîné lorsqu'il est exposé à la chaleur.

Age

La tolérance à la chaleur diminue avec l'âge. Ceci explique les conséquences de l'exposition à la chaleur des personnes âgées, pouvant être parfois graves, voire fatales.

Genre

Les femmes semblent moins bien supporter les fortes chaleurs que les hommes, mais cette différence disparaît lors de l'acclimatement. La grossesse réduit aussi la résistance à la chaleur.

Masse corporelle

L'obésité ou la maigreur excessive réduisent la tolérance à la chaleur.

Régime alimentaire et prise de médicaments

La consommation d'alcool, la prise de certains médicaments (neuroleptiques, barbituriques...) peuvent réduire la tolérance à la chaleur. Le régime sans sel, les diurétiques peuvent aggraver certains effets tels que la déshydratation.

■ Effets de la chaleur sur la performance et la productivité

Des altérations fonctionnelles physiologiques simples sont facilement mises en évidence (modifications de la préhension par des mains moites par exemple), mais les effets psychologiques sont également présents. De nombreuses études, dont les résultats sont

parfois contradictoires, ont mis en évidence l'augmentation du temps de réponse ainsi que celle des erreurs ou omissions lors de l'exposition à la chaleur. Les critères de précision d'une tâche sont toujours détériorés par les ambiances chaudes. Les réactions à la chaleur concernant la performance et la productivité sont également fonction de la tâche et de son intérêt. Des altérations de la sécurité et de la productivité sont observées lors d'un travail physique intense.

□ Risques pour la santé

■ Risques d'une exposition prolongée à la chaleur

L'exposition à la chaleur peut conduire à des pathologies du fait soit de la mise en jeu des mécanismes de thermorégulation soit du dépassement de leurs capacités.

Une transpiration abondante et prolongée peut provoquer une perte de sels minéraux (déficit ionique), une déshydratation ou un épuisement thermique.

Le déficit ionique est responsable de **crampes de chaleur**.

La **déshydratation** est liée à la transpiration. La production horaire de sueur peut atteindre 0,75 litres par heure (l/h) chez un sujet non acclimaté, et 1,2 l/h chez un sujet acclimaté à la chaleur ou physiquement très entraîné. Lorsque ces pertes hydriques ne sont pas compensées par un apport en eau équivalent, un état de déshydratation apparaît. L'accident de déshydratation peut survenir à partir du moment où la perte totale atteint 5 % du volume d'eau total de l'organisme.

L'**épuisement thermique** correspond à un début de coup de chaleur. La vasodilatation cutanée peut provoquer des altérations dont l'une des manifestations extrêmes est la syncope de chaleur. Celle-ci survient généralement après une longue période d'immobilité dans une ambiance chaude. Elle peut également être observée lors de l'arrêt d'un travail physique dur et prolongé en ambiance chaude. Elle se traduit par une perte de connaissance soudaine et brève, conséquence de la mise en jeu excessive de la dilatation des vaisseaux cutanés avec chute de la tension artérielle et réduction de l'irrigation sanguine du cerveau.

Les effets liés à la décompensation de la thermorégulation sont également importants, en particulier le **coup de chaleur**. Il est rare mais son pronostic est très grave. Il est la conséquence de l'arrêt de la sudation qui peut survenir lors de toute exposition à une contrainte thermique sévère ou chez le travailleur portant des vêtements imperméables à la vapeur d'eau.

Pour en savoir plus, consultez le paragraphe « Coup de chaleur ».

■ Niveaux de gravité des risques

Les risques pour la santé peuvent être répartis en 4 niveaux de gravité.

Risques pour la santé d'une exposition à la chaleur : symptômes et niveaux de gravité		
Niveau	Effets de la chaleur	Symptômes et conséquences
Niveau 1	Coup de soleil *	Rougeur et douleur, oedème, vésicules, fièvre, céphalées
Niveau 2	Crampes de chaleur	Spasmes douloureux (jambes et abdomen), transpiration
Niveau 3	Epuisement	Forte transpiration, faiblesse, froideur et pâleur de la peau, pouls faible, température normale
Niveau 4	Coup de Chaleur	Température corporelle supérieure à 40,6 °C, peau sèche et chaude, pouls rapide et fort, perte de conscience possible. Décès possible par défaillance de la thermorégulation.

** consécutif à une exposition au soleil (ultraviolets) (d'après la définition de la Croix rouge américaine)*

■ Coup de chaleur

Le coup de chaleur est une **urgence vitale**.

Il correspond à une élévation de la température du corps au delà de 40,6 °C. Le coup de chaleur est mortel dans 15 à 25 % des cas. Il doit être pris en charge et soigné rapidement pour qu'il n'entraîne pas de séquelles.

Signes d'alerte et principaux symptômes

Les signes d'alerte sont les plus importants à connaître et doivent éveiller l'attention afin de pouvoir réagir précocement :

- signes généraux : céphalée, étourdissements, atonie ou fatigue ;
- signes cutanés : peau sèche et chaude ;
- signes neuro-sensoriels : désorientation, agitation ou confusion, hallucinations, perte de conscience.

Au stade d'apparition des premiers symptômes, il s'agit d'une urgence vitale. La personne souffre d'une hyperthermie et de perte de conscience. Elle est sujette à des vomissements, des nausées, au délire, voire à des convulsions. Sa peau est chaude et sèche (elle ne transpire pas). Ses pupilles sont dilatées.

La probabilité de survie et de guérison sans séquelle dépend de la précocité du traitement qui consiste à refroidir la personne le plus rapidement possible.

Coup de chaleur	
Symptômes généraux	<ul style="list-style-type: none"> - Hyperthermie : température interne supérieure à 40,6°C - Tachycardie : pouls rapide - Respiration rapide - Céphalées - Nausées, vomissements
Symptômes cutanés	<ul style="list-style-type: none"> - Peau sèche, rouge et chaude - Absence de transpiration
Symptômes neuro-sensoriels	<ul style="list-style-type: none"> - Confusion, comportement étrange, délire, voire convulsions - Perte de connaissance éventuelle - Pupilles dilatées

Premières mesures de secourisme

Coup de chaleur : conduite à tenir pour les secouristes
<ul style="list-style-type: none"> - Alerter ou faites alerter les secours : Samu (15) ou Pompiers (18). - Amener la victime dans un endroit frais et bien aéré. - La déshabiller ou desserrer ses vêtements. - Arroser la victime ou placer des linges humides sur la plus grande surface corporelle, en incluant la tête et la nuque, pour faire baisser sa température corporelle (à renouveler régulièrement). - Si la victime est consciente, lui faire boire de l'eau fraîche. - Si la victime est inconsciente, la mettre en position latérale de sécurité, en attendant les secours après mise en route des premières mesures de secourisme.

□ Mesures prévues par la réglementation française

Aucune indication de température n'est donnée dans le Code du travail. Cependant, certaines de ses dispositions consacrées à l'aménagement et à l'aération des locaux, aux ambiances particulières de travail et à la distribution de boissons répondent au souci d'assurer des conditions de travail satisfaisantes.

L'employeur prend, en application de l'article L. 4121-1 du Code du travail **les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs, en y intégrant les conditions de température.**

Il est en effet tenu de renouveler l'air des locaux de travail en évitant les élévations exagérées de températures (article R. 4222-1) et d'aménager les locaux de travail extérieurs de manière à assurer, dans la mesure du possible, la protection des travailleurs contre les conditions atmosphériques (article R. 4225-1). Dans les locaux à pollution non spécifique, c'est-à-dire ne faisant pas l'objet d'une réglementation spécifique, le renouvellement de l'air doit avoir lieu soit par ventilation mécanique soit par ventilation naturelle permanente.

Il met à disposition des salariés de l'eau potable et fraîche pour la boisson (article R. 4225-2).

Par ailleurs, **les dispositions prises pour assurer la protection des salariés contre les intempéries nécessitent l'avis du médecin du travail et du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT)**, ou à défaut des délégués du personnel (article R. 4223-15).

Le médecin du travail est le conseiller de l'employeur, des salariés, des représentants du personnel, des services sociaux, en ce qui concerne notamment :

- l'amélioration des conditions de vie et de travail dans l'entreprise ;
- l'adaptation des postes, des techniques et des rythmes de travail à la physiologie humaine ;
- la protection des salariés contre l'ensemble des nuisances, et notamment contre les risques d'accidents du travail ;

- l'hygiène générale de l'établissement ;
- la prévention et l'éducation sanitaires dans le cadre de l'établissement en rapport avec l'activité professionnelle (article R. 4263-1).

Le médecin du travail est habilité à proposer des mesures individuelles telles que mutations ou transformations de postes, justifiées par des considérations relatives notamment à l'âge, à la résistance physique ou à l'état de santé physique et mentale des travailleurs (article L. 4264-1).

L'employeur est tenu de prendre en considération ces propositions et, en cas de refus, de faire connaître les motifs qui s'opposent à ce qu'il y soit donné suite.

Depuis le 1er janvier 1993, le maître d'ouvrage se conforme à certaines règles relatives à l'aménagement des locaux de travail. Ainsi, « *les équipements et caractéristiques des locaux de travail sont conçus de manière à permettre l'adaptation de la température à l'organisme humain pendant le temps de travail, compte tenu des méthodes de travail et des contraintes physiques supportées par les travailleurs* » ; sachant que ces dispositions « *ne font pas obstacle à celles des articles L. 111-9 et L. 111-10 du code de la construction et de l'habitation relatives aux caractéristiques thermiques des bâtiments autres que d'habitation* » (articles R. 4213-7 à R. 4213-9 du Code du travail).

Sur les chantiers du BTP, les employeurs sont tenus de mettre à la disposition des travailleurs 3 litres d'eau, au moins par jour et par travailleur (article R. 4534-143 du Code du travail).

S'agissant de l'exercice du droit de retrait des salariés (article L. 4131-1), **il est rappelé que celui-ci s'applique strictement aux situations de danger grave et imminent**. Il est soumis à l'appréciation des tribunaux. Dans les situations de travail à la chaleur, une évaluation des risques et la mise en place de mesures de prévention appropriées permet de limiter les situations de danger.

■ Evaluation du risque

Il est fondamental d'identifier les risques inhérents au travail en ambiance thermique d'été, ainsi que les événements ou les facteurs qui peuvent conduire à la survenue de ces risques. Plusieurs facteurs doivent donc être pris en compte lors de cette évaluation : individuels, liés aux postes de travail, organisationnels et environnementaux.

En matière de travail en ambiance thermique d'été, certains risques spécifiques se sur-ajoutent aux risques habituellement encourus :

- un risque d'accident du travail consécutif à une perte de vigilance due à la chaleur ;
- un risque, pour le ou les individus exposés, de crampes musculaires ou de malaise ;
- un risque de coup de chaleur.

Rappelons que la loi du 31 décembre 1991 modifiée fait obligation à tout employeur de réaliser une évaluation des risques. Le décret du 5 novembre 2001 précise que la transcription des résultats de cette évaluation doit se faire dans un document unique.

Il oblige l'employeur à tenir à disposition ces résultats auprès du CHSCT ou à défaut des délégués du personnel, de l'inspecteur du travail, du médecin du travail, des agents des services de prévention des organismes de la Sécurité sociale.

□ Facteurs de risques

Aux facteurs climatiques et liés aux postes de travail s'ajoutent des facteurs individuels, qui doivent être connus et bien identifiés.

Cependant, certains de ces facteurs individuels ne peuvent être pris en compte que par le médecin du travail afin d'informer les salariés, d'adapter les recommandations à ces facteurs individuels et de conseiller les adaptations de postes tout en préservant la confidentialité médicale.

■ Facteurs climatiques

Définition de la journée « inhabituellement chaude »

Le « temps qu'il fait » est l'un des premiers facteurs à prendre en considération. **Vous devez être vigilant dès que la température ambiante (à l'ombre) dépasse dans la journée 30 °C.**

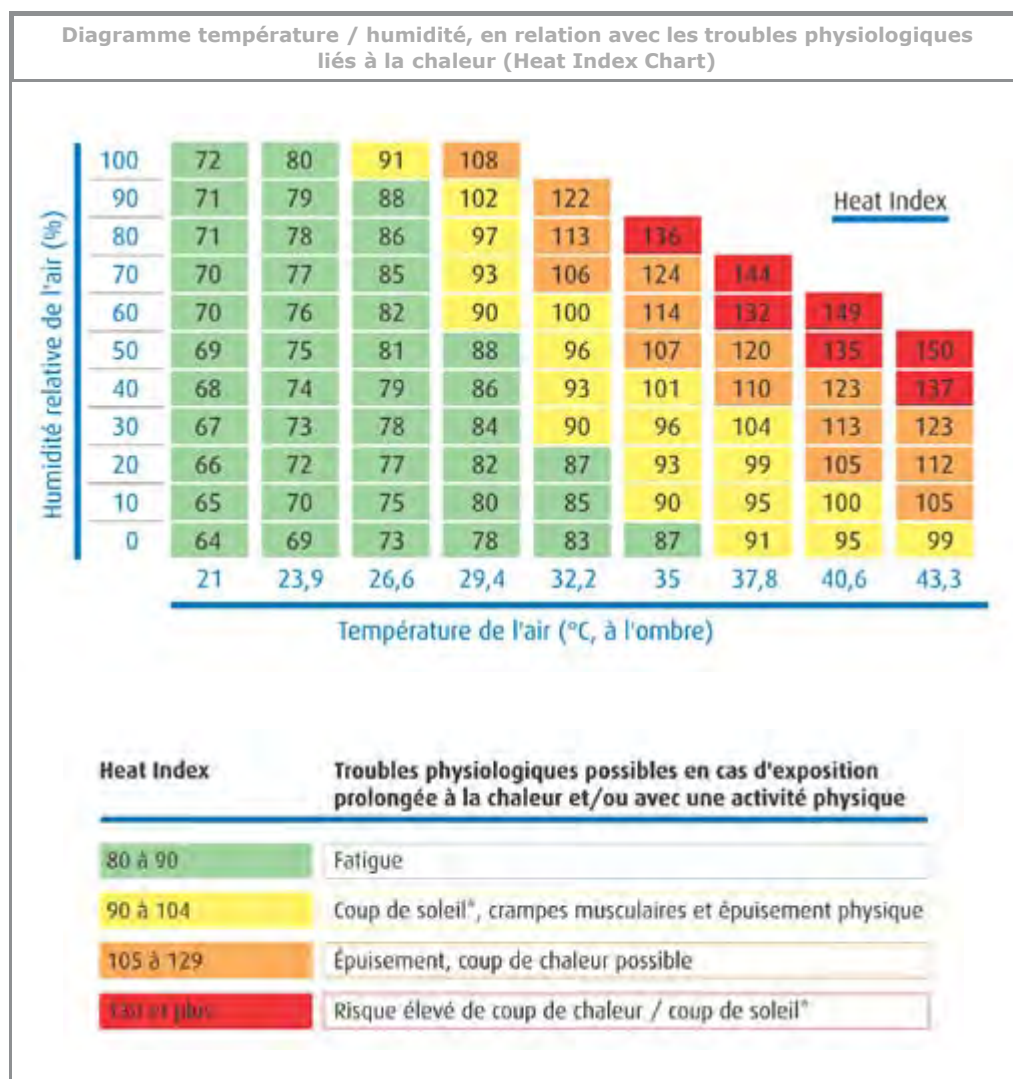
Le risque est accru par :

- des températures nocturnes supérieures à 25 °C (qui ne favorisent pas une récupération complète de l'organisme : inconfort thermique nocturne et sommeil de mauvaise qualité) ;
- une humidité relative de l'air élevée (supérieure à 70 %).

Le mieux est de se tenir informé en consultant quotidiennement les bulletins météo de votre région.

Utilisation du « Heat index », combinaison des facteurs température / humidité de l'air

Le risque « météorologique » peut être facilement évalué par la simple mesure de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air, avec utilisation du « Heat Index Chart ». Ce diagramme a été mis au point en 1985 par le département américain de météorologie nationale, afin de prévenir les accidents et les décès en cas de vague de chaleur en été. D'approche simple, ce « Heat Index » est aujourd'hui très largement utilisé.



d'après le National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1985). Afin de faciliter sa lecture et son utilisation, les valeurs absolues des indices (sans unité) ont été conservées. Seule l'échelle des températures a été convertie en °C.

* Consécutif à une exposition au soleil (rayonnements ultraviolets)

Avec une exposition de longue durée à la chaleur et/ou une activité physique, ce diagramme montre que toute combinaison humidité / température donnant un indice supérieur à 90 expose les travailleurs à un risque de coup de soleil, de crampes musculaires dues à la chaleur, ou d'épuisement physique.

Un indice supérieur à 105 indique un risque possible de coup de chaleur.

Attention : Ce « Heat Index » est établi pour des conditions nuageuses (températures mesurées à l'ombre), avec un vent léger. Il faut ajouter 15 à

l'indice obtenu pour un travail en plein soleil.**Température et humidité relative de l'air : comment les mesurer ?**

- Température de l'air : à l'aide d'un simple thermomètre (placé à l'ombre si travail à l'extérieur). Des sondes à résistance, ou des couples thermoélectriques peuvent être aussi utilisés. Un psychromètre permet de mesurer à la fois la température sèche et la température humide de l'air.
- Humidité relative de l'air : hygromètres, appareils de mesure disponibles dans le commerce.

■ Facteurs inhérents au poste de travail ou à la tâche à exécuter

Les différents facteurs suivants peuvent augmenter de façon notable les risques dus à une exposition à une chaleur caniculaire :

- Impossibilité de se procurer facilement de l'eau fraîche (travail sur un site extérieur sans point d'alimentation en eau par exemple).
 - Exécution de tâches pénibles ou travail physique (se reporter à la classification du tableau suivant).
 - Insuffisance des pauses de récupération.
- Il est en effet préférable d'avoir des pauses toutes les heures. Et à mesure que la température augmente, les pauses doivent être de plus en plus longues.
- Exposition à la chaleur accentuée par un travail en extérieur, en plein soleil, et notamment sur des surfaces réfléchissant la chaleur (toitures...)
 - Travail à proximité de sources de chaleurs (four, procédé ou équipement de travail dégageant de la chaleur) ou dans une ambiance humide.
 - Utilisation d'équipements de protection qui ne sont pas adaptés à la chaleur (et qui augmentent l'astreinte thermique).

Caractérisation de la charge physique au poste de travail

Tout travail implique dépense d'énergie par le métabolisme, donc production de chaleur. Cette dépense énergétique va avoir un impact non négligeable sur le confort thermique ou la contrainte thermique de la personne, surtout dans un environnement chaud.

Plus la charge de travail est lourde, et plus la chaleur est difficile à supporter, et plus le risque de coup de chaleur est important.

Ce tableau donne quelques exemples de travaux et leur classification en niveau de charge physique.

Classification à 4 niveaux de la charge physique (pénibilité), avec exemples	
Classe	Exemples
Repos	<ul style="list-style-type: none"> - Sommeil - Repos assis ou debout
Travail léger	<ul style="list-style-type: none"> - Travail de secrétariat - Travail assis manuel léger (taper sur un clavier, écrire, dessiner, coudre, faire de la comptabilité) - Travail assis avec de petits outils, inspection, assemblage ou triage de matériaux légers - Travail des bras et des jambes (conduite de véhicule dans des conditions normales, manœuvre d'un interrupteur à pied ou à pédales) - Travail debout (fraisage, forage, polissage, usinage léger de petites pièces) - Utilisation de petites machines à main Marche occasionnelle lente (inférieure à 3,5 km/h)
Travail moyen	<ul style="list-style-type: none"> - Travail soutenu des mains et des bras (cloutage, vissage, limage...) - Travail des bras et des jambes (manœuvre sur chantiers d'engins : tracteurs, camions...) - Travail des bras et du tronc, travail au marteau pneumatique, plâtrage, sarclage, binage, cueillette de fruits et de légumes - Manutention manuelle occasionnelle d'objets moyennement lourds - Marche plus rapide (3,5 à 5,5 km/h), ou marche avec charge de 10 kg

Travail lourd	<ul style="list-style-type: none"> - Travail intense des bras et du tronc - Manutention manuelle d'objets lourds, de matériaux de construction - Travail au marteau Pelletage, sciage à main, rabotage - Marche rapide (5,5 à 7 km/h), ou marche de 4 km/h avec charge de 30 kg - Pousser ou tirer des chariots, des brouettes lourdement chargés - Pose de blocs de béton
Travail très lourd	<ul style="list-style-type: none"> - Travail très intense et rapide (par exemple déchargement d'objets lourds) - Travail au marteau à deux mains ou à la hache (4,4 kg, 15 coups/minutes) - Pelletage lourd, creusage de tranchée - Montée d'escaliers ou d'échelles - Marche rapide, course (supérieure à 7 km/h)

D'après la norme ISO 8996

La notion de durée du travail est importante : monter des escaliers est un travail très lourd s'il est effectué pendant 8 heures en continu, mais peut être considéré comme un travail léger s'il dure 30 secondes.

Dans un contexte d'ambiance thermique d'été, il faut être vigilant pour les personnes amenées à effectuer des travaux moyennement pénibles (niveau « moyen »). Et **il faut être particulièrement vigilant pour les travaux physiques ou pénibles, caractérisés par les niveaux « lourd » et « très lourd »** de la classification de la charge physique (tableau ci-dessus).

Il existe donc des secteurs d'activité qui sont plus à risques que d'autres, de par la proportion élevée de postes de travail avec des charges physiques moyennes, lourdes, voire très lourdes : le bâtiment et les travaux publics, les travaux forestiers, certains travaux agricoles, ou en extérieur.

Signalons qu'en plus de l'effort accompli, ce qui va aussi influencer sur la charge ou l'astreinte thermique, c'est la nature des vêtements de travail ou de protection (paramètre isolement thermique). Ces derniers vont en effet contribuer ou non à une meilleure évacuation / isolement de la chaleur générée / subie.

Des méthodes de mesurage et d'analyse permettent d'évaluer de façon plus précise la dépense énergétique lors de l'exécution d'une tâche (voir le paragraphe [Méthodes de référence](#)).

■ Facteurs individuels

Certaines caractéristiques individuelles des salariés contribuent à majorer le risque dû à une exposition à une chaleur caniculaire lors de l'exécution d'une tâche.

Si certaines sont accessibles à l'employeur (habitude de la tâche, acclimatement, âge), d'autres ne peuvent être prise en compte que par le médecin du travail, dont le rôle est fondamental dans l'évaluation du risque à l'échelle de chaque individu.

Caractéristiques des principaux facteurs de risques individuels lors d'expositions à la chaleur	
Facteurs de risques	Description
Perte d'acclimatement	L'acclimatement est généralement obtenu en 8 à 12 jours. Il est cependant transitoire. Il disparaît en 8 jours.
Astreinte et condition physique	L'entraînement sportif améliore la performance à l'effort du système cardio-vasculaire. Le manque d'habitude dans l'exécution des tâches physiques astreignantes constitue un facteur de risque.
Antécédents médicaux	Maladies du système cardio-vasculaire, maladies des voies respiratoires, diabète, insuffisance rénale.
Médicaments	<ul style="list-style-type: none"> - Anticholinergiques (antihistaminiques), anti-parkinsoniens, diurétiques, phénothiazines - Antidépresseurs tricycliques, IMAO - Neuroleptiques
Toxiques	Alcool et drogues (amphétamines, cocaïne, LSD...)
Etats physiologiques	Grossesse, obésité, âge
Inaptitude temporaire	Infection intercurrente, déshydratation, manque de sommeil

Faites attention si vous rentrez dans l'un des cas suivants

- Vous ne vous sentez pas très bien.
Soyez attentifs à l'apparition de symptômes tels que crampes musculaires, frissons, nausées ou mal au ventre, mal de tête, étourdissements, vertiges, fatigue inhabituelle ou malaise généralisé.
- Vous avez plus de 55/60 ans.
- Vous êtes une femme enceinte.
- Vous ne buvez pas assez.
Par temps chaud, il est préférable de boire au minimum l'équivalent d'un verre d'eau toutes les 20 minutes. Vous ne devez en revanche pas boire plus d'un litre et demi par heure.
- Vous avez des antécédents médicaux (pathologie cardiovasculaire, maladie des voies respiratoires, diabète).
- Vous prenez des médicaments du type neuroleptiques (tranquillisants, antidépresseurs, anxiolytiques...), des antihistaminiques, ou d'autres médicaments figurant dans le tableau ci-dessus. Dans ce cas, adressez vous à votre médecin
- Vous consommez de l'alcool (ou des drogues).
- Votre condition physique n'est pas parfaite (sédentarité, manque d'exercice physique).
- Vous n'êtes pas habitué à exécuter votre tâche (intérim, changements de méthodes, rotations dans les équipes...).
- Vous n'êtes pas acclimaté à cette chaleur : vous reprenez le travail après une absence de plus de 15 jours sous un climat plus « tempéré », ou bien vous êtes intérimaire...



Par temps chaud, je pense à boire de l'eau

□ Recommandations relatives à cette grille d'évaluation

Les accidents liés à la canicule ont le plus souvent lieu dès les premiers jours de canicule. Ce dossier présente une méthode d'évaluation du risque « météorologique » simple et pratique à utiliser, permettant d'agir rapidement. Il est destiné à un large public et à des non spécialistes des ambiances thermiques, et devrait permettre de répondre en première approche à des situations climatiques exceptionnelles.

Rappelons quelques points forts sur les facteurs de risques présentés plus haut :

- Les facteurs climatiques, et ceux inhérents à la tâche de travail sont directement accessibles et utilisables par le salarié, l'employeur ou une personne chargée de la sécurité de l'entreprise pour une évaluation des risques au niveau global d'une entreprise.
- Certains facteurs individuels ne peuvent être pris en compte que par le médecin du travail, dont le rôle est fondamental dans l'évaluation du risque à l'échelle de chaque individu.

L'évaluation du risque « météorologique » à l'aide du « Heat Index » ne saurait se substituer à des méthodes plus complexes permettant de faire un bilan thermique précis, indispensables dans certaines situations de travail. Ces méthodes d'évaluation des contraintes et des astreintes thermiques sont largement utilisées par les spécialistes des ambiances thermiques ; elles sont cependant plus lourdes et plus longues à mettre en œuvre en entreprise.

■ Méthodes de référence : pour indication

Il existe des méthodes plus précises de mesurage et d'analyse des contraintes et des astreintes thermiques développées depuis de nombreuses années pour répondre à des situations à risque dans les activités exposants à la chaleur (sidérurgie, mines, verreries...). Les grandes lignes de ces outils sont rappelées dans ce dossier à titre d'information.

Trois aspects (bien qu'ils soient étroitement liés dans les concepts) peuvent être distingués dans ces méthodes d'analyse : évaluation de la contrainte, évaluation de l'astreinte, et évaluation de la dépense énergétique.

Evaluation de la contrainte

- La métrologie des différents paramètres physiques de la contrainte thermique (températures de l'air et de rayonnement, humidité et vitesse de l'air) est définie par une norme (ISO 7726). Cette métrologie impose l'utilisation de différents appareils et des mesurages répétés dans le temps et à 3 hauteurs et aux différents endroits où travaille le salarié.
- L'indice WBGT ou « Wet Bulb and Globe Temperature », autrement dit « température humide et de globe noir » (norme ISO 7243), est une pondération entre la température de globe (Tg) et la température humide naturelle (Thn) à l'abri ($WBGT = 0,7 Thn + 0,3 Tg$), ou à l'extérieur, où la température de l'air (Ta) est aussi considérée ($WBGT = 0,7 Thn + 0,2 Tg + 0,1 Ta$). L'indice WBGT permet de déterminer des durées de pause. Pour ce faire, il impose la détermination de la dépense énergétique.

Evaluation de l'astreinte

L'indice « astreinte thermique prévisible » (ISO 7933) enrichit l'ancien « sudation requise » par des données physiologiques récentes. Ce modèle est surtout un outil de prévision. En prévention, ce modèle nécessite pour être utilisé à bon escient, un mesurage des divers paramètres physiques de l'ambiance, l'évaluation de l'isolement vestimentaire qui fait appel à une norme (ISO 9920) et une évaluation précise de la dépense énergétique des sujets exposés.

Evaluation de la dépense énergétique

Ce paramètre est essentiel, car pour produire 1 Joule de travail, l'organisme produit entre 5 et 90 Joules de chaleur. En général, dans les activités de tous les jours on est plus proche des 90 que des 5 Joules. Ce paramètre permet l'évaluation de l'astreinte thermique d'une tâche.

La norme ISO 8996 détaille les différentes méthodes d'évaluation de la dépense énergétique. Les méthodes par description de l'activité permettent de classer l'intensité et sont rappelées plus haut. Les méthodes plus précises détaillées dans cette norme imposent a minima le recueil de la fréquence cardiaque (FC). Dans l'ordre croissant de précision, la FC peut être associée à un test d'effort pour établir une relation FC/puissance mécanique ou FC/consommation d'oxygène (VO2). Enfin, la mesure directe de la consommation d'oxygène au cours du travail est la valeur de référence.

Les appareillages que nécessitent ces recueils réservent ces méthodes à des laboratoires spécialisés. Le niveau de précision demandé exige que ces mesures soient réalisées sur de nombreux individus ce qui alourdit d'autant l'utilisation de ces indices précis.

■ Recommandations et mesures de prévention

Les mesures de prévention proposées dans les paragraphes suivants doivent être considérées dans la perspective d'une démarche de prévention globale mise en place dans l'entreprise. La prévention doit être intégrée le plus en amont possible, en passant par des mesures d'organisation du travail, d'information et de formation.

Un schéma général de prévention : rappel

- Evaluer les dangers et les risques
- Intégrer la sécurité en amont
- Organiser le travail
- Limiter les conséquences
- Informer sur les risques et leur prévention
- Former à la sécurité

d'après le Code du travail (articles L. 4121-1 à L. 4121-5)

Dans la prévention des risques spécifiques à des chaleurs caniculaires, il faut signaler que les mesures comportementales et l'hygiène de vie prennent une place particulière qui nécessite, encore plus que pour d'autres risques, de bien informer et former les salariés sur les risques et leur prévention.

Les mesures énoncées ci-après sont d'ordre général. Ces mesures sont à adapter en fonction des situations de travail. La spécificité de certains métiers imposent leur ajustement, notamment dans le domaine du bâtiment et des travaux publics.

En période de canicule, **il est indispensable de :**

- **vérifier quotidiennement les conditions météorologiques** (bulletin météo...), **afin d'évaluer et réévaluer les risques au jour le jour,**
- **faire preuve de vigilance pour soi et son entourage professionnel,**
- **éviter de travailler de façon isolée.**



N'oubliez pas de prendre la température !

Parfois, des mesures simples à mettre en oeuvre suffisent à protéger les salariés.

□ Conditions de travail

En cas de journées inhabituellement chaudes, un certain nombre de mesures préventives relatives aux conditions de travail peuvent être appliquées par l'employeur, permettant ainsi à l'entreprise de poursuivre ses activités et de limiter les risques d'accident.

Certaines d'entre elles (aides à la manutention mécanique par exemple) devraient être mises en oeuvre systématiquement, quelque soit la situation climatique. De façon plus générale, toute action d'amélioration des conditions de travail contribuant à réduire la pénibilité physique contribue à réduire les risques en période de fortes chaleurs.

Mesures préventives relatives aux conditions de travail :

- Vérifier quotidiennement les conditions météorologiques, et en informer les salariés.
 - Limiter, autant que possible, le travail physique et reporter les tâches lourdes.
 - Fournir des aides mécaniques à la manutention.
 - Prévoir des sources d'eau potable, à proximité des postes de travail.
 - Prévoir des aires de repos climatisées ou aménager des zones d'ombre.
 - Se montrer vigilant face aux situations de travail particulières : enceinte ou local clos, tâche effectuée sur des surfaces réfléchissantes (toit avec revêtement...).
 - Informer les salariés des risques liés à la chaleur (importance de l'acclimatement, coup de chaleur...) et des mesures de premiers secours.
 - Prévoir des adaptations techniques permettant de limiter les effets de la chaleur (ventilateurs, brumisateurs, stores, abris en extérieur...).
- Rappelons qu'au-dessus de 33 °C, le ventilateur brasse de l'air chaud et tend alors à augmenter l'inconfort.



Espace de détente ombragé



Distributeur d'eau

□ Organisation du travail

En cas de journées inhabituellement chaudes, un certain nombre de mesures préventives relatives à l'organisation du travail peuvent être également appliquées par l'employeur :

- Prendre en compte la période d'acclimatement nécessaire, soit un minimum de 8 jours d'exposition régulière (être d'autant plus vigilant si le salarié revient de vacances ou d'un arrêt maladie, ou encore s'il intervient en tant qu'intérimaire ou nouvel embauché).
- Augmenter la fréquence des pauses de récupération (par exemple : toutes les heures).
- Limiter si possible le temps d'exposition du salarié ou effectuer une rotation des tâches lorsque des postes moins exposés en donnent la possibilité.
- Aménager les horaires de travail, afin de bénéficier au mieux des heures les moins chaudes de la journée.
- Privilégier le travail d'équipe, éviter le travail isolé (permettant une surveillance mutuelle des salariés en cas de problème).
- Permettre au salarié d'adopter son propre rythme de travail pour réduire la contrainte thermique.



*Par de fortes chaleurs,
évités de travailler de façon isolée !*

□ Mesures comportementales et hygiène de vie

Une bonne information des salariés doit les conduire à adopter différentes mesures comportementales ou d'hygiène de vie, ayant pour objectif de réduire les risques liés aux chaleurs caniculaires. Les facteurs de risques individuels ont en effet, dans le domaine du travail à la chaleur, une importance particulière.

La situation individuelle des salariés (maladie chronique, prises médicamenteuses, grossesse...) doit être prise en compte et faire l'objet d'une information et de recommandations spécifiques par le médecin du travail.

Mesures comportementales

- Se tenir informé au quotidien des conditions météorologiques (radio, presse...).
 - Informer de tout dysfonctionnement pouvant être source de risque (par exemple, distributeur d'eau en panne).
 - Boire régulièrement de l'eau fraîche, même si l'on ne ressent pas la soif (un verre d'eau toutes les 15-20 minutes).
 - Porter des vêtements amples, légers, de couleur claire, favorisant l'évaporation de la sueur.
 - Se protéger la tête du soleil.
 - Adapter son rythme de travail selon sa tolérance à la chaleur.
- Attention ! Travailler plus vite pour finir plus tôt peut s'avérer dangereux.**
- Éviter les efforts physiques trop importants.
 - Supprimer ou réduire les efforts physiques, dans la mesure du possible.
 - Utiliser systématiquement les aides mécaniques à la manutention (chariot, diable...).
 - Penser à éliminer toute source additionnelle de chaleur (éteindre le matériel électrique, lorsqu'il n'est pas utilisé : poste informatique, imprimante, lampe...).
 - Cesser immédiatement toute activité, dès que des symptômes de malaise se font sentir et le signaler (encadrement, médecin du travail...).

Attention ! En cas de trouble en fin de journée (fatigue, étourdissement, maux de tête...), éviter toute conduite de véhicule et/ou se faire accompagner. Ne pas hésiter à consulter un médecin.



En cas de troubles en fin de journée, faites-vous raccompagner !

Hygiène de vie

- Se montrer d'autant plus vigilant en cas de problème de santé et/ou de prise de médicaments (diurétiques, sédatifs, tranquillisants...) : demander notamment conseil à un médecin.
- Éviter les boissons alcoolisées.
- Limiter si possible sa consommation de tabac (notamment pour les personnes atteintes de pathologies respiratoires).
- Éviter les repas trop copieux.

□ Mesures techniques : aménagement et conception des locaux et des situations de travail

Des mesures techniques ponctuelles, correctives ou, mieux, intégrées dès la conception peuvent permettre de réduire notablement certains effets d'une ambiance thermique d'été.

La réglementation précise que les locaux affectés au travail doivent être isolés thermiquement dans des conditions telles que :

- une température convenable y soit maintenue,
- l'air soit dans un état tel qu'il préserve la santé des travailleurs,
- l'installation ne génère pas de risques (biologique, explosion, incendie, brûlures...),
- la consommation d'énergie soit aussi réduite que possible.

L'aménagement et la conception des locaux et des situations de travail gagnent ainsi à réaliser un conditionnement d'ambiance permettant de contrôler la température, l'hygrométrie et la pureté d'air.

■ Mesures ponctuelles pouvant être prises lors d'étés inhabituellement chauds

Sans recourir à des techniques complexes ou onéreuses, les solutions suivantes peuvent selon les cas apporter des réponses. Certaines sont prévues par la réglementation.

Mesures simples

- Mise à disposition à l'intérieur des locaux de **fontaines de rafraîchissement collectives**.
- Mise en place d'un **dispositif d'arrosage d'eau, notamment en toiture**, permettant d'abaisser la température externe des parois (et de ce fait, la température interne du bâtiment). Sa mise en fonctionnement doit tenir compte des arrêtés préfectoraux de restriction de l'arrosage.
- Mise en oeuvre de **ventilateurs d'appoint extracteurs de chaleur** venant en complément, en été, des ventilations prévues pour assurer les débits minima d'air neuf répondant aux besoins d'hygiène. Néanmoins, ces ventilateurs d'appoint ne devront pas être utilisés au-delà d'une température ambiante de 33 °C dans la mesure où ils contribueraient à augmenter la température radiante.
- Arrêt éventuel des équipements de bureau (imprimantes, photocopieurs) et de toute autre source additionnelle de chaleur, dès que la température sèche de l'air ambiant dépasse 30 °C.
- **Pose de films anti-solaires sur les parois vitrées.**

Autres mesures

- **Mise à disposition d'autres moyens de rafraîchissement** (brumisateurs d'eau, vaporisateurs d'humidification...).
- Mise en place de **protecteurs solaires (stores extérieurs ou volets)**.
- Aménagement d' **aires de repos rafraîchies/climatisées à l'intérieur de bâtiments**, ou de **zones d'ombre ou d'abris en extérieur**.
- Mise en place de protections pour éviter tout contact corporel avec les surfaces exposées directement au soleil, notamment lorsqu'il s'agit de surfaces métalliques.
- **Ventilation forcée de nuit en tout air neuf** lorsque l'inertie du bâtiment, des équipements ou des stocks internes permet d'accumuler le rafraîchissement nocturne d'été, et si rien d'autre ne s'y oppose (température nocturne trop élevée, par exemple).
- **Badigeonnage annuel à la chaux des murs extérieurs** des bâtiments.

■ Mesures correctives pour des bâtiments ou locaux existants

Les solutions suivantes peuvent selon les cas apporter des réponses. Certaines peuvent s'avérer complexes et onéreuses.

Quelques solutions correctives

- Mise en fonctionnement d'un mur séparatif coupe-feu à ruissellement / brumisation d'eau (sur ressource inépuisable et sous réserve de l'accord de l'assureur), d'un mur décoratif à ruissellement d'eau, d'une fontaine décorative, là où il en existe. L'arrosage par jets d'eau des pelouses environnant le bâtiment (dans le cas d'une non restriction de l'arrosage) peut lui-même contribuer à l'abaissement sensible de la température des parois du bâtiment.
- **Pose de protections solaires** (voir photo ci-après) **ou de stores mécanisés en toiture, notamment au dessus des ouvrants** (ventaux, lanterneaux, dômes zénithaux translucides...).
- **Installation en façade de stores extérieurs sur les parois vitrées**. Les stores intérieurs agissant comme des radiateurs thermiques sont à éviter.
- **Installation de faux plafonds avec comble ventilé** pour diminuer la température de rayonnement générée par le plafond de la pièce en-dessous.
- **Utilisation de systèmes de rafraîchissement d'ambiance** (dispositifs dérivés des systèmes de climatisation pour assurer uniquement un rafraîchissement en été). *
- **Renouvellement complet de l'air dans les locaux par ventilation forcée de jour** (de type « free cooling ») pendant les périodes d'occupation des locaux.

** en évitant de surajouter un risque biologique (légionellose par exemple)*

■ Mesures préventives à prendre dès la conception de nouveaux bâtiments

Outre les critères généraux de confort thermique déjà évoqués, la conception de nouveaux bâtiments doit considérer comme une règle minimale :

- d'assurer un écart de température de 6 à 8 °C maxi entre l'ambiance interne et l'extérieur pour éviter les désagréments en entrant ou en sortant des locaux,
- de satisfaire à l'obligation concernant le besoin de renouvellement d'air, besoin allant de 25 m³ pour un bureau à 60 m³ pour un atelier où le travail est intense (volume d'air à renouveler par personne et par heure).

Cela dit, la réflexion à engager sur le **confort thermique** doit être intégrée le plus en amont possible, lors de l'élaboration du programme, de manière à bien prendre en compte les contraintes liées aux apports thermiques externes et internes.

Réduire les apports thermiques externes

L'isolation de l'enveloppe du bâtiment, constituée par les parois opaques et les parois vitrées, est déterminante pour le confort thermique. Elle s'accompagne de gains généralement importants en matière d'énergie .

Protection au niveau des parois opaques

- ▬ **Choix de matériaux à forte masse volumique ou de matériaux à forte chaleur massique.** Ces matériaux permettent d'augmenter l'inertie thermique, à savoir la capacité du bâti et de son contenu à conserver la fraîcheur accumulée la nuit et à retarder la montée en température le lendemain.
- ▬ **Isolation adéquate des parois.**
- ▬ **Choix de parois externes à fort coefficient de réflexion** (blanc, couleurs pastel, aluminium) pour renvoyer une part importante du rayonnement solaire hors bâti.-
- ▬ **Installation de faux plafonds avec comble ventilé** pour diminuer la température de rayonnement générée par le plafond de la pièce en dessous.
- ▬ **Pose de brise-soleil en façade.**

Protection au niveau des parois vitrées

- Compte tenu des particularités régionales et du compromis été / hiver, le choix d'orientation du bâtiment doit chercher, en conception, à diminuer le flux incident :
 - ▬ Éviter d'orienter les baies vitrées Sud / Sud-Ouest.
 - ▬ Les locaux ne nécessitant que peu de baies (locaux techniques, locaux de stockage avec ou sans quai par exemple) seront implantés sur la façade la plus exposée au soleil.
 - ▬ Dispositifs d'éclairage naturel en toiture, soit basés sur le principe du shed orienté au nord, soit munis d'un voile de protection solaire externe (voir photo ci-contre).



Exemple de protections solaires par l'extérieur en toiture + groupe de rafraîchissement d'aire (caissons noirs)

- Choix de vitrages à faible facteur de transmission et à fort coefficient de réflexion faisant écran au rayonnement, telles les vitres teintées et réfléchissantes.
- Choix d'installation de stores extérieurs et de baies à vantaux ouvrants pour faciliter les courants d'air.
- Pour les façades vitrées, fréquentes dans le tertiaire, le confort d'été peut être optimisé à la conception par la création d'une façade à deux parois vitrées séparées à chaque étage par une passerelle de maintenance en caillebotis. L'abaissement de la température de rayonnement du vitrage intérieur est obtenu par l'effet combiné de stores de protection solaire inclus entre ces deux parois et d'un rafraîchissement du volume d'air inclus entre ces parois. Ce volume d'air inclus étant considérablement plus faible que le volume intérieur du bâtiment qu'il protège, la consommation globale d'énergie de rafraîchissement (selon les choix techniques retenus) s'en trouve nettement diminuée. De plus, en hiver, rafraîchissement à l'arrêt et ventilation en fonctionnement, ce système assure une isolation thermique équivalente à celle d'un double vitrage incluant une lame d'air de très forte épaisseur. Ce dispositif constitue par ailleurs une isolation phonique efficace contre les bruits extérieurs.

Réduire les apports thermiques internes

Il est nécessaire d'identifier les sources internes de chaleur, capter et évacuer les apports thermiques élevés de manière à préserver l'atmosphère ambiante.

Exemples de modes d'action

- Acquisition de machines ou d'équipements dégageant le moins de chaleur possible.- Installation, dans un local réservé et ventilé, de tout équipement à fonctionnement autonome et à fort dégagement calorifique (four de cuisson par exemple).
- Calorifugeage des canalisations ou des parois chaudes.
- Captage à la source des émissions d'air chaud ou de vapeur, y compris par encoffrement ventilé de l'équipement.
- Installation d'écrans réfléchissant les rayonnements thermiques vers leur source (plaques en aluminium séparées par un isolant, une couche d'air) et, si besoin est, évacuation de la chaleur par ventilation forcée ou par refroidissement à l'eau.
- Choix de verres antithermiques sur regards de visualisation d'une source de chaleur rayonnante.
- Choix de couleurs des parois (écrans, encoffrements,...) : blanc ou aluminisé sur toute face devant réfléchir un rayonnement thermique en direction de sa source.

Systèmes rafraîchissant ou climatisant l'atmosphère

La mise en place d'un système de climatisation est éventuellement à prévoir. Les techniques de production de froid sont alors à étudier en fonction de chaque région et de chaque site.

Les installations peuvent être de type centralisées (installations « sur mesure » pouvant traiter des bâtiments de très grand volume) ou constituées d'appareils autonomes (à pompe à chaleur pouvant traiter chacune un atelier).

Types de dispositifs

- **Humidificateur des systèmes de climatisation.** Le recours à un dispositif d'humidification par eau recyclée nécessite des précaution particulières pour éviter tout risque de prolifération et de contamination bactérienne (de type légionelles) ; il faut accorder la priorité aux humidificateurs à vapeur sèche stérilisant l'eau à sa source d'émission avec une évacuation permanente des eaux de condensation.
- **Tour aéroréfrigérante des systèmes de climatisation.** Etant également cause de contamination bactérienne, préférer dès la conception un système de refroidissement par batterie d'échangeurs secs (si possible techniquement).

■ Confort thermique : quelques notions

Le confort thermique est une notion fondamentalement subjective. Les critères de confort thermique au travail ne sont pas identiques pour tout le monde : ils dépendent de l'âge, du sexe, des caractéristiques individuelles, du travail effectué. Par exemple, la température de confort d'un manœuvre qui a un travail physique « très lourd » est de 10 °C environ ; la température de confort du contremaître qui le supervise est de 24 °C.

□ Le confort thermique, c'est quoi ?

Le confort thermique est la satisfaction d'un individu eu égard aux conditions thermiques de son environnement. Il est par définition particulièrement dépendant des perceptions individuelles et influencé par l'activité physique (production de chaleur), l'habillement et les niveaux et fluctuations des caractéristiques de l'ambiance thermique (températures de l'air et de rayonnement, de contacts, humidité et vitesse de l'air).

Les conditions de confort thermique sont définies dans une norme française (AFNOR X 35-203). Celle-ci indique que dans une situation de confort idéale, 5 % des salariés sont insatisfaits. En réalité, ce pourcentage est plutôt de 20 % et confirme le fait qu'il est illusoire de vouloir satisfaire « tout le monde ». Les variabilités interindividuelles de perception du confort expliquent qu'une situation thermique théoriquement idéale soit jugée inconfortable par au moins 1 salarié sur 5. En conséquence, afin d'optimiser une condition thermique qui respecte des conditions théoriques de confort, il est nécessaire de questionner les salariés exposés à l'ambiance.

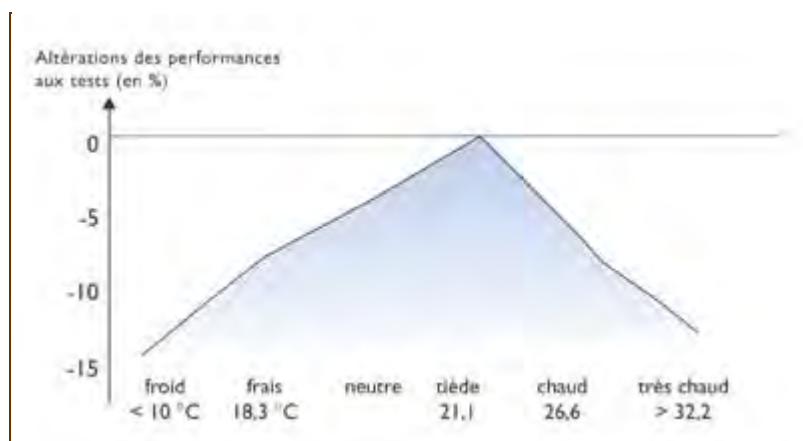
Pour un salarié sédentaire, les conditions de confort thermique peuvent se résumer au maintien de la température centrale sans réaction thermorégulatrice importante, circulation sanguine stable, variations négligeables de la fréquence cardiaque de repos, sudation modérée et faibles différences de températures cutanées locales.

□ Le confort thermique pourquoi ?

Il s'agit en premier lieu d'un souci de santé. En effet, permettre à l'homme de travailler dans les situations les plus confortables possible limite les atteintes à sa santé.

Il s'agit également d'un souci de performance.

Une revue des publications antérieures à 2002 montre que les capacités neuromusculaires et cognitives sont altérées dès que l'on s'éloigne de la neutralité thermique. L'altération est plus rapide si les températures varient vers le chaud que vers le froid.



Altérations des capacités neuromusculaires (temps de réaction) et cognitives (test mentaux) exprimées en % des performances, en situation de référence neutralité (d'après Pilcher et al., 2002)

Outre les pertes de performances, la diminution des capacités de réaction doit rendre vigilant quant au risque d'accident plus important à mesure que les conditions thermiques s'éloignent de la neutralité ou du confort.

□ Le confort thermique, dans quelles conditions ?

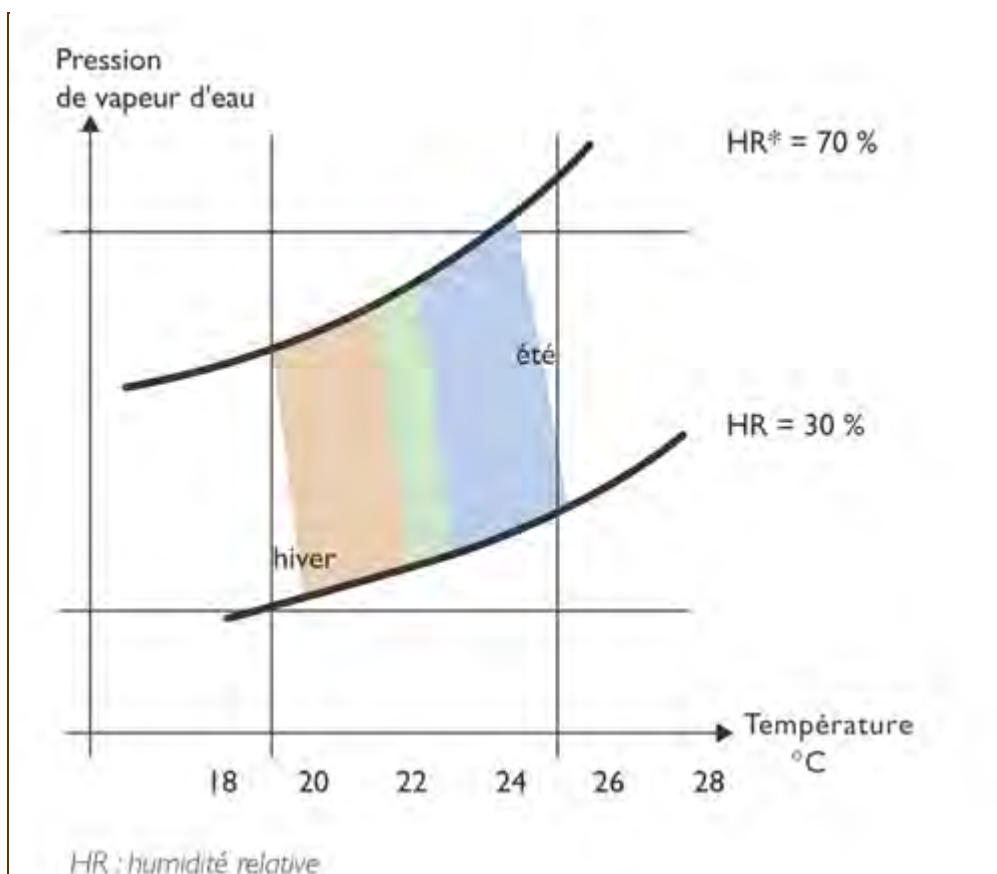
La norme française AFNOR X 35-203 décrit les conditions de confort thermique. Elles sont définies simplement par des graphiques qui tiennent compte de différents paramètres : température de l'air, température de rayonnement, vitesse de l'air...

Situation de confort thermique : caractéristiques principales
<ul style="list-style-type: none"> - Humidité relative de l'air entre 30 et 70 % - Vitesse de l'air non perceptible inférieure à 0,2 m/s si le travail physique est léger (ou si la vitesse de l'air est perceptible, inférieure à 0,8 m/s) - Température de l'air ne variant pas de plus de 0,5 °C par heure

Le maintien d'un taux correct d'humidité relative de l'air permet d'éviter une humidification excessive de la peau ou, à l'opposé, une sécheresse des muqueuses.

Un travail immobile peut être perçu comme inconfortable dans un environnement thermiquement inhomogène, même si des différences de températures locales sont faibles. Ainsi, une différence de 3 °C entre les pieds et la tête est facteur d'inconfort.

Dans les régions tempérées, la température de confort en période chaude est inférieure de 2 à 3 °C à son équivalent en période froide.



Limites schématisées pour les conditions de confort d'été et d'hiver au Canada selon Charbonneau (2002). La zone en vert au centre correspond aux conditions de confort en été et en hiver.

Même s'il est difficile voire impossible de satisfaire « monsieur tout le monde », un réglage « idéal » de l'environnement est assez simple à trouver afin que chacun, autour de cette valeur « idéale », puisse trouver sa propre situation de confort en adaptant son habillement.

Le tableau ci-dessous montre que la température de confort varie considérablement en fonction de l'activité, et que le choix des vêtements permet de compenser des différences de perception de confort. Par exemple, le port d'un vêtement léger à la place d'une tenue courante permet d'accepter comme confortable une température environnante plus élevée.

Températures de confort thermique (en °C) pour différentes activités et deux types de vêtements		
Nature de l'activité	Tenue légère (chemisette et pantalon léger)	Tenue courante (pantalon et chemise)
Repos complet	28,2	27,7
Travail léger	23 à 24,2	20,9 à 22,5
Travail modéré	17	15
Travail lourd	14,5	11,3
Travail très lourd	10,5	6 (extrapolée)

Pour avoir des exemples sur chaque type d'activité du tableau, se reporter au paragraphe Evaluation des risques / Caractérisation de la charge physique