Garder la tête froide et rester au frais plus longtemps

Un sujet brûlant : le stress thermique dans les combinaisons de protection

Dans des conditions normales, le corps humain est doté d'un système de thermorégulation parfaitement efficace. Lorsque l'on porte une combinaison de protection chimique, il est mis à rude épreuve ; dans le pire des cas, la protection peut elle-même poser un risque. Comment réduire le stress de l'utilisateur ?

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

La forêt tropicale à côté, un jeu d'enfant

Des températures bien supérieures à 30 degrés et une humidité étouffante qui ne rafraîchit pas, mais au contraire colle à la peau. Selon un travailleur du secteur qui est intervenu sur un forum en ligne, c'est ce que l'on ressent lorsque l'on porte une combinaison de protection sans système de refroidissement, même très brièvement. En Allemagne, la directive DGUV-BGR 189 limite le port de la combinaison de protection chimique étanche aux gaz (VPC) à 30 minutes consécutives. Au bout de 30 minutes, l'utilisateur doit enlever la combinaison et s'abstenir de tout travail physique pendant 90 minutes. Même pour les travaux légers, la combinaison ne doit pas être portée plus de deux fois par période de travail. La Direction de la santé et de la sécurité au travail des États-Unis (OSHA) recommande même de réduire à 20 minutes le port de la combinaison de protection avant d'effectuer une pause de 40 minutes lors des tâches physiques modérées à lourdes par une température de 26 °C ou plus.[1] Des règles strictes s'appliquent dans le monde entier[2], en raison principalement du stress occasionné par l'atmosphère ambiante.

Plusieurs directives encadrent la température corporelle maximale au travail. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une température rectale de 39 °C ne doit pas être dépassée. La Conférence américaine des hygiénistes industriels gouvernementaux fixe quant à elle une température rectale d'environ 38 °C comme limite supérieure.[3]

Vingt minutes peuvent sembler très longues lors de travaux aussi éprouvants que le nettoyage d'une cuve avec un équipement de protection pouvant atteindre 30 kilos. Pour autant, 20 minutes, c'est assez peu lorsqu'il s'agit d'une opération de maintenance complexe ou d'un travail de nettoyage. La limitation des temps d'intervention est un obstacle de taille pour les planificateurs et les responsables de la sécurité au travail qui doivent chronométrer chaque tâche afin de respecter les temps de pause réglementaires. D'un point de vue organisationnel et économique, il est donc très important d'atténuer le stress occasionné par le port de combinaisons de protection, tout en maximisant les durées d'utilisation.

Centrale thermique naturelle

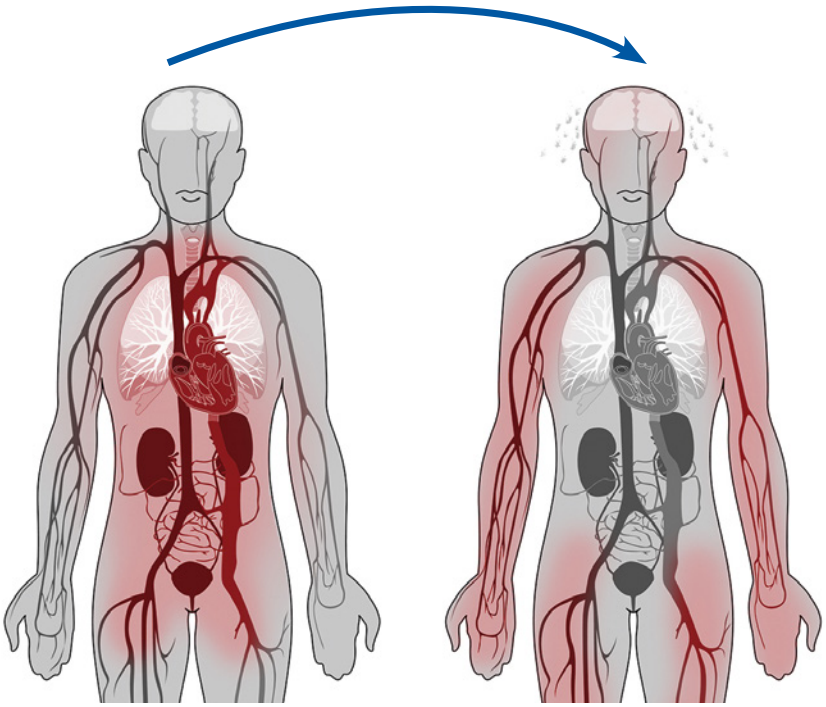
La température de fonctionnement du corps humain est de 37 °C et un circuit de régulation complexe maintient la température centrale à un niveau stable. Le centre du corps est constitué des organes internes de la tête et du torse, comme le cœur, le foie, les reins, etc. La température centrale est influencée à la fois par des facteurs externes tels que la température ambiante ou la chaleur rayonnante, et par des facteurs internes. Les facteurs internes, hormis la fièvre qui est une réaction du corps à l'inflammation, incluent essentiellement le réchauffement interne. Celui-ci est généralement causé par les simples mouvements musculaires provoqués par exemple par l'exercice physique ou par la digestion nécessaire à l'apport énergétique. En revanche, le corps humain dépense en moyenne seulement 20 % de cette énergie, les 80 % restants étant convertis en chaleur et libérés dans l'atmosphère ambiante.

La température au repos de la tête et du torse est nettement plus élevée que celle des extrémités. C'est dans cette zone que l'on mesure la température centrale du corps. Pour faire baisser la température du corps, il est plus efficace de cibler la tête et le dos.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

THERMORÉGULATION DU CORPS

1. Les capteurs de chaleur signalent au cerveau une augmentation de la température.
2. L'hypothalamus reçoit des informations des parties centrale et périphérique du corps.
3. L'hypothalamus envoie des signaux vers le système cardiovasculaire et les glandes sudoripares.
4. La circulation sanguine sous-cutanée, à travers les capillaires, augmente, ce qui transporte la chaleur vers la surface du corps. La peau rougit.
5. Plus de deux millions de glandes sudoripares évacuent l'eau à travers la peau. Cette évaporation a un effet rafraîchissant.



Température normale centrale du corps :
4 % du sang se trouve à la surface du corps.

Augmentation de la température interne :
48 % du sang se trouve à la surface du corps.

Source : Dräger

L'hypothalamus est la région du cerveau qui contrôle la thermorégulation. Il reçoit et traite les informations provenant de l'ensemble de l'organisme, et il envoie les signaux pour générer de la chaleur (par ex. grâce à des mouvements musculaires involontaires comme les frissons) ou de la fraîcheur (par ex. par le biais de la transpiration). Lorsque la température centrale augmente, l'organisme transporte la chaleur de l'intérieur vers la surface du corps. Le sang sert de véhicule. Les vaisseaux ténus, appelés capillaires, se dilatent et la circulation augmente à un niveau huit à douze fois supérieur à la normale. Ce phénomène se traduit par un rougissement de la peau et une augmentation de la température des bras et des jambes.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Moins de transpiration, plus de chaleur

Le corps humain évacue sa chaleur de plusieurs manières :

Rayonnement

Si la température de surface du corps est supérieure à celle de l'atmosphère environnante, la différence peut être compensée, entre autres, par le rayonnement. À l'inverse, le corps absorbe le rayonnement thermique si la température environnante est supérieure à 37 °C, ce qui peut être le cas dans le secteur de la métallurgie. À une température ambiante minimum de 16 °C, une personne de taille moyenne avec une surface corporelle de 2 m^2 génère au repos un flux de chaleur de 120 watts. Pendant les périodes d'activité physique, cette valeur peut dépasser les 300 W.

Convection

Environ un tiers de la chaleur du corps est libéré par la circulation naturelle de l'air (convection). L'air chaud monte et l'air froid descend. Ce simple mécanisme explique la circulation naturelle de l'air autour du corps. Il est possible d'amplifier ce flux d'air par des moyens techniques tels que la ventilation. La convection est aussi la raison pour laquelle nous sommes plus sensibles au froid lorsqu'il vente.

Évaporation (transpiration)

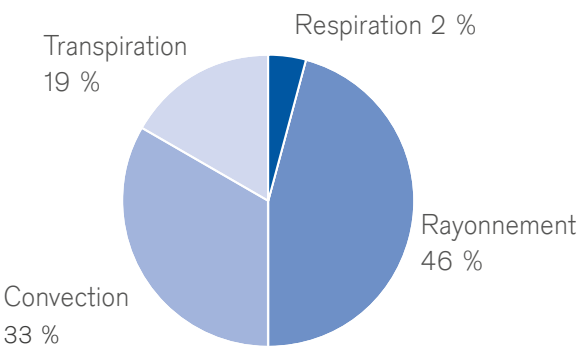
Plus de deux millions de glandes sudoripares sont réparties à travers tout le corps. Pour protéger le cerveau, qui est particulièrement sensible à la chaleur et au froid, ces glandes se situent principalement sur la tête. Lorsque nous transpirons, la chaleur est transportée à la surface du corps où elle se diffuse à travers la peau. La sueur s'évapore à la surface et opère un refroidissement très efficace: l'évacuation d'un litre de sueur par heure équivaut à une capacité de refroidissement de 674 W. L'effet rafraîchissant est d'autant plus efficace que la température de la peau est élevée et que l'air ambiant est sec. Si l'humidité ambiante est très élevée, comme c'est le cas dans les combinaisons de protection chimique sans système de refroidissement, cet effet rafraîchissant ne fonctionne pas.

Respiration

À l'intérieur des poumons, l'air frais et sec que l'on inspire s'humidifie et se réchauffe. À l'expiration, la chaleur s'évacue. Cependant, l'effet rafraîchissant est très limité.

Près de la moitié de la chaleur est dissipée par rayonnement

Dissipation thermique du corps à une température ambiante de 20 °C au repos



Source : Dräger

Si la température ambiante dépasse les 37 °C, la chaleur ne peut plus s'évacuer par rayonnement ou par convection, mais seulement par la transpiration. Dans des conditions très venteuses, le niveau de convection augmente et pendant les périodes d'activité physique, nous transpirons plus.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

LE CONFORT THERMIQUE : UNE AFFAIRE PERSONNELLE

Nos performances et notre bien-être dépendent du rapport de proportion entre notre production et notre dissipation de chaleur, et ce facteur varie beaucoup à la fois en fonction de la situation et selon chaque personne. Le corps est par exemple très efficace lorsqu'il s'agit de faire face à un stress thermique important. Notre équilibre thermique dépend de cinq facteurs[4] :

1. La convection, selon la température de l'air et la circulation d'air (ventilation)
2. Le rayonnement, selon la température de la peau (nue ou à la surface des vêtements)
3. L'évaporation, selon l'humidité de la zone environnante immédiate
4. Les vêtements du sujet (isolation thermique, capacité d'évaporation)
5. La chaleur métabolique générée par l'activité physique

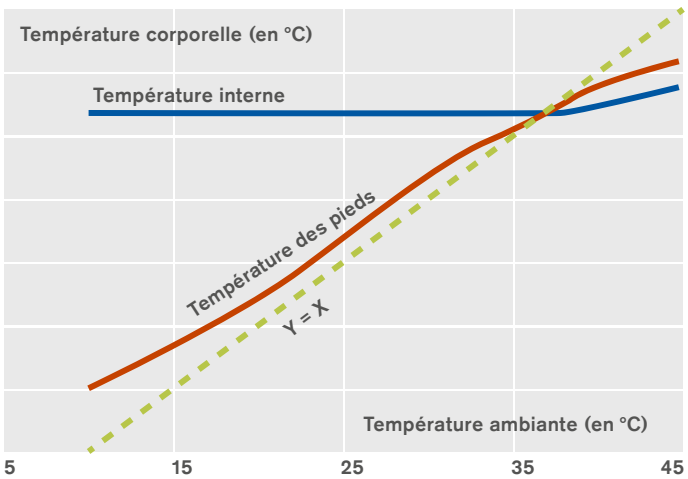
La Direction de la santé et de la sécurité au travail des États-Unis (OSHA) définit le stress thermique comme la contrainte thermique nette résultant de la chaleur métabolique, des facteurs environnementaux et des vêtements portés.[5]

Si la production et la dissipation de chaleur sont déséquilibrées pendant une longue période et que l'organisme n'est pas en mesure d'évacuer suffisamment de chaleur, la température corporelle augmente ; on parle d'hyperthermie. Dans les secteurs et les métiers où un stress thermique important fait partie du quotidien, l'hyperthermie est un problème grave. Pratiquement à chaque seconde, un accident de travail mortel est enregistré au cours d'une intervention de lutte contre l'incendie suite à une insuffisance cardiaque causée par le stress physiologique et l'épuisement.[6]

Dans le secteur militaire, l'exploitation minière et l'industrie lourde, bon nombre des études menées portent sur les effets du stress thermique. Il existe une corrélation négative avérée entre température ambiante et performances intellectuelles. À partir d'une température ambiante de 22 °C, les performances professionnelles commencent déjà à diminuer significativement. À partir de 34 °C, les performances intellectuelles sont réduites de 25 %.

Des températures centrales stables

Quand la température ambiante monte, la température près du corps augmente en premier. À environ 37 °C (mesurés au niveau du pied), la température interne du corps réagit également.



Source : Dräger

À quel moment cela représente-t-il un réel danger ?

Lorsque la température centrale augmente, la performance musculaire diminue. Cela vaut également pour la capacité de pompage du cœur. Le corps tente de compenser en augmentant la fréquence cardiaque. En outre, on note une augmentation de la production de sueur.

Le corps se déshydrate et perd des électrolytes. Une hausse de la température centrale du corps de seulement un degré Celsius réduit les capacités mentales et provoque désorientation, confusion mentale ou inconscience. Les performances auditives baissent de façon mesurable. À partir de 37,9 °C, les capacités motrices et le contrôle moteur se détériorent de façon significative et la réactivité est diminuée. À partir de 38,3 °C, les capacités mentales sont sensiblement affectées. Les températures comprises entre 39,5 °C et 40 °C provoquent un stress sévère sur le système cardiovasculaire. Si le corps ne parvient pas à se refroidir, sa température atteint 42 °C et les protéines corporelles commencent à se dissoudre.[7]

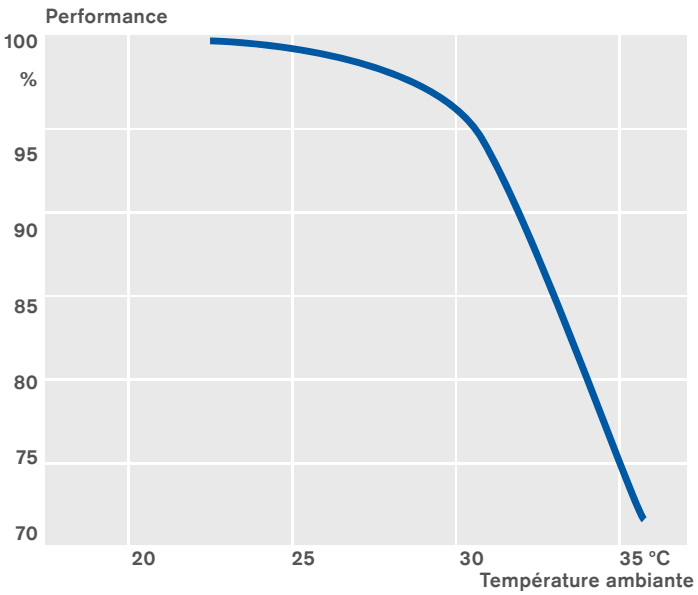
À partir du moment où l'organisme n'est plus en mesure de limiter par lui-même sa température, le danger est réel. Le stress thermique peut provoquer des maladies graves, voire entraîner la mort subite par hyperthermie.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Dans le cas des combinaisons de protection, les limitations strictes relatives à la durée du port des vêtements permettent en temps normal d'éviter les risques tels que les coups de chaleur, la perte de conscience ou les crampes dues à la chaleur. Cependant, en fonction des conditions climatiques, de l'état de santé de la personne et de l'absorption de liquides, ces risques ne doivent pas être sous-estimés. L'un des facteurs auxquels les travailleurs doivent faire face dans le cadre des nombreuses opérations impliquant le port de combinaisons de protection chimique est l'épuisement dû à la chaleur (prostration). La mesure dans laquelle cet épuisement survient dépend de l'état physique du sujet.

La chaleur réduit les performances mentales

À mesure que la température ambiante augmente, les temps de réaction et la coordination sensorielle et moteur s'altèrent de manière significative.



Source : Dräger

Afin d'identifier à temps leurs limites face au stress, il est donc indispensable pour les employés de pratiquer des exercices physiologiques réguliers pour rester en pleine forme et d'apprendre à évaluer leur état thermique.

Épuisement dû à la chaleur

Le manque de liquides et d'électrolytes épaissit le sang et altère la capacité du corps à évacuer la chaleur.

Il y a en outre de moins en moins de fluides pour refroidir l'organisme par le biais de l'évaporation. L'épuisement par la chaleur peut rapidement se transformer en coup de chaleur. Il est donc primordial de réagir dès les premiers signes.

Symptômes :

Peau pâle, froide et humide, augmentation de la température du corps, maux de tête, étourdissements, pouls rapide, pression artérielle basse, respiration rapide et superficielle, nausées et dysfonctionnement du système nerveux central.

Coup de chaleur

Une température centrale supérieure à 40 °C pendant une période longue, associée à une importante déshydratation et une perte d'électrolytes peut provoquer un dysfonctionnement cérébral sévère. Seules les personnes en très bonne condition physique, comme les marathoniens, peuvent supporter une température centrale corporelle élevée pendant un temps limité.

Symptômes :

Rougeur et sécheresse intenses de la peau, température du corps supérieure à 40 °C, accélération du rythme cardiaque, maux de tête, étourdissements, confusion et perte de conscience.

Évanouissement dû à la chaleur

Celui-ci est provoqué par la réduction du volume sanguin dû au manque d'électrolytes et à la déshydratation causés par la chaleur.

Symptômes :

Température centrale située entre 38 °C et 39 °C, pression artérielle basse, étourdissements ou évanouissements.

Crampes dues à la chaleur

Des crampes musculaires apparaissent en raison des grandes quantités de liquide consommées du fait de la chaleur intense, sans compensation de la perte des sels minéraux, notamment le magnésium.

Symptômes :

Crampes musculaires douloureuses aux extrémités et à l'estomac, peau froide et humide, perte d'appétit et nausée.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Premiers soins

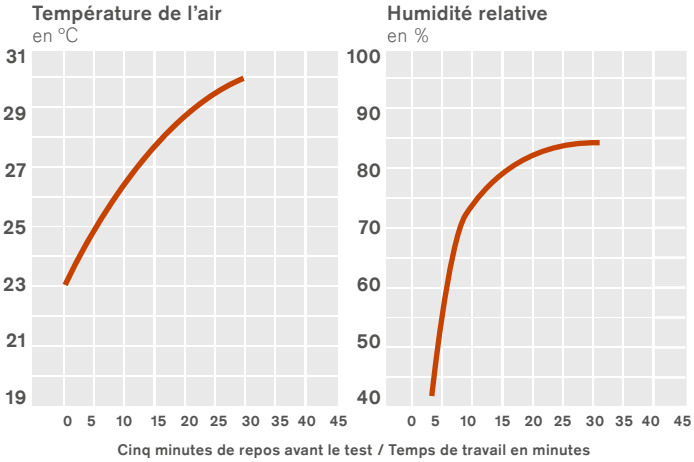
La première réaction aux affections liées à la chaleur consiste à placer le sujet à l'ombre ou dans un environnement plus frais et à lui donner à boire (eau froide). Pour accélérer le rafraîchissement, il convient d'éventer la personne et d'appliquer des compresses fraîches. En cas d'épuisement dû à la chaleur ou de signes de coup de chaleur, une assistance médicale est indispensable.

Dangers des combinaisons

Pourquoi les opérations effectuées avec une combinaison de protection sont-elles si difficiles ? Tout d'abord, ces combinaisons sont lourdes : l'équipement complet est composé d'une combinaison, d'une protection pour la tête, de bottes, de gants et d'un appareil respiratoire, le tout pouvant atteindre 30 kilos. Au cours de ces interventions pénibles, les taux métaboliques augmentent de telle manière que le corps produit une chaleur intense. De plus, l'atmosphère dans la combinaison est à la fois chaude et humide. La température à l'intérieur de la combinaison grimpe rapidement et l'utilisateur transpire, ce qui augmente le taux d'humidité dans la combinaison.

Les combinaisons de protection génèrent rapidement une atmosphère inconfortable, chaude et humide.

Lors des tests, les participants portaient une combinaison de protection chimique et marchaient sur un tapis roulant. Les participants au test ont simulé une activité modérée à une vitesse de 3,5 km/h, sur une pente de 1,75 %. Pendant ce temps, la température et l'humidité à l'intérieur de la VPC ont été mesurées en continu.



Source : Dräger

La fonction isolante de la combinaison de protection chimique décuple ce phénomène. Selon le niveau de protection, la combinaison de type 1 reste étanche jusqu'à 8 heures et protège son utilisateur contre les gaz, les vapeurs, les particules et les liquides dangereux. Les matériaux spécialement conçus à cet effet, comme le Symex, le Tychem®F, l'Umex, le Zytron®500 ou le D-Mex TM® empêchent toute pénétration de substance dans la combinaison, mais cela signifie que rien ne peut en sortir. La chaleur ne peut plus être évacuée par rayonnement ou par convection et l'effet rafraîchissant produit par l'évaporation de la sueur diminue de plus en plus du fait de l'humidité à l'intérieur de la combinaison.

Jeffrey M. Paull et Frank S. Rosental ont illustré ce phénomène à travers l'expérience suivante : les deux chercheurs américains ont mesuré les fréquences cardiaques de deux groupes de travailleurs dans une décharge ; le premier sans combinaisons de protection, le second équipé de combinaisons à capuche en PVC-Tyvec® comprenant des bottes en caoutchouc, des gants et une protection respiratoire complète (ARI) avec deux bouteilles d'air comprimé. Voici le résultat : dans le groupe portant des combinaisons de protection chimique, les valeurs étaient nettement plus élevées. Le stress thermique mesuré dans ce groupe était en moyenne si élevé qu'il correspondait selon l'indice WBGT[8] à une hausse de 6 à 11 degrés.[9]

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

C'est la raison pour laquelle la durée maximale de port des combinaisons de protection est généralement strictement limitée. En Allemagne, par exemple, la durée du travail avec une combinaison de protection chimique de type 1 ne doit pas dépasser 30 minutes. La réglementation en la matière établit également des règles précises concernant les pauses et les temps de récupération, ainsi que le nombre d'affectations par poste de travail. Le perfectionnement de la capacité des combinaisons à évacuer la chaleur par des moyens techniques de refroidissement offre donc un environnement de travail plus confortable, mais réduit aussi les risques sanitaires, ce qui contribue à l'amélioration des performances et peut même prolonger la durée des interventions. Outre les questions d'hygiène et de sécurité, ce sont donc aussi des arguments économiques évidents qui plaident en faveur d'un rafraîchissement efficace.

Offrir une atmosphère confortable

Le rafraîchissement technique a pour objectif de favoriser les capacités d'évacuation de la chaleur, mais la sécurité de la combinaison et, autant que possible, la mobilité de l'utilisateur doivent rester intactes. Le poids de l'équipement supplémentaire nécessaire est l'un des facteurs les plus cruciaux.

Confort accru grâce au refroidissement : quelles sont les options ?

Éléments pré-refroidis

La combinaison (ou un gilet porté en dessous) possède des éléments refroidissants qui absorbent l'énergie thermique en fondant, les plus simples étant des blocs de glace d'eau salée. D'autres éléments refroidissants sont remplis d'un gel dont le coefficient d'accumulation de chaleur est particulièrement élevé. Ceux-ci doivent toutefois aussi être refroidis au préalable dans un réfrigérateur ou un compartiment de congélation.

Pour être efficaces, les éléments refroidissants doivent être aussi près du corps que possible (rayonnement) ou être équipés d'un dispositif de ventilation (convection). La durée et l'intensité de l'effet de rafraîchissement dépendent de la quantité de blocs utilisés, mais il convient de noter que les blocs refroidissants alourdissent encore l'équipement de protection. En outre, les éléments refroidissants pré-congelés ont un effet rafraîchissant immédiat. Au début du travail, le contact avec ces éléments peut être désagréable

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

voire même poser un risque d'hypothermie et d'engelures. Les spécialistes recommandent donc de porter une couche absorbante complémentaire spéciale sous la combinaison.

Principe de changement de phase

Les éléments refroidissants peuvent également être remplis de matériaux à changement de phase (PCM). Il s'agit de sels ou de paraffines spéciaux ayant un faible point de fusion. Même lorsque la température dans la combinaison est relativement faible, les éléments avec PCM absorbent de grandes quantités de chaleur. Lorsque la température de la peau est de 28 °C, ils commencent à absorber la chaleur et le matériau se liquéfie. Cela peut réduire la température dans la combinaison de protection de 3 à 4 °C, mais l'effet rafraîchissant commence avant le début du travail et perd progressivement en efficacité. Stockés à 22 °C, les éléments avec PCM se solidifient. Ils peuvent de nouveau être utilisés au bout de 30 minutes à quatre heures maximum (selon les fabricants).

Ventilation

Cette solution est la plus efficace, mais techniquement la plus complexe. Il s'agit d'une alimentation en air fixe ou mobile à partir de bouteilles de gaz, d'un compresseur ou d'un réseau d'air comprimé, qui fournit de l'air dans la combinaison, avec une ventilation qui favorise la convection et le rafraîchissement du corps par évaporation en augmentant la condensation.

Concrètement, il existe différentes méthodes de ventilation :

1. Ventilation de l'ensemble de la combinaison

Des tuyaux intégrés transportent un flux d'air vers les bras et les jambes. L'utilisateur respire directement à partir de la combinaison. L'air est acheminé depuis un réseau fixe d'air ou des bouteilles d'air comprimé. Une vanne de régulation oriente l'air à partir d'une source externe (par ex., appareil à adduction d'air ou ARI) vers la combinaison de protection chimique. Un système de tuyaux interne distribue le flux d'air. Des systèmes de fixation assurent le positionnement correct des tuyaux. L'air comprimé de l'ARI ou de l'appareil à adduction d'air permet de ventiler les bras, les jambes et le torse de l'utilisateur. Pour renforcer le confort de l'utilisateur, l'air chaud et humide est extrait de la combinaison par des valves qui évacuent l'air.

En plus des combinaisons à ventilation complète, il existe des gilets qui se portent sous la combinaison et concentrent l'effet refroidissant sur le dos, à savoir là où il est le plus efficace. Une ventilation complémentaire le long des extrémités se traduirait par une augmentation négligeable de l'effet de rafraîchissement, mais entraînerait une augmentation significative de l'effort technique par rapport au gilet.

2. Gilet de ventilation indépendant de l'alimentation en air respirable

Dans ce cas de figure, un gilet alimenté en air par un tuyau spécial est porté sous la combinaison. L'air rafraîchissant pénètre dans la combinaison. L'appareil de protection respiratoire n'est pas connecté et, si nécessaire, on y accède en ouvrant une ligne complémentaire d'alimentation en air respirable.

3. Ventilation à l'aide d'un gilet avec alimentation en air respirable intégrée

De même que pour la solution 2, un gilet alimenté en air par le biais d'un tuyau est porté sous la combinaison. L'air est libéré depuis la face interne du gilet en direction du corps pour refroidir le torse. Cet air est fourni directement à partir du gilet sous forme d'air respirable, l'avantage étant qu'aucune pièce faciale suppémentaire n'est nécessaire.

Pour augmenter l'effet rafraîchissant de la ventilation, d'autres systèmes guident l'air à l'intérieur de la combinaison en passant par un réservoir spécial. Les blocs sont refroidis dans un compartiment de congélation avant d'être fixés au corps directement sous la combinaison. Une unité de ventilation alimentée par batterie fait circuler l'air dans la combinaison de telle sorte qu'il traverse le réservoir de refroidissement, puis dirige l'air refroidi vers la tête, ce qui rafraîchit l'utilisateur et réduit la formation de buée sur la visière. Certaines de ces solutions ne nécessitent pas un apport d'air extérieur et fonctionnent uniquement avec l'unité de ventilation interne. Outre la nécessité d'une alimentation électrique, il existe cependant des inconvénients. L'un d'entre eux est le confort : les blocs solides des réservoirs de refroidissement doivent être portés directement sur la poitrine et constituent une charge déséquilibrée.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Quelle que soit la solution de ventilation, la circulation de l'air produit un bruit de fond continu. Il est donc conseillé de choisir le modèle présentant le niveau sonore le plus faible possible.

Circulation des agents de refroidissement

Le liquide refroidi est pompé à travers un tuyau ; il absorbe la chaleur et l'éloigne du corps. Il est ensuite rafraîchi dans un refroidisseur avant de reprendre le même circuit. Inconvénient : l'appareil est trop volumineux pour être porté sous une combinaison de protection ordinaire. Il n'est donc généralement pas utilisé lors des missions, mais par la suite, pour refroidir le corps.

Évaporation de l'eau

Les sous-vêtements, habituellement un maillot ou un pantalon, sont humidifiés ou mouillés avant leur utilisation. Lors de l'intervention, l'humidité s'évapore. Cependant, l'eau alourdit l'équipement. Ce principe est recommandé uniquement pour les combinaisons respirantes car, autrement, l'humidité reste emprisonnée à l'intérieur.

Conclusion : quel principe convient à quel type d'application ?

Chaque système de refroidissement présente des avantages et des inconvénients liés à la diversité des applications visées, au potentiel de risque et aux conditions d'utilisation. On ne peut donc pas répondre à la question « comment ? » en formulant une recommandation générale. Mais il en va autrement du « si » : toute amélioration du refroidissement dans une combinaison de protection réduit considérablement le stress subi par l'utilisateur. Il ne s'agit pas seulement d'une question de sécurité et de confort : les avantages économiques sont nets.

Même si la durée de port de la combinaison de protection est limitée par la réglementation, quand le personnel est moins affecté par la fatigue, il peut travailler plus longtemps et être affecté aux interventions pendant plus de temps et de manière plus efficace. Autre facteur : le temps nécessaire avant et après l'intervention. Lors de l'évaluation d'un produit, les caractéristiques positives sont notamment la facilité d'enfilage et de retrait de la combinaison et la qualité du traitement. Les responsables de la sécurité et les techniciens de maintenance prennent aussi en compte le travail nécessaire à l'entretien et au nettoyage de la combinaison et du système de refroidissement. Tout cela doit être pris en considération lors de l'achat d'une combinaison de protection. Le Dr. Joachim Koch, spécialiste chez Dräger donne le conseil suivant : « Même les experts peinent à choisir le système idéal pour telle ou telle application. Voilà pourquoi je recommande une consultation détaillée avant de faire son choix. Nous remarquons que le stress thermique reste souvent sous-estimé dans l'usage pratique. La plus grande difficulté rencontrée aujourd'hui par les responsables sécurité n'est pas seulement l'utilisation de meilleures techniques de refroidissement, mais aussi la motivation des employés à appliquer des méthodes de maîtrise de la température plus efficaces. »

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Réduction du stress thermique : les règles pratiques

Outre la sélection du système de refroidissement le plus adéquat, un certain nombre d'autres mesures peuvent réduire le stress thermique, ce qui contribue à maîtriser les risques sanitaires.

1. **Faire intervenir uniquement des employés en parfaite santé et physiquement aptes à supporter le travail dans des combinaisons de protection chimique étanches**
   La plupart des pays imposent un test de condition physique de base aux utilisateurs potentiels de C avec équipement de protection respiratoire.[10]

2. **Sélectionner l'équipement de protection qui offre un bon compromis entre sécurité et confort**
   Lors de la préparation de l'EPI en vue d'une application particulière, vérifier chaque élément, de la protection de la tête aux bottes, pour voir s'il va augmenter le stress thermique et peut être remplacé par un modèle plus léger et moins isolant sans pour autant compromettre la sécurité.

3. **Préparer les employés aux interventions difficiles**
   Plus l'indice de masse corporelle de l'employé est haut, plus le stress physiologique et thermique est élevé. Il convient de conseiller et d'accompagner les employés concernés quant à la façon dont ils peuvent améliorer leur condition physique. De nombreuses mutuelles et caisses de prévoyance contre les accidents proposent sur ce point des programmes de santé.

4. **Favoriser une formation efficace et régulière**
   Chaque employé doit être parfaitement au fait non seulement du fonctionnement, mais surtout des signes de dysfonctionnement des différentes composantes de l'équipement. Outre les aspects techniques, la formation doit sensibiliser les employés à prêter attention à leur propre bien-être. Une communication ouverte est essentielle : les superviseurs et les membres du personnel chargés des interventions doivent encourager les employés à signaler immédiatement tout problème ou toute irrégularité. Exemples :
   - Présence de résidus ou mauvais état du matériau composant le vêtement de protection
   - Équipement inconfortable
   - Résistance respiratoire imprévue
   - Visibilité réduite (par l'écran facial) et défaillance de l'unité de communication
   - Fonctions motrices restreintes en raison de la combinaison de protection
   - Symptômes physiques tels que nausées, irritation de la peau ou pouls rapide

5. **Familiariser les employés à la notion de thermosensibilité**
   Les employés qui exécutent fréquemment des missions avec combinaison de protection doivent être informés des facteurs qui augmentent la thermosensibilité et apprendre à mieux faire face à cette contrainte :
   - Éviter les substances qui aggravent la thermosensibilité (caféine, alcool et nicotine, mais aussi tranquillisants, hypotenseurs et myorelaxants).
   - S'hydrater et boire abondamment. En particulier s'ils portent une combinaison de protection ventilée, car le risque de déshydratation peut être plus élevé. En effet, paradoxalement, lorsque l'utilisateur se sent à l'aise, au frais et au sec dans sa combinaison, il a tendance à oublier de se réhydrater.
   - Dormir suffisamment.
   - Préserver sa santé cardiovasculaire.
   - En cas de signe d'infection ou de fièvre, informer son superviseur.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

SOURCES :

1 Work-rest-schedules for workers wearing chemical-resistant suits, https://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat_index/work_rest_schedules.html et https://safetyfirstintexas.wordpress.com/osha-recomended-heat-work-schedule/ (consultés le 08.11.2016)

2 Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Heath and Hot Environments, NIOSH, Department of Health and Human Services. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf (consulté le 08.11.2016)

3 ACGIH. 1988. Threshold Limit Values and biological exposure indices for 1987 and 1988. ACGIH, Cincinnati, OH. S. 34

4 Parsons K. 2003. The effects of hot, moderate and cold temperatures on human health, comfort and performance. 2e édition. New York : CRC Press

5 Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Heath and Hot Environments, NIOSH, Department of Health and Human Services. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf (consulté le 08.11.2016)

6 LeBlanc, Paul R., Fahy, R. F. 2001. Firefighter Fatalities in the United States. NFPA. Fire Analysis and Research. Quincy, MA, États-Unis

7 2013 W. L. Gore & Associates, Inc., http://www.goreprotectivefabrics.com/remote/Satellite/Structural-Fire-Fighting-Turnout-Gear/Heat-Stress-Management (consulté le 12.02.2015)

8 L'indice de température au thermomètre-globe mouillé (WBGT) a été développé dans les années 1950 par le Corps des Marines des États-Unis pour mesurer le stress thermique. Cet indice prend en compte l'effet de la température, de l'humidité de l'air, de la vitesse du vent et du rayonnement infrarouge visible (habituellement la lumière du soleil) sur les êtres humains. (L'indice WBGT est aujourd'hui également utilisé dans les domaines de la santé et de la sécurité et des sports de compétition.)

9 Paull J.M., Rosenthal F.S. 1987. Heat strain and heat stress for workers wearing protective suits at a hazardous waste site. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48(5):458-63. Lien : http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15298668791385048#.VFyiXxZ49WY, 05.03.2015

10 cf. par exemple en Allemagne : DGUV-R 112-189 et DGUV-R 112-190 ; États-Unis : Section III du manuel technique de l'OSHA (OTM) : Chapitre 4 : Heat Stress (source : https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html)

Informations complémentaires :
Stress thermique. Section III du manuel technique de l'OSHA (OTM) : chapitre 4 (https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html, Dez. 2014)

IMPRESSION

ALLEMAGNE
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Revalstraße 1
23560 Lübeck Allemagne

www.draeger.com

DMC-103162

© Drägerwerk AG & Co. KGaA