



Prophylaxie médicale lors des travaux souterrains en ambiance chaude et humide

Hanspeter Rast, Lothar Hofer, Marcel Jost, Irene Kunz

suvaPro

Le travail en sécurité

Les auteurs remercient Messieurs

H. Jossen, Bereich Physik, Suva

Ch. Weber, Bereich Bau, Suva

M. Vogel, Bereich Bau, Suva

R. Vettovaglia, Secteur Génie civil, Suva

Dr. R. Schütz, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva

pour la relecture de ce texte et leurs contributions judicieuses

Suva

Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents

Division Médecine du travail

Case postale, 6002 Lucerne

Tél. 041 419 51 11

e-Mail: arbeitsmedizin@suva.ch

Pour commander:

Internet: www.suva.ch/waswo

Fax 041 419 59 17

Prophylaxie médicale lors des travaux souterrains en ambiance chaude et humide

Auteurs:

Dr. med. Hanspeter Rast, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern

Dr. med. Lothar Hofer, FMH Innere Medizin und Arbeitsmedizin, Horgen

Dr. med. Marcel Jost, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern

Dr. med. Irene Kunz, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern

Reproduction autorisée avec indication des sources

1^{ère} édition – février 1996

3^{ème} édition revue – novembre 2002

4^{ème} édition – mars 2003 – 1700 à 2700

Référence: 2869/26.f

Table des matières

1. Introduction	5
2. Risques des travaux en ambiance chaude et humide	6
2.1 Généralités sur les mécanismes d'adaptation de l'homme à la chaleur	6
2.2 Types d'atteintes à la santé causées par la chaleur (hyperthermies)	7
3. Appréciation des conditions climatiques et des valeurs limites	10
3.1 Appréciation du climat sur les chantiers souterrains	10
3.2 Valeurs limites en matière de climat lors de travaux souterrains	10
3.3 Réglementation d'exception en cas de dépassement de la valeur limite sur les chantiers souterrains	11
3.4 Situations spéciales nécessitant une analyse approfondie par des spécialistes	14
4. Mesures techniques, organisationnelles et personnelles visant à prévenir les atteintes par la chaleur	16
4.1 Mesures techniques	16
4.2 Mesures organisationnelles	16
4.3 Mesures personnelles	21
5. Examens préventifs en médecine du travail	23
5.1 Principes fondamentaux de la prévention en médecine du travail	23
5.2 A quels travailleurs s'adresse ce type d'examens ?	25
6. Mesures à prendre en cas d'hyperthermies	26
6.1 Généralités	26
6.2 Premiers secours en cas d'hyperthermies	27
6.3 Prise en compte des hyperthermies dans le concept de sauvetage	27
6.4 Reprise du travail consécutive à une hyperthermie	28

7. Check-list concernant les travaux souterrains en ambiance chaude et humide	29
7.1 Mesures à prendre lors de températures sèches de 23 à 25°C	29
7.2 Mesures à prendre lors de températures sèches de 25 à 28°C	29
7.3 Mesures à prendre lors de températures sèches dépassant la valeur limite de 28°C	30
7.4 Mesures à prendre lors de travaux inévitables dans la zone rouge du graphique de la figure 1/chapitre 3.3 ou lors de travaux extraordinaires en matière de climat tels que remplacement ou réparation des trépan	30
7.5 Domaines de compétence	30
8. Bibliographie choisie	31

1. Introduction

Lors de travaux souterrains effectués en Suisse, des profondeurs dépassant largement 2000 mètres sous la surface terrestre peuvent être atteintes, particulièrement lors du creusement des tunnels de base du Gotthard et du Lötschberg dans le cadre du projet AlpTransit. La température de la roche augmente avec la profondeur. Sans système de refroidissement, on peut ainsi rencontrer dans certains secteurs de percement des températures de la roche et par conséquent de l'air d'environ 40 à 50°C. La chaleur dégagée par les machines et les véhicules, parfois sous forme de rayonnement, accroît encore d'autant la température. Sur ce type de chantiers, l'humidité de l'air peut être élevée, d'une part par la présence de réseaux d'eau souterrains, d'autre part en raison de l'apport d'air humide en provenance de l'extérieur. C'est ainsi que dans le cadre du projet AlpTransit, toutes les conditions sont présentes pour que se développe un climat chaud et humide.

Lors des procédures de soumissions pour le projet AlpTransit, la Suva avait déjà exigé des entreprises concernées qu'elles présentent un concept de prévention des atteintes à la santé par la chaleur. La première édition de la présente publication constituait une part intégrante des exigences de la Suva lors des procédures de soumission. Dans l'actuelle version révisée publiée maintenant, il a été tenu compte des expériences accumulées à ce jour sur les chantiers d'AlpTransit. Les grands principes et les valeurs limites restent cependant pour l'essentiel inchangés.

C'est ainsi qu'une température sèche de 28°C constitue toujours la valeur limite pour les secteurs principaux d'activité, valeur qui ne peut être qu'exceptionnellement dépassée pour de courtes périodes, associées à des mesures de sécurité accrues. Lors de courtes périodes de dépassement de cette limite, l'entreprise doit procéder à des mesures de la température et de l'humidité de l'air et apprécier au moyen d'un diagramme si la poursuite des travaux peut être ou non autorisée. Ainsi, les directions de chantier sont en mesure d'assumer sous leur propre responsabilité la surveillance des conditions climatiques sur une base liée à la pratique. Cette publication doit leur servir de guide pratique dans l'accomplissement de cette tâche.

Dans certaines conditions particulières cependant, ces critères d'appréciation simples doivent être complétés par des mesures effectuées par des hygiénistes du travail, par exemples dans le cadre de la directive MSST, ou par des contrôles effectués par la Suva.

2. Risques des travaux en ambiance chaude et humide

2.1 Généralités sur les mécanismes d'adaptation de l'homme à la chaleur

La température centrale de l'organisme se situe entre 36,5 et 37,5° C. La température buccale ou rectale est en général de 0,3 à 0,6° C plus élevée que la température axillaire. Chez l'homme sain, la température subit des fluctuations circadiennes sur 24 heures. De 36° C au réveil, la température s'élève en cours de journée pour atteindre un maximum de 37° C environ entre 18h et 22h, avant de décroître lentement vers son minimum entre 2h et 4h du matin. Cette évolution de la température n'est pas modifiée par une éventuelle activité nocturne, telle que rencontrée lors du travail en équipes.

L'activité physique peut entraîner une élévation de la température corporelle, lorsque plus de chaleur est produite que le corps n'est en mesure de dissiper. La chaleur ambiante ou rayonnante peut produire les mêmes effets. L'homme peut libérer de la chaleur vers son environnement par divers mécanismes: évaporation de la sueur, radiation, conduction ou convection. Les trois derniers facteurs, radiation, conduction et convection, ne permettent d'assurer un refroidissement efficace que lors d'une augmentation relativement modeste de l'énergie calorique du corps. La sudation constitue donc le mécanisme principal de défense contre une élévation de la température corporelle lors d'efforts importants ou de chaleur ambiante élevée. Lors de travaux en ambiance chaude, de grandes quantités de sueur sont éliminées lors d'une période de travail, de 3 à 4 litres pour des travaux d'intensité moyenne, ces valeurs pouvant atteindre des pointes de 8 à 12 litres lors de travaux lourds en conditions extrêmes. Si l'humidité de l'air est élevée, l'évaporation de la sueur est inhibée.

La transpiration joue donc un rôle central lors de travaux en ambiance chaude, en particulier lorsque la température ambiante est plus élevée que celle de la peau, situation dans laquelle seule l'évaporation de la sueur est en mesure de libérer de la chaleur à la surface corporelle.

Lors de travaux en ambiance chaude on assiste au bout de 7 à 14 jours à une acclimatation. Celle-ci a pour effet de déclencher la sudation déjà pour des températures corporelles relativement basses. Au cours de l'acclimatation, la concentration de chlorure de sodium (sel) dans la sueur diminue, la quantité de

sueur augmente, la libération de chaleur vers l'environnement est améliorée par une dilatation des vaisseaux sanguins et le système circulatoire s'adapte à ces nouvelles conditions. L'acclimatation constitue ainsi un élément important de prévention des affections causées par la chaleur.

Les travailleurs peuvent voir leur santé menacée par les ambiances chaudes et humides elles-mêmes. Par ailleurs, ils peuvent être porteurs de certaines prédispositions qui les rendent plus susceptibles d'être victimes de telles atteintes. Chez les personnes qui ne supportent pas la chaleur, on parle d'intolérance à la chaleur. Un bon état de santé physique et mentale est indispensable pour pouvoir travailler en ambiance chaude et humide. Les personnes atteintes d'affections fébriles ou de maladies chroniques touchant en particulier le cœur, la circulation, les poumons, les reins, le foie ou affectant le métabolisme courent un risque accru lors de tels travaux. La lourdeur du travail physique et la durée de la période au cours de laquelle il est effectué peuvent dans ces conditions défavorables contribuer à l'apparition d'atteintes causées par la chaleur.

Le port d'un habillement qui ne permet pas un bon échange thermique ou qui freine la circulation de l'humidité (sueur), des comportements inappropriés, certaines maladies, certains traitements médicamenteux ou la consommation de drogues constituent autant de facteurs de risques supplémentaires.

2.2 Types d'atteintes à la santé causées par la chaleur (hyperthermies)

Les tableaux cliniques suivants peuvent être causés par des températures ambiantes élevées: Crampes, épuisement, coup de chaleur combiné ou non à un effort physique.

On peut distinguer cliniquement ces tableaux maladiques les uns des autres, mais il existe des zones de recoupement. Le facteur central de toutes les hyperthermies est constitué par l'incapacité totale ou relative de l'organisme de libérer en temps utile sa chaleur excédentaire dans l'environnement. Il faut noter que, dans certaines conditions, des hyperthermies ont été décrites pour des températures ambiantes sèches inférieures à la valeur limite de 28°C, en présence de facteurs concomitants défavorables tels que maladie préexistante, lourdeur des travaux, habillement et éventuellement humidité de l'air. Les hyperthermies sont des affections aiguës qui peuvent dans certains cas menacer la vie.

2.2.1 Crampes causées par la chaleur

Les crampes constituent la forme la plus bénigne d'hyperthermie. Il s'agit de douleurs de quelques minutes au maximum, parfois violentes, survenant habituellement dans les muscles qui sont sollicités par l'activité. Ce sont donc le plus souvent les muscles des bras et des jambes qui sont concernés. Lors de crampes isolées, l'état de conscience est intact, la température corporelle le plus souvent normale et les personnes atteintes transpirent normalement ou exagérément. Des sensations de faiblesse, de malaise et des nausées peuvent accompagner les crampes. Cette symptomatologie est due à une perte de sel et de liquide.

2.2.2 Epuisement/collapsus causé par la chaleur

Il s'agit de la forme la plus fréquente d'hyperthermie. Il existe deux types d'épuisement causé par la chaleur. Le premier est principalement causé par la perte d'eau, le deuxième par celle de sel. Tous deux provoquent une diminution du volume sanguin circulant. Ceci induit une réaction insuffisante du système cardiovasculaire aux hautes températures.

Les deux formes d'épuisement induisent une sensation de faiblesse, d'anxiété, des vertiges, des céphalées, un manque d'appétit, des nausées et des vomissements; elles sont en général accompagnées d'une soif intense. On peut de plus observer un état d'excitation, une diminution de la capacité de jugement et un état confusionnel. La température corporelle est fréquemment élevée, cependant en règle générale pas en dessus de 38°C. Les sujets atteints transpirent abondamment, ont un pouls accéléré, une respiration rapide et profonde. Une perturbation de la régulation circulatoire entraînant par exemple un voile noir en orthostatisme peut s'y ajouter.

Ces symptômes peuvent évoluer vers le collapsus (syncope) de chaleur. Il s'agit d'une perte de connaissance brutale de courte durée, qui peut atteindre aussi bien les personnes au travail que celles au repos.

L'épuisement causé par la chaleur peut être accompagné de crampes de même origine.

En règle générale, ce type de patients se remettent spontanément. L'administration de liquides et d'électrolytes par voie orale ou en perfusion – selon la gravité de l'atteinte – accélère le décours vers la guérison.

2.2.3 Coup de chaleur

La faillite des mécanismes de thermorégulation entraîne une ascension de la température corporelle qui dépasse en général 40°C. Il en résulte une atteinte de plusieurs organes qui constitue le coup de chaleur. Le plus souvent, la symptomatologie s'installe brutalement. L'atteinte du système nerveux central se traduit par des céphalées, une voix pâteuse, des vertiges, un épuisement, des hallucinations, des convulsions, une atteinte de l'état de conscience pouvant mener au coma. Il faut différencier le coup de chaleur «classique» de celui causé par l'effort.

Le coup de chaleur classique atteint avant tout des enfants ou des personnes âgées, mais aussi des personnes souffrant de pathologies telles qu'insuffisance cardiaque, diabète sucré, artériosclérose, alcoolisme ou celles qui prennent certains médicaments ou drogues. C'est particulièrement le cas de certains médicaments à visée psychothérapeutique comme l'halopéridol ou la chlorpromazine qui perturbent la thermorégulation ou des anticholinergiques qui peuvent être dangereux en inhibant la sudation.

Le coup de chaleur causé par l'effort résulte d'efforts physiques exécutés par des personnes jeunes et en bonne santé. Ces personnes transpirent normalement. En dehors des symptômes originaires du système nerveux central, on observe chez ces personnes une tachycardie, une hypotension et une coloration bleutée de la peau (cyanose). En cas de coup de chaleur classique, la peau est chaude et sèche, par contre lors de coup de chaleur causé par l'effort, chaude et humide. Les résultats des examens de laboratoire témoignent de l'atteinte de divers organes (perturbations hépatiques et rénales, troubles de la coagulation, lésions des globules sanguins, des muscles ou autres troubles du métabolisme).

3. Appréciation des conditions climatiques et des valeurs limites

3.1 Appréciation du climat sur les chantiers souterrains

Les facteurs environnants qui influencent la température corporelle sont la température de l'air, son taux d'humidité, sa vitesse et le rayonnement thermique. Le terme de climat englobe tous ces éléments.

La température de l'air peut être mesurée par un thermomètre sec protégé du rayonnement thermique; on obtient ainsi la **température sèche** (t_a). A l'aide d'un thermomètre humide, on mesure la **température humide**. La température humide peut être également déterminée par psychrométrie, par la mesure de la température sèche et de l'humidité relative de l'air à l'aide d'un diagramme (Figure 2). Pour inclure le rayonnement, on peut faire appel à un thermomètre à globe noir qui absorbe les rayons thermiques, ce qui permet d'obtenir **l'index WBGT (wet bulb globe temperature)**.

3.2 Valeurs limites en matière de climat lors de travaux souterrains

La valeur limite de climat lors de travaux souterrains est de 28°C de température sèche. Cette valeur doit être respectée dans tous les secteurs d'activité principale, c'est-à-dire ceux dans lesquels des travailleurs sont occupés durant de longues périodes, également comme valeur horaire moyenne. Des mesures techniques, à savoir un système de refroidissement efficace, doivent permettre de garantir qu'une température sèche de travail d'au maximum 28°C ne soit pas dépassée dans tous les secteurs d'activité principale, ainsi qu'au sein de ceux où s'effectuent des travaux d'une certaine durée.

La valeur limite de 28°C de température sèche peut également être déduite du **diagramme climatique de la figure 1**. Elle correspond à la limite climatique lors de travaux souterrains d'intensité usuelle dans les secteurs d'activité principale pour une humidité de l'air de 100 %. Comme, dans tout chantier souterrain à l'avancement, des travaux physiques parfois lourds sont exécutés et qu'une humidité de l'air élevée peut survenir en tout temps, cette valeur limite de 28°C de température sèche constitue la base de planification des systèmes de refroidissement et d'autres mesures techniques.

L'observation de cette valeur limite a déjà été exigée par la Suva dans le cadre des documents traitant de la médecine du travail lors de la procédure de soumission du projet AlpTransit, en accord avec les organes de contrôle chargés de l'application de la Loi sur le travail.

En fixant cette valeur limite, on part du principe que l'acclimatation des travailleurs a eu lieu, que des travaux physiques très lourds (énergie horaire moyenne de 350 Watt ou plus) ne sont pas demandés et que la température des parois, resp. celle des machines proches du poste de travail ne dépassent pas 50° C.

3.3 Réglementation d'exception en cas de dépassement de la valeur limite sur les chantiers souterrains

L'expérience pratique a montré que malgré la planification et la mise en place des systèmes de refroidissement, il arrive que la limite de 28° C de température sèche en moyenne horaire ne puisse être respectée dans certains secteurs durant de courtes périodes. On citera à titre d'exemple les travaux menés dans des galeries latérales moins bien ventilées, les irrptions d'eau chaude, la surchauffe causée par certaines machines ou l'exécution de certains travaux spéciaux, comme le remplacement des trépan sur la tête du tunnelier.

3.3.1 Dépassements de courte durée de la température sèche de 28° C à l'avancement, dans les secteurs d'activité principale ou lors de travaux d'intensité moyenne à lourde dans des secteurs annexes

Des dépassements de courte durée, à savoir d'au maximum une semaine, de la valeur limite de 28° C de température sèche sont tolérés à l'avancement et dans tous les autres secteurs d'activité principale, ainsi que lors de travaux d'intensité moyenne à lourde dans des secteurs annexes, aux conditions suivantes:

- La température et l'humidité de l'air doivent être contrôlées lors de chaque phase de travail en équipe dans tous les endroits représentatifs.
- Les résultats obtenus de température et d'humidité de l'air doivent se situer dans la zone jaune du diagramme de la Figure 1.
- Des mesures techniques visant à passer en dessous de la valeur limite de 28° C doivent être prises sans délai.
- Des mesures complémentaires sur le plan organisationnel et personnel doivent être prises (voir les chapitres 4 et 5).

Comme l'aptitude à effectuer des travaux physiques à des températures dépassant 32°C et à un taux d'humidité élevé varie fortement d'un individu à l'autre, il est indispensable de requérir l'avis d'un spécialiste pour toute mission censée être effectuée à une température dépassant cette valeur.

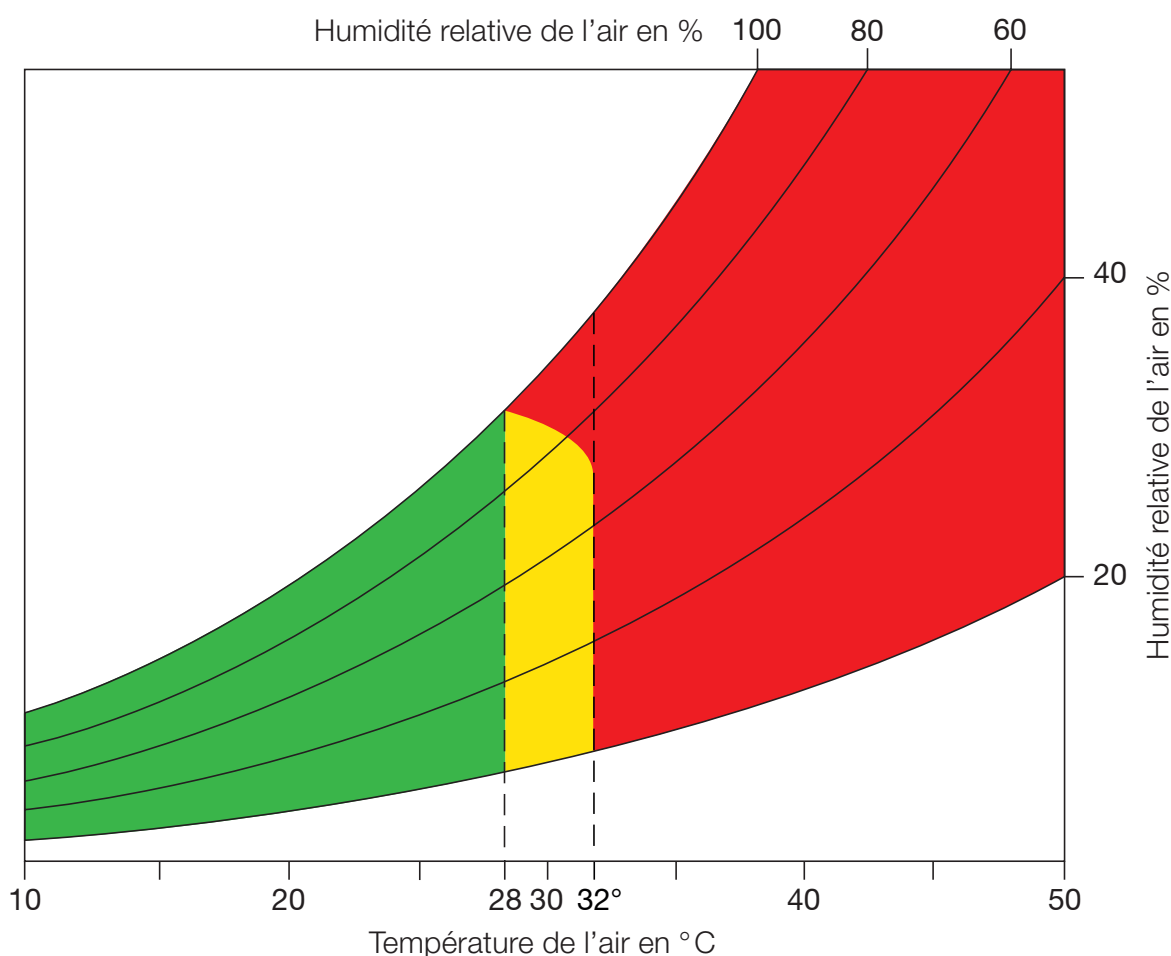


Figure 1

Réglementation d'exception lors du dépassement de la valeur limite de 28°C de température sèche sur les chantiers souterrains. Le schéma indique la température limite de 28°C et la zone jaune dans laquelle, selon les conditions indiquées, de courts dépassements de la valeur limite peuvent être tolérés durant au maximum une semaine de travail. Lors de travaux appelés à durer davantage qu'une semaine ou se situant dans la zone rouge, l'appel à un spécialiste des questions climatiques est indispensable.

3.3.2 Dépassement de la valeur limite de 28°C de température sèche lors de travaux légers dans des secteurs d'activité annexe

Lors de travaux physiques légers de courte durée dans des secteurs d'activité annexe et lors d'opérations de contrôle ou de surveillance, si la limite de 28°C est dépassée, il faut procéder à des mesures de la température et de l'humidité de l'air. En présence d'un tel dépassement, ces travaux sont autorisés si **l'index WBGT ne dépasse pas 30°C**. Si l'index WBGT se trouve plus élevé, il faut faire appel à un spécialiste (voir chapitre 3.4).

L'index WBGT se calcule selon la formule suivante :

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_a$$

t_{nw} = température donnée par le thermomètre humide naturellement ventilé

t_a = température sèche

t_{nw} peut être estimé en recourant au diagramme psychrométrique (Figure 2), en partant de l'humidité relative de l'air (RH%) et de la température sèche (t_a).

Cette appréciation part du point de vue que les travailleurs sont acclimatés, que la charge physique requise est légère, que les vêtements portés ne font pas obstacle à l'évacuation de la transpiration et que la température des parois, resp. des gros éléments des machines du voisinage ne dépasse pas 50°C.

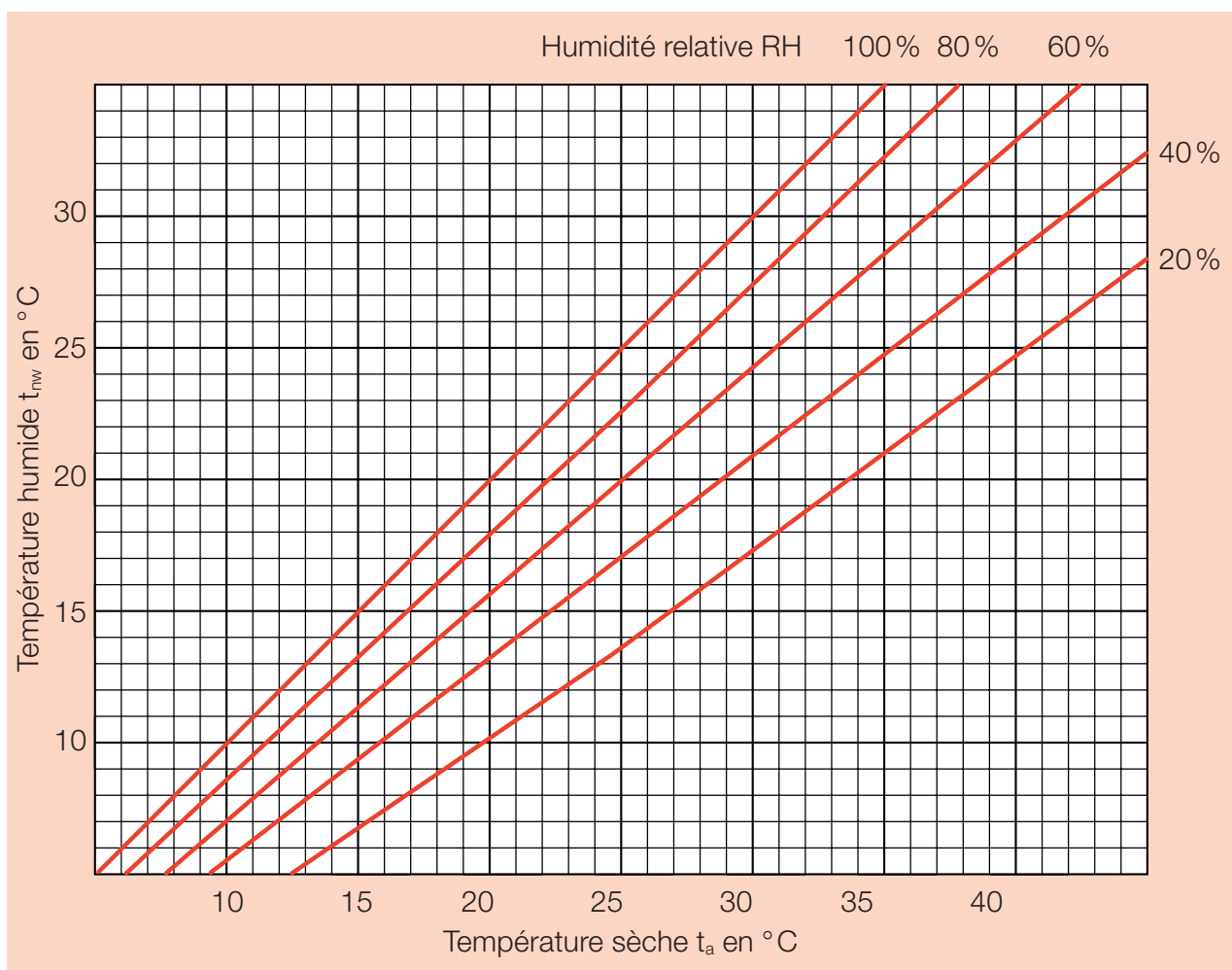


Figure 2

Diagramme psychrométrique permettant l'estimation de la température humide (t_{nw}) à partir de la température sèche (t_a) et de l'humidité relative de l'air [RH%] (tiré de ENISO 7726).

3.4 Situations spéciales nécessitant une analyse approfondie par des spécialistes

Les limites de températures et les diagrammes climatiques figurant aux chapitres 3.2 et 3.3 permettent aux responsables des chantiers d'apprécier les conditions climatiques avec des méthodes simples.

Par contre, certaines situations nécessitent le concours de spécialistes (hygiénistes du travail, par ex. dans le cadre de la directive MSST), en recourant en principe à la méthode WBGT selon EN 27243.

L'index WBGT est obtenu à l'aide de la formule suivante, pour les secteurs de travail non directement exposés à la lumière solaire:

$$\text{WBGT} = 0.7t_{\text{nw}} + 0.3t_g$$

t_{nw} = température donnée par le thermomètre humide naturellement ventilé

t_g = température du thermomètre à globe noir.

Les situations spéciales qui nécessitent un examen plus approfondi sont par exemple:

- Dépassement de la valeur limite de 28°C de température sèche dans les secteurs d'activité principale ainsi que dans les secteurs d'activité annexe, pour des travaux d'intensité moyenne à lourde appelés à durer probablement plus d'une semaine, se situant dans la zone jaune du diagramme (figure 1).
- Travaux indispensables se situant dans la zone rouge du diagramme (figure 1), resp. dans des secteurs d'activité annexe comportant des efforts physiques légers lors de valeurs de l'index WBGT dépassant 30°C (figure 2).
- Travaux extraordinaires tels que changement de trépons sur la tête du tunnelier ou à proximité immédiate de surfaces très chaudes. Lors de contact inévitable avec celles-ci par moins de 10 % de la surface corporelle, leur température ne doit pas dépasser 43°C. La durée de contact autorisée avec des parois ou des éléments mécaniques très chauds doit être calculée selon la norme européenne EN 563.
- Travaux très lourds à des températures sèches dépassant 23°C.

Lors de leur appréciation, les spécialistes de la sécurité au travail devront tenir compte des conditions particulières des travaux souterrains, notamment des facteurs d'acclimatation, de l'habillement, de la température des parois et des surfaces des machines ainsi que de la possibilité d'une augmentation subite et importante de l'humidité de l'air.



Figure 3
Appareil simple permettant de mesurer
la température sèche et l'humidité de l'air.



Figure 4
Appareil de mesure WGBT.

4. Mesures techniques, organisationnelles et personnelles

En vertu de l'article 50 OPA, la Suva surveille l'application des prescriptions sur la prévention des maladies professionnelles dans toutes les entreprises. Dans ce contexte, il s'agit de planifier et d'appliquer des mesures techniques, organisationnelles et personnelles visant à prévenir les atteintes à la santé causées par la chaleur.

4.1 Mesures techniques

On retiendra un principe fondamental: Lors de travaux souterrains, la valeur limite de 28°C de température sèche doit être respectée. Afin de documenter les conditions climatiques, il faut procéder à des relevés de température et d'humidité de l'air à des endroits représentatifs, les résultats en étant protocolés avec la mention de l'heure et du lieu de la mesure.

Lorsque la valeur limite menace d'être atteinte ou dépassée, des mesures techniques visant à abaisser la température doivent être prises immédiatement. On mettra parallèlement en œuvre des mesures organisationnelles et personnelles.

4.2 Mesures organisationnelles

4.2.1 Température sèche dépassant 23°C

Si l'on atteint des températures sèches dépassant 23°C, on prendra les mesures organisationnelles suivantes:

- Nomination d'un responsable et d'un remplaçant chargés de la surveillance des conditions climatiques et des mesures à prendre pour prévenir les atteintes causées par la chaleur.
- La température sèche doit être mesurée au minimum une fois par semaine dans tous les postes de travail représentatifs et être protocolée.
- Lors de travaux très lourds, l'avis d'un spécialiste sur les conditions climatiques doit être requis.

4.2.2 Température sèche dépassant 25° C

Si la température sèche dépasse 25° C, les mesures organisationnelles supplémentaires suivantes doivent être prises:

- Introduction des examens préventifs en médecine du travail, selon le chapitre 5.2.1.
- Un règlement d'accès pour les travailleurs doit être instauré. Seuls les détenteurs d'un certificat d'aptitude conféré lors des examens médicaux préventifs pourront être engagés (critères décrits sous 5.2.1).
- La température et l'humidité de l'air doivent être mesurées et protocolées quotidiennement (lieu, heure, résultat).
- L'employeur doit être en mesure de prouver que les conditions climatiques sont régulièrement contrôlées en des points représentatifs et que les valeurs limites sont respectées.
- Une acclimatation des travailleurs durant deux semaines doit être garantie. On se référera au chapitre 4.3.3.
- Des habits de travail adéquats doivent être fournis aux travailleurs. On se référera au chapitre 4.3.1.
- Les travailleurs doivent être instruits sur les signes des hyperthermies, leur prévention et sur les premiers secours à prodiguer dans de telles situations.
- Dans le secteur de l'avancement, on veillera à incorporer dans chaque équipe au moins deux travailleurs spécialement formés aux premiers secours; ils seront munis du matériel nécessaire. Le niveau de formation de ces secouristes doit être équivalent à celui d'un samaritain d'entreprise ou d'un autre secouriste familiarisé aux conditions de travail particulières. Ces secouristes doivent être particulièrement instruits sur le dépistage et les premiers secours des hyperthermies.
- Une cellule de secours, permettant de prodiguer les premiers soins, doit être installée à proximité du front.
- L'organisation des secours doit permettre l'évacuation la plus rapide possible du patient vers le médecin ou l'hôpital le plus proche. Le médecin d'urgence doit être familier des problèmes posés par les travaux souterrains, des atteintes à la santé qui peuvent survenir et des particularités du chantier dont il a la charge.

4.2.3 Température sèche dépassant 28° C

Les mesures organisationnelles supplémentaires suivantes doivent être prises:

- La prévention en médecine du travail doit être organisée selon les chapitres 5.2.2 et 5.2.3.
- Lors de dépassements intermittents de la limite de 28° C de température sèche, des relevés de température et d'humidité de l'air doivent être effectués lors de chaque période de travail en des lieux représentatifs, de manière à garantir que l'on se trouve dans la zone jaune du diagramme de la figure 1 (chapitre 3.3.1). Les situations spéciales mentionnées au chapitre 3.4 doivent être respectées.
- La fourniture de boissons en suffisance doit être garantie aux travailleurs et ceux-ci doivent être orientés sur la nécessité de s'hydrater suffisamment. On se reportera au chapitre 4.3.2.
- On ne fera appel qu'à des travailleurs acclimatés (chapitre 4.3.3)
- Les travailleurs souffrant d'une affection fébrile ne devront pas être engagés. Ceux qui ont souffert d'une maladie depuis le dernier examen préventif ne pourront être réengagés qu'après un examen médical.
- La cellule de secours doit être maintenue à une température inférieure à 25° C. Pour combattre les hyperthermies, de l'eau en suffisance et un fœhn doivent être disponibles.

4.2.4 Températures se situant dans la zone rouge de la figure 1 (chapitre 3.3.1), resp. dépassement de l'index WBGT dans les secteurs d'activité annexe (chapitre 3.3.2)

Seuls des travaux absolument indispensables peuvent être autorisés aux conditions supplémentaires suivantes:

- Appréciation de la situation climatique par un spécialiste selon chapitre 3.4.
- Seuls des travailleurs reconnus aptes aux travaux en ambiance chaude et humide peuvent être engagés.
- Il doit s'agir sans exception de travailleurs acclimatés.
- Une surveillance permanente par une tierce personne doit être garantie lors de tels engagements.
- L'apport hydrique et la réglementation des pauses doivent être particulièrement respectés lors de telles situations exceptionnelles.



Figure 5
Appareil de climatisation mobile se trouvant dans la cellule de secours d'un tunnelier et permettant d'obtenir une température inférieure à 25° C.



Figure 6
Remplacement des trépan sur un tunnelier: une activité particulièrement exposée à la chaleur humide.

4.3 Mesures personnelles

4.3.1 Habillement

Les travailleurs doivent porter des habits adaptés aux travaux souterrains. Lors de températures dépassant 25° C, les habits doivent permettre l'évacuation de la transpiration. Les tissus qui absorbent facilement l'humidité agissent défavorablement en gênant l'évaporation de la transpiration. La question de l'habillement doit déjà être incluse dans la planification des travaux. Dans certains cas, des habits calorifuges peuvent s'avérer nécessaires (fort rayonnement thermique, incendie, habits de protections pour les secouristes).

4.3.2 Apports hydriques / boissons

Lors de températures de l'air élevées, le corps n'est pour l'essentiel en mesure de dissiper la chaleur engendrée par le travail physique que par l'évaporation de la sueur. La quantité de sueur produite dans des conditions de chaleur extrêmes peut atteindre, comme indiqué, 12 litres par phase de travail. La prise de boissons adaptées pendant et après le travail est ainsi indispensable. On recommande de compenser les pertes liquidiennes par l'absorption de 1 à 3 décilitres 2 à 3 fois par heure.

Pour les personnes acclimatées à la chaleur, diverses tisanes sont les plus appropriées comme celles de menthe, d'égantier ou de tilleul. Selon les besoins, ces tisanes peuvent être également préparées sous forme instantanée sur les lieux de travail, à condition de disposer d'une eau hygiéniquement irréprochable. Ces boissons ne devraient être que très légèrement sucrées et ne doivent pas être enrichies en sel.

Boissons non recommandées: café (également sans caféine), boissons contenant de la caféine (p.ex. colas), boissons gazeuses, thé noir pur, lait en grandes quantités, ainsi que pour les travailleurs acclimatés boissons spéciales pour sportifs ou fitness. Les boissons alcoolisées sont strictement prohibées car la régulation thermique est perturbée par l'alcool et le risque d'accident accru.

Lors d'engagement de courte durée de personnes **non acclimatées à la chaleur**, on peut admettre la mise à disposition de boissons spéciales pour sportifs ou fitness qui apportent un complément en électrolytes.

4.3.3 Acclimatation

Les personnes travaillant à des températures dépassant 28°C doivent s'acclimater à la chaleur. L'acclimatation doit se dérouler durant 7-14 jours, à des températures de 25 – 28°C. Il faut veiller aux points suivants:

- Pas de travaux lourds durant les premiers jours de l'engagement.
- Au début du processus d'acclimatation, prévoir des pauses horaires de 20 minutes (40 minutes de travail, 20 minutes de pause).
- Dans la mesure du possible, augmentation progressive des périodes de travail et des dépenses en énergie (charge de travail) au cours des deux semaines.

Durant la période d'acclimatation, les responsables seront particulièrement attentifs à l'apparition de malaises, de troubles de la concentration ou de la conscience chez les travailleurs. Si de tels troubles surviennent, le travail doit être interrompu. En cas de problèmes importants ou de situations peu claires, le travailleur concerné doit être examiné par un médecin.

Dès que l'on quitte l'ambiance chaude, l'acclimatation se perd relativement rapidement. Après deux semaines d'absence, le processus doit être repris à zéro. Ce principe reste valable même si l'intéressé a séjourné entre-temps dans une région chaude, par exemple dans une zone tropicale.

4.3.4 Maladies et médicaments

Les travailleurs doivent être instruits sur la manière de se comporter correctement s'ils sont victimes d'une maladie. Toute affection fébrile rend le travailleur inapte aux travaux à la chaleur durant la période de maladie. La consommation de médicaments, même de ceux en vente libre, doit être annoncée au médecin afin de s'assurer de leur innocuité lors de travaux en ambiance chaude (voir chapitre 2.2.3).

5. Examens préventifs en médecine du travail

5.1 Principes fondamentaux de la prévention en médecine du travail

Les fondements de la prévention en médecine du travail figurent dans l'Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (OPA), aux art. 70 et 89. La Suva peut assujettir une entreprise, une partie d'entreprise ou un travailleur aux prescriptions sur la prévention dans le domaine de la médecine du travail, pour prévenir les maladies professionnelles ainsi que certains risques d'accidents inhérents à la personne du travailleur. L'assujettissement intervient donc en principe lorsque le travailleur court des risques particuliers.

En ce qui concerne les travaux souterrains en ambiance chaude et humide, les examens médicaux s'effectuent selon le formulaire 1312 «Exposition à la chaleur» de la Suva. Cet examen comprend:

- Un questionnaire médical sur les antécédents médicaux et les maladies survenues depuis le dernier examen, les troubles actuels, les médicaments et les habitudes de consommation.
- Un examen clinique concernant particulièrement le système cardiovasculaire et les poumons.
- Des examens de laboratoire (formule sanguine, tests sanguins rénaux et hépatiques, examen urinaire).
- Un électrocardiogramme au repos.
- Une épreuve d'effort (ergométrie) permettant d'apprécier la performance, la réponse cardiovasculaire à l'effort avec enregistrement électrocardiographique durant et après l'effort.

Cet examen est en général combiné à l'examen préventif concernant les travaux exposant à la silice qui comprend notamment des fonctions respiratoires. L'intervalle entre ces examens est fixé par la Suva.

Ces examens médicaux préventifs sont effectués par un médecin praticien ou hospitalier choisi d'entente par la Suva et l'employeur. La nécessité de procéder à des examens complémentaires est déterminée par la division Médecine du travail de la Suva qui se charge de leur organisation.

La décision définitive concernant l'aptitude du travailleur appartient à la division Médecine du travail de la Suva.

Si la santé du travailleur est sérieusement menacée par la poursuite de son activité, la Suva prononce une décision d'incapacité transitoire ou définitive, ou une décision d'aptitude conditionnelle aux travaux en ambiance chaude et humide.

5.2 A quels travailleurs s'adresse ce type d'examens?

La décision d'instaurer une surveillance médicale chez les travailleurs exposés à la chaleur obéit aux critères suivants qui sont également valables pour les travailleurs de firmes étrangères ou les travailleurs temporaires:

- Si la température sèche dépasse 25°C dans le secteur de travail souterrain, les examens préventifs doivent être instaurés immédiatement. Ceux-ci concernent toutes les personnes qui exécutent des travaux physiques, en général d'intensité moyenne à lourde en milieu souterrain. Lors d'engagement de nouveaux travailleurs, ces examens doivent avoir lieu si possible avant le début de l'activité.
- Si les températures sèches dépassent 28°C, à savoir lors de dépassements de la valeur limite, les personnes n'effectuant pas de travaux lourds, comme les ingénieurs, les géologues ou les représentants des organes de contrôle doivent également être examinés. La règle suivante est appliquée:
 - Travailleurs de plus de 45 ans:
Examen même en cas de séjours de courte durée sur le chantier.
 - Travailleurs de moins de 45 ans:
Examen seulement en cas d'engagement régulier, c.à.d. au moins une fois par semaine et/ou lors de séjours habituels sur le chantier durant toute la durée de l'équipe.
- Pour les températures se situant dans la zone rouge du diagramme du chapitre 3.1.1, tout séjour dans la zone concernée est interdit aux personnes qui ne sont pas détentrices d'un certificat d'aptitude dûment validé, et ceci indépendamment de la durée du séjour et de l'âge de la personne.
- Les membres des équipes de secours qui sont susceptibles d'intervenir dans les secteurs concernés doivent subir dans tous les cas l'examen médical préventif; on indiquera leur appartenance aux équipes de secours sur le formulaire d'examen 1312.

Si, dans des cas particuliers, l'entreprise se pose des questions sur l'aptitude, resp. la nécessité d'un examen préventif, la réponse appartient au médecin du travail disponible dans le cadre de la directive CFST 6508 ou au médecin du chantier.

6. Mesures à prendre en cas d'hyperthermies

6.1 Généralités

Les cadres et les sanitaires d'entreprises doivent être instruits à l'identification des hyperthermies et aux premiers secours. Les premiers secours et le transport des victimes d'hyperthermies doivent être planifiés et exercés au niveau de l'organisation et des personnes.

Le diagnostic du type d'hyperthermie ne peut souvent pas être posé avec précision sur les lieux par le non-spécialiste. Pour cette raison, les personnes chez lesquelles on suspecte une atteinte par la chaleur doivent être éloignées le plus rapidement possible de la zone critique tout en recevant les premiers soins, pour être examinées par un médecin.

Des symptômes tels que malaise, maux de tête, vertiges, confusion, fatigue extrême ou somnolence, douleurs et crampes musculaires dans les bras et les jambes évoquent une hyperthermie. Une température corporelle élevée (plus de 38° C axillaire ou 38,5° C buccale) constitue un indice sérieux d'hyperthermie. Ces personnes doivent être transportées à l'extérieur et examinées par le médecin. La perte de connaissance constitue toujours le signe d'une atteinte potentiellement mortelle. Si le sujet reprend conscience après quelques minutes, il s'agit très vraisemblablement d'un collapsus dû à la chaleur. Cette personne ne doit cependant en aucun cas reprendre immédiatement le travail, mais elle doit être évacuée et examinée d'urgence par un médecin.

6.2 Premiers secours en cas d'hyperthermies

- Déclencher l'alarme: cadres, équipe de secours.
- Assurer les mesures de réanimation:
Selon la procédure ABC (voies respiratoires, ventilation, massage cardiaque)
- Mettre à l'abri: En cas de suspicion d'hyperthermie, évacuer au plus vite la personne vers une zone où la température est plus basse ou dans un local artificiellement tempéré (cellule de secours avec une température inférieure à 25°C).
- Position: Placer les personnes inconscientes sur le côté pour éviter l'aspiration du contenu gastrique. Ne pas laisser sans surveillance! Les sujets conscients seront couchés sur le dos, le haut du corps légèrement surélevé.
- Refroidissement:
 - Ouvrir les habits ou les enlever.
 - Refroidir le corps par un courant d'air.
 - Asperger le corps avec de l'eau froide et le sécher entre-temps.
Utiliser le cas échéant des cubes de glace.
 - Si l'état de conscience est conservé, donner à boire du liquide froid.
- En cas de crampes dues à la chaleur, rafraîchir et faire boire des boissons contenant du sel.
- Evacuation: Evacuer les victimes le plus vite possible de la zone chaude et les faire examiner d'urgence par un médecin. En cas de perturbation ou de perte de conscience, évacuation immédiate vers un hôpital.

6.3 Prise en compte des hyperthermies dans le concept de sauvetage

- Le concept de sauvetage doit inclure les mesures de premier secours en cas d'hyperthermies.
- Il faut garantir que les sanitaires d'entreprise et que les cadres soient formés sur place à l'identification et aux premiers secours en cas d'hyperthermies et qu'ils soient équipés en matériel de premier secours.
- L'aménagement et l'équipement en instruments et en médicaments de la cellule de secours ou du local sanitaire doivent se faire sous l'autorité du médecin compétent en tenant compte des problèmes d'hyperthermie qui pourraient nécessiter un traitement.

6.4 Reprise du travail consécutive à une hyperthermie

Après avoir été victime d'une hyperthermie, le travailleur n'est autorisé à reprendre son activité en zone chaude qu'après avoir subi un examen par le médecin du chantier ou un médecin du travail spécialement mandaté. En cas d'hyperthermies graves, une demande doit être faite auprès de la division Médecine du travail de la Suva pour qu'elle statue sur l'aptitude ultérieure. Les personnes qui ont subi une hyperthermie sévère ne peuvent reprendre le travail dans une température sèche dépassant 25° C sur un chantier souterrain qu'avec l'autorisation de la division Médecine du travail de la Suva.

Les travailleurs qui ont été victimes d'une hyperthermie ou chez lesquelles il existe la suspicion fondée d'une telle pathologie doivent être annoncées à l'agence Suva concernée. On informera également directement de l'événement la division Médecine du travail de la Suva.

Les travailleurs qui ont été victimes depuis le dernier examen d'aptitude d'une maladie nécessitant un traitement prolongé ou pour lesquels la question de l'aptitude n'est pas claire doivent également être annoncés à la division Médecine du travail de la Suva.

Adresses de contact avec la division Médecine du travail de la Suva:

- Abteilung Arbeitsmedizin, Suva, Postfach, 6002 Luzern
- Téléphone: 041 419 51 11
- Fax: 041 419 62 05
- E-mail: arbeitsmedizin@suva.ch

7. Check-list concernant les travaux souterrains en ambiance chaude et humide

7.1 Mesures à prendre lors de températures sèches de 23 à 25°C

- Nomination du responsable de la surveillance des conditions climatiques et de son remplaçant.
- Relevés et enregistrements des températures sèches au moins une fois par semaine.
- En cas des travaux très lourds, appel à un spécialiste pour l'appréciation des conditions climatiques.

7.2 Mesures à prendre lors de températures sèches de 25 à 28°C

En plus des mesures indiquées sous 7.1 :

- Organisation des examens préventifs en médecine du travail. Sont concernés tous les travailleurs effectuant des travaux moyens à lourds sur le chantier souterrain, selon 5.2.1.
- Réglementation d'accès au chantier: Autorisation délivrée seulement aux détenteurs d'un certificat d'aptitude pour les travaux en ambiance chaude.
- Surveillance de la température et de l'humidité de l'air: Lieux et heures de mesure, relevé journalier dans tous les endroits représentatifs.
- Acclimatation à la chaleur durant deux semaines.
- Habits de travail adaptés.
- Instruction des travailleurs sur les risques du travail à la chaleur et sur les premiers secours à apporter en cas de problèmes de santé.
- Instruction des sanitaires d'entreprise sur l'identification et les premiers secours en cas d'hyperthermie.
- Etablissement du concept de sauvetage et orientation des médecins et hôpitaux appelés à intervenir en cas d'urgence.

7.3 Mesures à prendre lors de températures sèches dépassant la valeur limite de 28° C

En plus des mesures indiquées sous 7.1 et 7.2:

- Mise en œuvre immédiate de mesures techniques visant à respecter la température limite de 28° C.
- Surveillance de la température et de l'humidité de l'air sur chaque front et lors de chaque équipe en des endroits représentatifs: tenue du journal des points de mesures, des heures et des résultats.
- Documentation prouvant le respect des limites climatiques selon les chapitres 3.3.1 et 3.3.2.
- Prévention médicale: s'adresse également aux travailleurs n'effectuant pas de travaux lourds (voir 5.2.2 et 5.2.3).
- Engagement exclusif de travailleurs acclimatés.
- Mise à disposition de boissons adéquates.
- Interdiction de travail pour les personnes souffrant d'affections fébriles.
- Cellule de secours refroidie en dessous de 25° C; eau et ventilation/föhn à disposition pour le refroidissement, premiers secours élargis garantis.

7.4 Mesures à prendre lors de travaux inévitables dans la zone rouge du graphique de la figure 1/chapitre 3.3 ou lors de travaux extraordinaires en matière de climat tels que remplacement ou réparation des trépons

- Appréciation des conditions climatiques par des spécialistes (WBGT).
- Engagement exclusif de travailleurs certifiés aptes au travail à la chaleur.
- Engagement exclusif de travailleurs acclimatés.
- Surveillance permanente par une tierce personne.
- Attention particulière aux apports liquidiens et à la réglementation des pauses.

7.5 Compétences

- Mesures techniques, organisationnelles et personnelles: Bereich Bau, Abteilung Arbeitssicherheit, Suva Luzern et secteur Génie civil, Division sécurité au travail, Suva Lausanne.
- Examens préventifs en médecine du travail et appréciation de l'aptitude des travailleurs: Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern.

8. Bibliographie choisie

- 1) EN 27243 Ermittlung der Wärmebelastung des arbeitenden Menschen mit dem WBGT-Index (wet bulb globe temperature)
- 2) EN 563 Sicherheit von Maschinen – Temperaturen berührbarer Oberflächen
- 3) ENISO 7726 Umgebungsklima – Instrumente zur Messung physikalischer Grössen
- 4) Hitzschlag. Partenstein J., Willi U., Lenherr B, Spiegel M. Schweiz Med Wschr 114: 1221–1226 (1984)
- 5) State of the art in heat stress evaluation and its future in the context of the European directives. Malchaire J. Ann Occup Hyg 34: 125-136 (1990)
- 6) Rationale for a personal monitor for heat strain. Bernard E.T., Kenney W.L. Am Ind Hyg Assoc J 55: 505-514 (1994)
- 7) Anforderungen an den Arbeitsplatz im Vortrieb. Rast H. In: Berichte Internationales Symposium Zürich «Basistunnel durch die Alpen» 93-97. ETHZ (1994)
- 8) Arbeitssicherheit hat hohen Stellenwert. Sonderbeilage Alptransit. Schweizer Baublatt. XXII-XXIII. (Oktober 1995)
- 9) Le travail en climat chaud: exigences en matière d'hygiène et de médecine du travail. Hofer L. Suva, Informations médicales 69: 69-80 (1996)
- 10) G30 Hitzearbeiten. In: Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften. 2. Auflage, 379-385 Gentner. Stuttgart (1998)
- 11) Fluid replacement preferences in heat-exposed workers. Clapp A.J., Bishop P.A., Walker J.L. AIHA Journal 60: 747-751 (1999)
- 12) Strategy for evaluation and prevention of risk due to work in thermal environments. Malchaire J., Gebhardt H.J., Piette A. Ann Occup Hyg 43: 367-376 (1999)
- 13) Heat exhaustion in a deep underground metalliferous mine. Donoghue A.M., Sinclair M.J., Bates G.P. Occup Environ Med 57: 165-174 (2000)
- 14) Criteria for estimating acceptable exposure times in hot working environments: a review. Malchaire J. et al. Int Arch Occup Environ Health 73: 215-220 (2000)
- 15) Fever and hyperthermia: In Harrison's Principles of internal medicine. 15th ed. McGraw-Hill. New York. 2001

