

Factsheet

Travail au froid

Irène Kunz

1. Notions générales

Les activités effectuées à l'extérieur ou dans un local, que ce soit dans l'industrie, le commerce ou l'artisanat, peuvent s'accompagner d'une forte exposition au froid, certains travailleurs pouvant de surcroît être soumis à des conditions humides et venteuses. Travailler dans un environnement froid peut avoir des conséquences négatives sur les capacités et la santé des personnes exposées. Ces conséquences sont les suivantes: malaise, fatigue accrue, diminution du rendement ainsi que pathologies et lésions dues au froid. Le froid peut aussi interférer avec certains facteurs aux postes de travail et accroître ainsi le risque d'autres effets et de lésions liées au froid.

En raison de l'effet néfaste du froid aussi bien sur la santé et les capacités de l'homme que sur la productivité, la qualité et la sécurité au travail, il est nécessaire d'adopter une stratégie globale des pratiques et des procédures pour évaluer et gérer les risques résultant d'un environnement froid.

1.1 Définition du travail au froid

Selon les normes utilisées, on parle de travail au froid à partir de températures inférieures à +10 °C ou à +15 °C. Pour les travaux effectués dans un local, le degré de froid est divisé en cinq niveaux, de +15 °C à moins de -30 °C.

Différentes températures ambiantes minimales ont été fixées en fonction de l'effort physique.

1.2 Effets du froid sur l'homme

Chez les personnes en bonne santé, la température normale du corps varie entre 36,5 et 37,5 °C. Elle peut se mesurer avec un thermomètre. La mesure se fait habituellement dans la bouche, au niveau des aisselles ou dans le rectum; on retiendra que la valeur mesurée dans le rectum (température rectale) est celle qui reflète le mieux la température centrale de l'organisme. Elle reste généralement inchangée tant que la chaleur en excédent produite dans le corps peut être dégagée dans l'environnement. C'est ainsi que la perte de chaleur est en général prépondérante lors d'un séjour dans un local dont la température se situe dans la zone de confort. 55-65 % des pertes se font sous forme de chaleur rayonnante, 2-3 % par conduction thermique. Le dégagement de chaleur par conduction thermique peut être consi-

dérablement accru (quintuplé) par le port de vêtements humides, et jusqu'à 25 fois en cas de séjour dans l'eau froide.

Lorsque la perte de chaleur excède la production de chaleur de l'organisme, des mécanismes de compensation interviennent pour maintenir la température du corps. La réaction la plus marquée est celle qui s'accompagne d'une vasoconstriction cutanée ainsi que d'une redistribution du volume sanguin vers les organes internes, afin de les préserver d'une perte additionnelle de chaleur. Cette redistribution du sang vers les organes internes conduit d'autre part à une diminution de la vascularisation de la surface du corps, des bras, des jambes, du visage et des extrémités. L'effet positif de cette réaction de l'organisme s'accompagne toutefois d'une diminution continue de la température dans les régions sous-perfusées. Localement, on observe une vasoconstriction périphérique et une diminution du flux sanguin pouvant causer des lésions tissulaires locales. Plus l'exposition au froid augmente, plus les lésions tissulaires dues à l'hypovascularisation s'aggravent et provoquent la formation de caillots dans les vaisseaux. L'augmentation du tonus musculaire et les frissons donnent lieu à une production de chaleur et accroissent le métabolisme (processus métaboliques) en vue de la formation de chaleur. Des frissons prononcés peuvent augmenter la température centrale de l'organisme de 3-4 °C en 1 heure. En cas d'hypothermie légère ou modérée, les frissons entraînent une augmentation des processus métaboliques 5 à 6 fois supérieure au métabolisme de repos. Lorsque la température centrale de l'organisme tombe à moins de 28 °C, on observe en général une perte de connaissance; les frissons – le principal facteur de réchauffement endogène – cessent alors. Si l'exposition au froid persiste, la mort par hypothermie s'ensuit.

La diminution de la vascularisation de la peau et des membres due au froid provoque une sensation de froid ainsi qu'une limitation de la mobilité, de la sensibilité et de la dextérité. Le risque d'accident augmente en raison de la diminution simultanée de la réactivité, de l'attention et des capacités.

L'exposition à des températures au-dessous de zéro a également des conséquences sur d'autres tissus où des cristaux de glace se forment. Ces derniers sont directement responsables des lésions mécaniques des cellules, en particulier des nerfs et de la peau, ce qui s'accompagne de troubles de la conduction nerveuse ou de dépigmentation (ces troubles peuvent parfois persister longtemps après la guérison des lésions cutanées locales).

La survenue de lésions liées à l'exposition au froid dépend d'un côté de la température de l'environnement ou de l'eau, de l'humidité de l'environnement, de la vitesse du vent et de la durée d'exposition et, de l'autre, de facteurs individuels tels que les vêtements (de protection), l'effort physique, l'âge et l'état de santé du travailleur.

Les mesures de prévention visent avant tout à éviter une hypothermie à l'intérieur et à la périphérie du corps, en sachant que le risque d'un refroidissement est particulièrement important au niveau du visage (surtout le nez et les oreilles), des mains, des doigts ainsi que des pieds et des orteils.

1.3 Emplois à risque

En principe, toutes les situations professionnelles impliquant un travail à l'extérieur exposent potentiellement à des risques pour la santé liés au froid. C'est notamment le cas des travailleurs du bâtiment en général, du génie civil, des exploitations forestières, de l'industrie des transports, des exploitants de remontées mécaniques, des cantonniers, des branches professionnelles supposant un travail sur ou dans l'eau (pêcheurs, police fluviale, plongeur professionnel), ainsi que du personnel travaillant dans l'agriculture ou dans les services communaux.

Le travail au froid dans un local concerne par exemple les travaux de conditionnement dans l'industrie agroalimentaire ou les activités dans les entrepôts frigorifiques et les dépôts de divers secteurs industriels.

Les femmes enceintes et les jeunes travailleurs constituent un groupe à risque particulier. Selon la loi sur le travail, les femmes enceintes (art. 1 OLT 1) et les jeunes travailleurs (art. 4 OLT 5) ne doivent pas effectuer de travaux dangereux et pénibles (en font partie les travaux à des températures inférieures à - 5 °C ou dans l'humidité).

On tient compte du fait que chez les jeunes travailleurs, le manque d'expérience ou de formation implique une moindre conscience des dangers et de la capacité à s'en prémunir que chez les adultes. Les femmes enceintes ne peuvent effectuer des travaux dangereux et pénibles que si une évaluation du risque conclut à l'absence de risque pour la santé de la mère et de l'enfant, ou bien quand un tel risque peut être éliminé par des mesures de protection appropriées.

1.4 Pathologies et médicaments

Le risque de lésions liées à l'exposition au froid augmente avec l'âge ou avec la consommation de certains médicaments ainsi qu'avec l'alcool. Citons en particulier la prise de médicaments agissant sur le psychisme, ou encore la consommation de cigarettes. Parmi les maladies prédisposant à des lésions liées à l'exposition au froid, on retiendra les affections de la thyroïde, le diabète, certains troubles hormonaux, les pathologies neurologiques ayant un effet sur la fonction de l'épiphyse ou les pathologies entraînant une aggravation de la sensibilité périphérique au froid, l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs ou encore les pathologies cardiovasculaires concomitantes.

2. Lésions liées à l'exposition au froid

Il convient de distinguer les lésions locales liées à l'exposition au froid des atteintes générales qui menacent le pronostic vital (où la température de l'organisme s'abaisse à des niveaux qui ne permettent plus un métabolisme normal et ne sont plus compatibles avec la vie). Quelques pathologies sont aggravées par l'exposition au froid.

On peut classer les lésions liées à l'exposition au froid de la façon suivante:

2.1 Lésions systémiques liées à l'exposition au froid

- Aiguës
- Chroniques

2.2 Lésions locales liées à l'exposition au froid

- Engelures
- Pied d'immersion (*trench foot*)
- Gelures locales

2.3 Pathologies aggravées par l'exposition au froid

2.1.1 Lésions systémiques aiguës liées au froid

Une hypothermie générale survient lorsque la température centrale chute au-dessous de 35 °C. Une telle situation peut déjà s'observer pour des températures de l'environnement inférieures à 18,3 °C environ ou lorsque la température de l'eau est de 22,2 °C.

La survenue d'une hypothermie passe souvent inaperçue, insidieusement, sans «signes d'alerte particuliers». Au début, on observe des frissons, une somnolence, une élocution peu claire, une irritabilité, une détérioration de la coordination, une asthénie générale, une miction impérieuse ainsi qu'une peau froide et blême, y compris au niveau du visage. Lorsque l'hypothermie s'aggrave, des troubles mnésiques apparaissent, les frissons diminuent, on observe une raideur musculaire et articulaire et finalement une perte de connaissance.

Classification de l'hypothermie selon la CISA (Commission internationale de secours alpin)		
	Température corporelle	Conscience
Stade HT I	35 - 32 °C	Pleine conscience avec frissons
Stade HT II	32 - 28 °C	Altération de l'état de conscience sans frissons
Stade HT III	28 - 24 °C	Perte de connaissance
Stade HT IV	24 - 15 °C ?	État de mort apparente (arrêt cardiocirculatoire et respiratoire)

2.1.2 Lésions systémiques chroniques liées au froid

Les études expérimentales ont montré que l'exposition au froid peut augmenter la pression artérielle systolique et diastolique chez les individus en bonne santé. L'augmentation dépend du type d'exposition (tout le corps, locale, eau, air) et de facteurs individuels. C'est ainsi qu'une exposition locale soudaine a un effet beaucoup plus intense qu'une exposition de l'ensemble du corps à une température modérée.

Chez les personnes souffrant d'hypertension artérielle essentielle, Fujiwara a pu montrer une élévation de la pression artérielle à des températures froides et une étude de Brennan a mis en évidence une légère augmentation de la pression artérielle pendant les mois d'hiver.

Compte tenu de ces observations, on peut supposer que l'exposition chronique au froid peut avoir un effet défavorable sur la pression artérielle et de façon générale augmenter la pression sanguine.

Plusieurs éléments indiquent que l'exposition au froid augmente le risque de pathologies thrombo-emboliques, en particulier au niveau cardiaque et cérébral. On sait également que les lésions vasculaires cardiaques et cérébrales sont nettement plus fréquentes dans les régions froides du globe. Dans ces conditions, il importe en particulier que les personnes souffrant d'une pathologie vasculaire préexistante comme une coronaropathie ou une artériopathie oblitérante des membres inférieurs, ou encore celles présentant une insuffisance cardiaque soient examinées individuellement pour déterminer si elles sont en mesure d'effectuer un travail au froid.

2.1.3 Mesures de premier secours en cas d'hypothermie

Les personnes en hypothermie légère (stade I) ou modérée (stade II) peuvent bénéficier d'un réchauffement passif. Il s'agit alors avant tout de procéder à l'isolation thermique du patient afin que la production endogène de chaleur provoque une remontée de la température corporelle. Couvrir les patients avec des couvertures et des draps chauds ou les réchauffer dans des bains chauds permet en général de traiter avec succès les hypothermies légères à modérées. À noter que le réchauffement dans des bains chauds constitue la méthode la plus efficace (température de l'eau de 40 à 42 °C, avec un taux de réchauffement de 1 à 2 °C par heure).

Les personnes en hypothermie dont la température corporelle est > 33 °C, et qui sont par ailleurs en bonne santé, peuvent être réchauffés dans un lit chaud, un bain ou au moyen d'enveloppements chauds ainsi que par la prise orale de liquides et d'aliments chauds et hypercaloriques.

Les personnes souffrant d'une hypothermie modérée (température rectale entre 30 et 33 °C) peuvent également être réchauffées par des méthodes passives, les couvertures chaudes (37 °C) constituant la méthode de choix dans cette indication.

La consommation de boissons caféinées ou alcooliques est à éviter.

Lorsque la température centrale est inférieure à 32 °C, il faut préférer un réchauffement actif et invasif à un réchauffement passif; une telle hypothermie impose de toute façon une hospitalisation.

2.2 Lésions locales liées au froid

Des lésions liées au froid peuvent déjà s'observer pour des températures légèrement positives, car le vent ou l'humidité entre autres peuvent abaisser encore la température cutanée. Les joues, le nez, le pavillon de l'oreille, les doigts, les orteils, les mains et les pieds sont les plus exposés aux lésions locales liées au froid. Lorsque la température cutanée tombe au-dessous de 25 °C, le métabolisme local ralentit bien que les besoins en oxygène augmentent en cas de poursuite du travail. Des lésions tissulaires consécutives à une diminution de la vascularisation peuvent déjà s'observer à une température ambiante de 15 °C; à des températures inférieures à 3 °C, elles résultent d'une atteinte locale des tissus par le gel.

2.2.1 Engelures

Les engelures ne constituent pas des gelures, mais des lésions cutanées douloureuses, rouges et prurigineuses, résultant de l'inflammation des tissus due au froid ou à l'humidité et au froid. En cas d'exposition prolongée ou répétée au froid, les engelures aiguës peuvent devenir chroniques (orteils bleus). Ceux-ci se caractérisent par des lésions cutanées rouges et tuméfiées des orteils et, ultérieurement, par la formation de cicatrices.

Des vêtements ou des chaussures trop étroits ou inadaptés constituent des facteurs prédisposants pour les engelures. Les facteurs de risque de gelures sont les suivants: lésions pré-existantes liées au froid, tabagisme et maladies de nature rhumatismale.

2.2.2 Pied d'immersion

Le pied d'immersion résulte de la combinaison de basses températures et d'une exposition à de l'eau. Il est dû à l'effet prolongé de l'eau, en général pendant plus de 12 heures. Au début, les pieds sont froids, avec une sensation d'engourdissement, enflés et présentent une couleur cireuse ou bleuâtre. Deux à trois jours après la fin de l'exposition au froid, on observe des douleurs, une enflure, une rougeur, une sensation de chaleur, la formation d'ampoules, des hémorragies, une cyanose, et dans certains cas on voit apparaître comme conséquence tardive une inflammation du tissu sous-cutané ou une gangrène. Des dysesthésies intenses peuvent se manifester au bout de 10 à 30 jours environ; elles s'accompagnent d'une sensation intense de froid et d'une augmentation locale de la sécrétion sudorale, et peuvent éventuellement persister pendant des années.

2.2.3 Gelures

On entend par gelures l'atteinte par le gel de la peau et du tissu sous-cutané. Les gelures s'accompagnent en général d'un engourdissement, de démangeaisons et de brûlures. La peau prend une couleur gris-blanc et devient indurée. Dans les cas graves, on peut en outre observer des paresthésies (picotements, fourmillements) et une rigidité si les structures tissulaires profondes telles que les muscles, le tissu conjonctif, les nerfs ou les os sont touchés. Les gelures profondes peuvent s'accompagner d'ulcérations cutanées, de brûlure par le gel ou de mort tissulaire (nécrose).

1 ^{er} degré	Lésion de la surface cutanée. Les gelures du premier degré sont perçues comme des zones lésionnelles engourdies et froides et deviennent blanches car le sang ne peut plus circuler librement. Dès que l'on peut réchauffer les zones cutanées atteintes, elles prennent une couleur rougeâtre tirant sur le bleu. Les séquelles sont relativement bénignes: on pourrait les comparer aux lésions consécutives à un léger coup de soleil. La peau peut se décoller, mais les symptômes rentrent rapidement dans l'ordre.
2 ^e degré	Lésion plus profonde de la peau. Les gelures du 2 ^e degré entraînent déjà des lésions des parois vasculaires, ce qui signifie que le sang peut sortir des vaisseaux. Ce phénomène est responsable du décollement de l'épiderme. De l'extérieur, on a l'impression d'avoir affaire à des brûlures avec des cloques. La peau devient insensible. À l'exception de légers troubles de la vascularisation, il n'y a pas lieu de s'attendre à ce stade à des séquelles à long terme.
3 ^e degré	Brûlure par le froid ou par le gel (gangrène), mort tissulaire locale. Les gelures du troisième degré empêchent le sang de parvenir dans les zones touchées; il cherche son chemin dans les tissus, ce qui explique pourquoi ceux-ci prennent une couleur très foncée à noire. Les tissus se nécrosent et commencent à se décomposer dès qu'ils sont réchauffés.
4 ^e degré	Gel des tissus. En cas de gelures du quatrième degré, les fluides de l'organisme et des parties entières du corps telles que les muscles et les os sont gelés. Les tissus se nécrosent complètement; ils deviennent noirs et froids.

Les lésions de la cornée (tunique antérieure de l'œil), qui s'accompagnent d'une diminution des battements de cils, constituent un type particulier de gelures. Cette diminution est due à un abaissement de la température de la cornée. Il en résulte une lésion de l'épithélium de revêtement cornéen avec formation d'une enflure de la cornée, ce qui se traduit par une vision floue. Ce phénomène s'observe à des températures inférieures à -15 °C, en conjonction avec le vent. Cette atteinte est en général passagère et guérit en 24 heures.

2.2.4 Prévention des lésions locales liées au froid

La peau doit rester sèche. Il est important de porter des vêtements, des masques, un chapeau, un chauffe-oreilles, des gants, des chaussettes, des moufles, une écharpe et des chaussures perméables à l'humidité. Les sous-vêtements et les vêtements mouillés, humides ou serrés doivent être changés aussi vite que possible afin d'éviter des lésions dues au froid (comme un pied d'immersion). Des chauffe-mains doivent être portés dans les poches.

2.2.5 Premiers secours

Engelures et gelures: le traitement vise à améliorer la circulation par le réchauffement dans des locaux chauds et par la protection des zones comprimées, ainsi qu'à protéger des lésions. Les gelures doivent être dégagées des accessoires et des vêtements humides (gants, chaussettes et chaussures). Les extrémités atteintes doivent ensuite être séchées puis recouvertes

par des vêtements secs; elles doivent être surélevées, au mieux près du corps. Les massages, la chaleur, les enveloppements de glace ou les bains sont contre-indiqués. Le réchauffement ne doit pas être débuté si un refroidissement est probable avant le traitement définitif.

En cas de gelures graves, en particulier lorsqu'il existe une hypothermie systémique, le patient doit être hospitalisé d'urgence.

2.3 Pathologies aggravées par l'exposition au froid

L'exposition au froid des travailleurs souffrant d'asthme ou de bronchopneumopathie chronique obstructive peut exacerber ces pathologies. L'exposition au froid peut provoquer un écoulement nasal par des mécanismes vasomoteurs.

L'exposition au froid est souvent liée à un travail physique. Ces deux facteurs - aussi bien l'effort physique que l'exposition au froid - sont responsables d'une élévation de la pression artérielle et du débit cardiaque. En cas de pathologie vasculaire préexistante, cela peut en particulier provoquer des infarctus cardiaques ou cérébraux.

Le diabète peut s'accompagner d'un trouble de la thermorégulation. Aux stades avancés de la maladie, il existe une atteinte nerveuse et vasculaire qui limite la capacité de thermorégulation (conservation de la chaleur) au niveau des membres. C'est ainsi que par rapport aux personnes en bonne santé, la vasoconstriction (diminution du calibre des vaisseaux) lors de l'exposition au froid est réduite chez les diabétiques. Les diabétiques présentent par ailleurs un risque accru de coronaropathie.

Le phénomène de Raynaud se caractérise par la survenue paroxystique de modifications de la coloration (pâleur) des doigts dues au rétrécissement subit des vaisseaux à type de spasmes (vasospasmes). La plupart du temps, les lésions rentrent spontanément dans l'ordre. Les femmes sont cinq fois plus souvent touchées que les hommes. Chez les personnes souffrant d'un phénomène de Raynaud primaire, une exposition prolongée au froid provoque les symptômes typiques précités. Cependant, même dans les formes secondaires du phénomène de Raynaud comme le syndrome des vibrations mains-bras, ces troubles surviennent en cas d'exposition surajoutée au froid.

Diverses pathologies de nature rhumatismale peuvent être aggravées par le froid. Quelques études menées surtout dans l'industrie agroalimentaire ont montré que l'exposition au froid peut provoquer des contractures accrues dans la région de la nuque, des épaules et des bras, et qu'on observe plus fréquemment des inflammations des gaines tendineuses. Le froid peut également aggraver un syndrome du canal carpien.

Les cryoglobulinémies se définissent par la présence dans le sang d'immunoglobulines (cryoglobulines) qui précipitent à froid et se dissolvent par réchauffement. La plupart des cas sont dus à une infection chronique par le virus de l'hépatite C. Les symptômes peuvent être très variables. On peut ainsi observer des symptômes cutanés comme des hémorragies cutanées causées par des lésions des parois vasculaires des extrémités (ces manifestations cutanées sont qualifiées de «purpura palpable»); on peut également rencontrer un phénomène de Raynaud, une acrocyanose, des nécroses des extrémités ou encore des arthralgies et des

myalgies. La vitesse de sédimentation est fortement accélérée à 37 °C et normale à 4 °C. Les cryoglobulines peuvent être mises en évidence par électrophorèse.

L'urticaire liée au froid est un mode de réaction de la peau qui se caractérise par un prurit, un érythème et des papules et est déclenché par le froid. Cette réaction cutanée est due à la libération d'histamine par les mastocytes sous l'effet du froid. Nombre d'«allergiques au froid» concernés ne présentent la plupart du temps que des symptômes bénins mais gênants, tels que des rougeurs, des enflures et un prurit. Les complications graves sont rares, mais il faut savoir par exemple qu'un plongeon dans l'eau froide peut provoquer une chute importante de la pression artérielle avec défaillance cardiovasculaire.

On peut supposer que d'autres affections dermatologiques comme la dermatite atopique et le psoriasis peuvent être aggravées par le froid, notamment en raison de la faible humidité de l'air froid.

La panniculite désigne une inflammation localement circonscrite du tissu graisseux sous-cutané. La panniculite au froid est un phénomène qui ne dure que quelques semaines et s'observe après une forte exposition au froid.

3. Evaluation des conditions climatiques

L'exposition au froid dans le cadre du travail est classée en trois zones. La zone de confort, la zone d'ambiance tolérable et la zone de faisabilité. Dans la zone de confort, les échanges de chaleur sont équilibrés. Dans la zone d'ambiance tolérable, l'équilibre est atteint en modulant la difficulté du travail et les contraintes climatiques. Selon la norme DIN 33403-5 (1997), la température cutanée moyenne ne doit pas descendre au-dessous de 33 °C. Les refroidissements locaux au niveau des extrémités ne sont pas pris en considération. Des mesures de protection s'imposent pour les travaux en dehors de la zone d'ambiance tolérable.

Selon la norme DIN 33 403-5 (1997) les postes de travail sont considérés comme des postes de travail au froid lorsque la température qui règne dans les locaux professionnels est de +15°C ou moins, i.e. jusqu'à moins de -50° C. L'exposition au froid est classée en 5 niveaux selon la température de l'air:

	Température de l'air	
I	Niveau frais	+15° à +10 °C
II	Niveau légèrement froid	+10° à -5 °C
III	Niveau froid	-5° à -18 °C
IV	Niveau très froid	-18° à -30 °C
V	Niveau de froid intense	inf. à -30 °C

Les autres grandeurs physiques de l'environnement climatique comme l'hygrométrie, la vitesse de l'air et le rayonnement thermique, ainsi que l'équilibre énergétique et l'isolement vestimentaire ont un effet immédiat sur le bilan thermique de l'homme. Ce qui est déterminant pour l'exposition au froid n'est pas la seule température de l'air, mais les pertes de chaleur résultant éventuellement du complexe climat et travail. Autrement dit, les contraintes climatiques sont également marquées par l'activité physique, l'habillement et la durée de l'exposition. La limitation dans le temps de l'exposition au froid et l'introduction de pauses de réchauffement font partie des mesures les plus efficaces pour lutter contre une perte de chaleur centrale générale de l'organisme ou contre un refroidissement périphérique, par exemple des mains et des pieds. Selon la norme DIN 33 403-5, la température ambiante des locaux lors des pauses de réchauffement doit être d'au moins 21 °C. Ces locaux doivent être secs et sans courant d'air.

	Température de l'air (en °C)	Durée max. d'exposition sans interruption (min)	Durée minimale de réchauffement (min)
I	Niveau frais +15 à + 10	150	10
II	Niveau légèrement froid +10 à -5	150	10
III	Niveau froid -5 à -18	90	15
IV	Niveau très froid -18 à -30	90	30
V	Niveau de froid intense inf. à -30	60	60

Les durées de réchauffement concernent les personnes habituées au travail au froid qui ont une activité régulière.

Source: DIN 33 403-5 (1997)

Il convient d'accorder une attention particulière à la perte de chaleur par conduction thermique due au contact avec des surfaces ou des fluides froids. Les fluides ont un pouvoir refroidissant beaucoup plus important que l'air. C'est ainsi qu'un environnement mouillé et humide peut entraîner un refroidissement considérable des mains et des doigts, même pour des températures de l'air comprises entre 0 et 15 °C. La manipulation de liquides avec un point de congélation au-dessous de 0 °C justifie donc une attention particulière. Ceux-ci refroidissent par conduction et par évaporation.

L'évaluation du froid au moyen de la mesure de l'indice de refroidissement éolien (*Wind Chill Index*), un paramètre qui rend compte de la température ressentie (le vent accentue la sensation de froid), est réalisée surtout à l'extérieur. La température de l'environnement est mesurée avec un thermomètre à bulbe sec et la vitesse du vent avec un anémomètre standard. Plus la vitesse du vent est élevée, plus la température ressentie s'abaisse sensiblement. Le risque d'hypothermie est directement lié à l'indice de refroidissement éolien.

T Luft [°C]	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
V ₁₀ [km/h]												
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-64	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Tab. 1: Wind Chill Index (Gefühlte Temperatur in °C). Die Windgeschwindigkeit wird in 10 m Höhe gemessen (übliche Messhöhe eines Anemometers). [4]

((Légende tabl. 1))

Tabl. 1: indice de refroidissement éolien (température ressentie en °C). La vitesse du vent est mesurée à une hauteur de 10 m (hauteur habituelle d'un anémomètre). [4]

t eff. en °C	Effet
-10 à -24	Sensation inconfortable de froid
-25 à -34	Très froid, la peau risque de geler
-34 à -59	Excessivement froid, la peau exposée peut geler en moins de 10 minutes
-60 et plus froid	Extrêmement froid, la peau exposée peut geler en moins de 2 minutes

Source: prEN ISO 15743:2005

La vitesse de l'air augmente le dégagement de chaleur à la surface du corps et des vêtements et soustrait ainsi au corps une chaleur supplémentaire. La vitesse de l'air ne doit pas dépasser 0,2 (+/- 0,1) m/s dans les zones de travail pour les activités en position assise ou debout. Quels que soient les niveaux de froid, l'humidité relative de l'air est la plupart du temps proche de la limite de saturation. Compte tenu de la faible tension de vapeur (pression partielle exercée par la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère) ou de la très faible teneur de l'air en vapeur d'eau, la régulation de l'humidité de l'air n'a pas d'effet sur l'exposition au froid.

Le rayonnement thermique est déterminé par la différence entre les températures des surfaces dans l'environnement professionnel et la température des surfaces du corps exposé. Dans certains cas, il peut être nécessaire de compenser l'exposition au froid par une source de chaleur (par rayonnement).

4. Principes généraux de prévention des lésions liées au froid

Le travail, les vêtements de travail et l'environnement professionnel doivent être conçus et aménagés de façon à éviter la survenue de toute lésion liée au froid. Les travaux en environnement froid doivent être évités dans la mesure du possible par un changement des méthodes de travail. Ceci peut se faire par des mesures techniques, organisationnelles et individuelles.

4.1 Mesures techniques

Les postes de travail doivent être protégés du vent et des intempéries. On doit s'assurer par des mesures appropriées que la vitesse de l'air n'excède pas 0,2 (+- 0,1) m/s dans les zones de travail. Veiller en particulier à éviter les courants d'air. Dans certaines situations, il peut être nécessaire de compenser l'exposition au froid par des dispositifs localisés de chauffage par rayonnement. De même, un contact prolongé ou répété avec des surfaces froides est à éviter; les sièges ou les outils en métal doivent par exemple être remplacés par des équivalents possédant une conductibilité thermique moindre.

4.2 Mesures organisationnelles

Selon les possibilités, prévoir d'effectuer les travaux à une période plus chaude ou contrôler s'ils ne peuvent pas être réalisés à l'intérieur. Avant de commencer le travail, s'enquérir des conditions météorologiques. Le travail doit être organisé de telle sorte que les travailleurs soient toujours physiquement actifs quand ils sont exposés au froid et soient équipés d'un toit les protégeant du vent et des intempéries lorsqu'ils effectuent des activités sédentaires. Les travailleurs exerçant une activité à l'extérieur doivent pouvoir se reposer dans des locaux chauffés. Le règlement du travail et le régime des pauses doit par conséquent tenir compte de la température de l'environnement et de la vitesse du vent. Qui plus est, les salariés travaillant de façon isolée doivent éviter de sortir lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises. Il convient d'accorder suffisamment de temps pour effectuer les travaux au froid et avec des vêtements de protection. Les travailleurs doivent disposer de vêtements de rechange en quantité suffisante. Il importe de mettre en place un système de communication et des stations de contrôles.

4.3 Mesures individuelles

4.3.1 Vêtements

Les vêtements de travail doivent être adaptés aux conditions climatiques, aux tâches à effectuer et aux contraintes physiques. Les vêtements de protection doivent être choisis de façon à protéger du vent et de la pluie, mais aussi à permettre l'évaporation de la sueur. À cet égard, on tiendra compte du fait que le port de plusieurs couches de vêtements peut permettre d'éviter d'avoir trop chaud.

La détermination de l'isolement vestimentaire nécessaire (*Required Clothing Insulation Index* ou IREQ) peut se faire en appréciant la durée d'exposition et la durée de récupération selon la norme ISO11079, en tenant compte de l'activité physique et de la chaleur rayonnante. L'isolement vestimentaire doit être choisi de façon à ce que la température centrale du corps ne tombe pas au-dessous de 36 °C si le travail est effectué à une température ambiante de 4 °C. Les vêtements humides doivent être remplacés aussi vite que possible par des vêtements

secs. Les vêtements ne doivent en aucun cas être serrés. Il importe par ailleurs de prêter une attention particulière à la protection des mains, des pieds, de la tête et des extrémités. Les mesures de protection contre le froid doivent garantir que la température cutanée ne s'abaisse jamais au-dessous de 12 °C au niveau des parties du corps protégées.

4.3.2 Nourriture et boissons

Les travailleurs doivent manger des repas chauds et prendre des boissons chaudes. En cas de travaux pénibles, on veillera à ce que les apports caloriques soient suffisants. Éviter le café et les boissons alcooliques.

4.3.3 Formation

Les travailleurs effectuant un travail dans un environnement froid doivent être informés des problèmes spécifiques en rapport avec le froid, en particulier en ce qui concerne les lésions liées au froid, leur traitement et les mesures de premiers secours. Le personnel travaillant à l'extérieur doit notamment être éduqué sur le comportement à adopter dans un environnement froid: «bouger, rester chaud et rester sec». Ces travailleurs doivent être informés de la nécessité de ne pas fumer et de s'abstenir de boissons alcoolisées. Il importe tout spécialement de former et d'informer les nouveaux travailleurs quant aux aspects suivants: habillement adéquat, détection des lésions provoquées par le froid et des premiers signes d'hypothermie, phases de réchauffement et mesures de premiers secours.

4.3.4 Prévention en médecine du travail

Les services de médecine du travail doivent demeurer vigilants chez les travailleurs exposés au froid, en particulier en cas de pathologies vasculaires, d'affections cardio-circulatoires, de pathologies pulmonaires, métaboliques ou bien en présence de pathologies neurologiques augmentant le risque de lésions causées par le froid. L'appréciation se fait au cas par cas en fonction des conditions de travail et des observations médicales.

4.3.5 Liste de contrôle travail au froid

Afin de mieux évaluer les postes de travail dans les chambres froides, la Suva a publié une liste de contrôle «Chambres froides» (réf. 67181.f).

Bibliographie supplémentaire

PrEN ISO 15 743 (2005): Ergonomie der thermischen Umgebung - Arbeitspraktiken in der Kälte - Strategie für die Risikobeurteilung und das - management

DIN 33 403-5 (1997): Klima am Arbeitsplatz und in der Umgebung, Teil 5: ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen.

Brochure: Maternité – protection des travailleuses, Office fédéral des constructions et de la logistique, 3003 Berne: 025.224.f

Brochure: Protection des jeunes travailleurs. Informations pour les jeunes de moins de 18 ans, OFCL, Office fédéral des constructions et de la logistique, 3003 Berne: 710.063.f

Griefhahn B, Mehnert P, Bröde P, Forstoff A (1997): Working in moderate cold: a possible risk for health. *J Occup Health* 39, 36-44.

Kurppa K, Viikari-Juntura E, Kuosma E, Huuskonen M, Kivi P (1991): Incidence of tenosynovitis and peritendinitis and epicondylitis in a meat-processing factory. *Scand J Work Environ Health*, 17, 32-37

Pienimäki T (2002): Cold exposure and musculoskeletal disorders and diseases. A review. *Int J Circumpolar Health* 61, 173-82

Danzl D. (2002): *Seminars in respiratory and critical care medicine* 23, 57-68

Danzl D. Pozos R. (1994): Accidental Hypothermia. A review article. *JEJM* 310, 1756-1760

Emmett J D (1995): A review of heart rate and blood pressure responses in the cold in healthy subjects and coronary artery disease patients. *J Cardiopulm Rehabil* 15, 19-24

Korhonen I (2006): Blood Pressure and heart rate responses in men exposed to arm and leg cold pressure test and whole-body cold exposure. *Int. J. Circumpolar Health* 65, 178-84

Komulainen S, Tähtinen T, Rintamäki H, Virokannas H, Keinänen-Kiukaanniemi S (2000): Blood pressure responses to whole-body cold exposure : effect of carvediol. *Eur J Clin Pharmacol* 56, 637-42

Komulainen S, Rintamäki H, Virokannas H, Keinänen-Kiukaanniemi S (2004): Blood pressure responses to whole-body cold exposure : effect of metoprolol. *Hum Hypertens* 18, 905-6

Fujiwara T, Kawamura M, Nakajima J, Adachi T, Hiramori K (1995): Seasonal differences in diurnal blood pressure of hypertensive patients living in a stable environmental temperature. *J Hypertension* 13, 1747-52

Kim JY, Jung KY, Hong YS, Kim JI, Jang TW, Kim JM (2003): The relationship between cold exposure and hypertension. *HJ Occup Health* 45, 300-6

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Szyjkowska A et al (2006): Physiological reaction to work in cold microclimate. *Int J Occup Med Environ Health* 19, 123-31

Brennan PJ, Greenberg G, Miall WE, Thompson SG (1982): Seasonal variation in arterial blood pressure. Br Med J 285, 919-23.

Suva (2011): Liste de contrôle: chambres froides (volume supérieur à 10 m³ et température de service inférieure à zéro degré). Référence: 67181.f.