



OPEN ACCESS

# Déclaration de consensus du CIO sur les recommandations et réglementations pour les événements sportifs par temps chaud

Sebastien Racinais,<sup>1</sup> Yuri Hosokawa,<sup>2</sup> Takao Akama,<sup>2</sup> Stephane Bermon,<sup>3</sup> Xavier Bigard,<sup>4</sup> Douglas J Casa,<sup>5</sup> Andrew Grundstein,<sup>6</sup> Ollie Jay,<sup>7</sup> Andrew Massey,<sup>8</sup> Sergio Migliorini,<sup>9</sup> Margo Mountjoy,<sup>10</sup> Nebosa Nikolic,<sup>11</sup> Yannis P Pitsiladis,<sup>12</sup> Wolfgang Schobersberger,<sup>13,14</sup> Juergen Michael Steinacker,<sup>15</sup> Fumihiko Yamasawa,<sup>16</sup> David Anthony Zideman,<sup>17</sup> Lars Engebretsen,<sup>18</sup> Richard Budgett<sup>19</sup>

Des matériaux supplémentaires sont publiés en ligne uniquement. Pour les consulter, veuillez visiter le journal en ligne (<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2022-105942>).

Pour les affiliations numérotées, voir la fin de l'article

## Correspondance à

Dr Sebastien Racinais, Département de recherche et de soutien scientifique, Aspetar Hôpital de médecine orthopédique et sportive, Doha, Ad Dawah, Qatar ;  
sebastien.racinais@aspetar.com

Accepté le 4 septembre 2022  
Publié en ligne le 23 septembre 2022.



© Auteur(s) (ou leur(s) employeur(s)) 2023. Réutilisation autorisée sous CC BY-NC. Pas de réutilisation commerciale. Voir les droits et permissions Publié par BMJ.

**Pour citer :** Racinais S, Hosokawa Y, Akama T, et al. *Br J Sports Med* 2023; 57 :8-25.

## RÉSUMÉ

Ce document présente les recommandations élaborées par la Commission médicale et scientifique du CIO et plusieurs fédérations internationales (FI) sur la protection des athlètes qui concourent dans la chaleur. Il est basé sur un groupe de travail, des réunions, une expérience sur le terrain et un processus Delphi. La première section présente des recommandations pour les organisateurs d'événements afin de surveiller les conditions environnementales avant et pendant un événement ; de fournir suffisamment de glace, d'ombre et de refroidissement ; et de travailler avec les FI pour éliminer les limitations réglementaires et logistiques. La deuxième section résume les recommandations directement liées aux comportements des athlètes, qui incluent le rôle et les méthodes d'acclimatation à la chaleur ; la gestion de l'hydratation ; et l'adaptation à l'échauffement et aux vêtements. La troisième section explique la gestion médicale spécifique d'un coup de chaleur d'effort (CCE) depuis le triage du terrain de jeu jusqu'à la gestion préhospitalière dans un plateau thermique dédié, complétant les services médicaux habituels. La quatrième section fournit un exemple pour élaborer une analyse des risques environnementaux liés à la chaleur pour les compétitions sportives dans toutes les FI. En résumé, bien que le CEE soit l'une des principales conditions potentiellement mortelles pour les athlètes, elle est évitable et traitable avec la bonne atténuation des risques et une réponse médicale appropriée. La protection des athlètes qui concourent dans la chaleur implique une étroite coopération du comité d'organisation local, des fédérations nationales et internationales, des athlètes et de leur entourage ainsi que de l'équipe médicale.

## INTRODUCTION

Les grands événements sportifs internationaux, tels que les Jeux olympiques, sont confrontés à de nombreux défis pour fournir des soins de santé optimaux aux athlètes. Étant donné que les Jeux olympiques d'été et la plupart des événements des fédérations sportives internationales (IF) ont souvent lieu pendant les mois les plus chauds de l'année, un défi important pour la santé des athlètes consiste à prévenir et traiter les maladies liées à la chaleur.<sup>1 2</sup> Indépendamment de

l'environnement, les contractions musculaires pendant l'activité physique produisent de grandes quantités de chaleur,<sup>3</sup> ce qui entraîne une augmentation de la température centrale après seulement quelques minutes d'exercice.<sup>4</sup> Si l'environnement permet la dissipation de la chaleur en surface de la peau (par convection, rayonnement et évaporation de la transpiration) pour compenser le taux de production de chaleur métabolique, alors la température centrale atteindra un plateau (souvent -38,5-39°C, selon l'intensité de l'exercice).

## Points clés

- Protéger la santé et la sécurité des athlètes lors des événements sportifs par temps chaud nécessite la participation et la collaboration du comité d'organisation local, des fédérations nationales et internationales, des athlètes et de leur entourage ainsi que de l'équipe médicale.
- L'organisateur local devrait surveiller et communiquer les conditions environnementales avant et pendant l'événement, fournir suffisamment de glace et d'hydratation et proposer des installations adéquates de lutte contre le stress thermique (par exemple, des zones ombragées et de récupération). ⇒ L'athlète devrait se préparer spécifiquement aux conditions environnementales prévues (c'est -à-dire à l'acclimatation à la chaleur), gérer son état de santé avant l'événement et planifier son hydratation, son refroidissement, son échauffement et ses vêtements en fonction des risques associés aux conditions environnementales prévues.
- Les prestataires médicaux devraient recevoir une formation spécifique sur la gestion des coups de chaleur d'effort, y compris la reconnaissance précoce (par exemple, la super- vision sur le terrain et le triage à l'arrivée) et le diagnostic (y compris l'évaluation de la température rectale), ainsi que sur l'utilisation d'un refroidissement corporel complet rapide sur place (c'est-à-dire, refroidir d'abord, transporter ensuite).
- Les fédérations internationales sont encouragées à élaborer des politiques environnementales spécifiques en matière de chaleur, avec une voie de communication claire sur le niveau de risque et les contre-mesures associées (par exemple, en utilisant une échelle de stress thermique codée par couleur de 1 à 5).

Cependant, si la capacité de dissipation de chaleur de l'athlète est limitée en raison de conditions ambiantes chaudes et/ou humides, et/ou de vêtements et d'équipements de protection portés, alors la contrainte thermique résultante induira une contrainte cardio-vasculaire supplémentaire entraînant une diminution de l'intensité de l'exercice.<sup>5 6</sup> Les niveaux de détérioration des performances et de risque pour la santé pour un environnement donné sont spécifiques à la production de chaleur du sport et à sa capacité de dissipation de chaleur (par exemple, les vêtements), ainsi qu'aux caractéristiques de l'athlète (par exemple, la taille du corps et l'état d'acclimatation à la chaleur).<sup>7</sup> Bien que de nombreux athlètes bien entraînés atteignent temporairement des températures centrales supérieures à 40°C (voire 41°C) lorsqu'ils concourent intensément dans des conditions ambiantes chaudes, la plupart resteront en bonne santé et asymptomatiques.<sup>8 9</sup> Néanmoins, la chaleur est responsable de plus de décès que toutes les autres catastrophes naturelles combinées,<sup>10</sup> et l'insolation due à l'exercice intense (c'est-à-dire le coup de chaleur d'effort (CEE)) est l'une des deux principales causes de décès chez les athlètes.<sup>11 12</sup> Malheureusement, le niveau de stress thermique environnemental vécu par les athlètes d'élite continuera d'augmenter dans les années à venir en raison d'une combinaison de la prévalence, de l'intensité et de la durée accrues des périodes de temps extrêmement chaud (c'est-à-dire les vagues de chaleur) qui se produisent en raison du changement climatique et de la mondialisation du sport, ce qui entraîne une augmentation du nombre de compétitions organisées dans des climats extrêmement chauds. Bien qu'il existe de nombreuses stratégies d'atténuation qui peuvent réduire efficacement le risque de vulnérabilité au stress thermique de l'exercice (par exemple, l'acclimatation), la mise en œuvre de ces stratégies reste insuffisante dans les contextes sportifs.<sup>13</sup> De plus, alors que les événements sportifs continuent d'avoir lieu par temps extrêmement chaud, nous devons veiller à ce que le traitement du CEE basé sur des évidences scientifiques soit mis en œuvre pour maximiser les chances de survie de cette affection médicale potentiellement mortelle.<sup>14</sup>

Ce document présente les recommandations consensuelles du groupe d'experts et des parties prenantes réunis par la Commission médicale et scientifique du CIO pour protéger les athlètes compétitionnant par temps chaud. Ces recommandations ont été établies suite à la méthode Delphi, avec la contribution de plusieurs FI ainsi que d'experts cliniques et universitaires. Les recommandations sont également basées sur l'expérience acquise lors des récents Jeux olympiques d'été 2020 à Tokyo. Bien que certaines de ces recommandations puissent nécessiter des logistiques uniquement disponibles lors d'événements internationaux/élites, tous les athlètes et organisateurs sont conseillés de les appliquer autant que possible.

## METHODES

### Sélection du groupe

Le CIO a créé le 'Groupe de travail d'experts sur l'impact des conditions météorologiques défavorables pour les Jeux olympiques de Tokyo 2020' en août 2018 (comprenant 11 membres). Ce groupe a travaillé pendant 3 ans avant les Jeux pour élaborer des recommandations liées à la mitigation de la chaleur, et ce document est l'héritage de son travail. Le groupe a également identifié les divergences dans les indices et les politiques utilisés par différentes FI comme un défi avant les Jeux. Cela a été discuté lors d'une réunion de l'Association des FI olympiques d'été en 2019, et sept FI ont été invitées à la réunion consensuelle finale du CIO qui s'est tenue en septembre 2021. Des experts universitaires, ayant une expérience dans l'établissement de politiques contre la chaleur pour les compétitions internationales, ont également été invités à cette réunion. Il est à noter que six membres du groupe faisaient également partie de la Commission médicale et scientifique du CIO pour les Jeux et que trois travaillaient pour le Comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo (voir contribution des auteurs).

### Examen des preuves

La précédente déclaration de consensus du CIO sur les défis thermorégulateurs pour les athlètes de haut niveau comprenait quatre facteurs modifiables : l'hydratation, l'acclimatation, l'échauffement et le pré-refroidissement, et les vêtements.<sup>15</sup> De même, d'autres recommandations de consensus sur l'entraînement

et la compétition par temps chaud comprenaient quatre sections : l'acclimatation, l'hydratation, le refroidissement et les recommandations pour les organisateurs d'événements. La revue la plus récente sur l'exercice en situation de stress thermique couvrirait également trois stratégies d'atténuation : l'acclimatation, le refroidissement et l'hydratation.<sup>6</sup> En plus des sujets mentionnés ci-dessus, les stratégies d'atténuation des risques concernant la tenue des événements basées sur les expériences des FI et les récents Championnats du monde d'athlétisme 2019 et Jeux olympiques d'été 2020 ont été intégrés à la présente étude. Ces points ont été regroupés en trois catégories selon la population cible pour la mise en œuvre : (1) les organisateurs d'événements, (2) les athlètes et leur entourage, et (3) les services médicaux. Le but de ce document n'est pas de recréer des études existantes sur ce sujet, mais plutôt de fournir des recommandations concrètes pour les événements futurs. Ainsi, seule une brève revue narrative est incluse avant chaque recommandation pour renvoyer le lecteur aux études et revues existantes.

### Processus de consensus

Selon la méthode Delphi, la phase d'exploration a été suivie d'une phase d'évaluation anonyme. Chaque recommandation a d'abord été examinée par au moins deux membres du groupe, puis évaluée en ligne (Qualtrics) par chaque membre du groupe en termes de validité, de faisabilité et de clarté à l'aide d'une échelle de Likert de 1 à 9. Un score plus élevé indiquait une recommandation plus valide, faisable ou claire. Les recommandations ayant un score moyen <4 ont été rejetées, celles ayant un score ≥7 ont été conservées et celles ayant un score intermédiaire ont été révisées avant de passer à la deuxième phase d'évaluation. De plus, l'évaluation en ligne a permis aux participants de fournir des commentaires ouverts sur chaque recommandation, qui ont été pris en compte lors du processus de révision. Après la première phase d'évaluation, 12 recommandations ont obtenu un score compris entre 5,9 et 7 dans au moins l'une des catégories d'évaluation. Ces recommandations ont été modifiées, et huit ont obtenu un score supérieur à 7 dans toutes les catégories, tandis que quatre ont obtenu un score de 6,8 ou 6,9 dans une catégorie. Ces recommandations ont été ensuite modifiées et validées par les deux principaux auteurs. Enfin, une recommandation a été ajoutée après le processus Delphi pour combler une lacune identifiée lors de la rédaction du manuscrit. Cette révision a été approuvée par les coauteurs. Il est à noter que la majeure partie de l'ordre du jour de la réunion en personne (septembre 2021) a porté sur les domaines sans consensus, tels que l'exploration de l'élaboration de politiques de chaleur standardisées dans les FI. Un accord a été conclu le troisième jour de discussion et une méthode d'élaboration de politiques de chaleur est proposée ci-dessous (section 4). Cette section spécifique est basée sur l'expertise plutôt que sur la littérature.

## SECTION 1 : RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDUCTION DES RISQUES PAR LES ORGANISATEURS

### Surveillance environnementale

Pour que les FI ou le CIO acceptent une candidature pour un événement international, et pour que les athlètes et leur entourage se préparent de manière appropriée pour un événement sportif donné, ils devraient avoir accès aux données historiques relatives aux conditions météorologiques pour le lieu de l'événement. Les paramètres environnementaux devraient également être enregistrés tout au long de l'événement pour permettre aux FI d'adapter la mise en œuvre de leur politique de chaleur en conséquence (voir ci-dessous). De plus, les différentes surfaces de compétition et l'environnement entourant les terrains de jeu (TJ) induisent des environnements microclimatiques divers<sup>16 17</sup> qui peuvent différer des stations météorologiques établies.<sup>18</sup> Ainsi, les mesures devraient être représentatives du terrain de jeu,<sup>19</sup> à environ 1,2-1,5 m au-dessus de la surface (ou à une profondeur de 40 cm pour la température de l'eau) pour représenter les conditions vécues par l'athlète (figure 1),<sup>20</sup> et devraient inclure tous les paramètres requis par la FI pour mettre en œuvre leur politique de chaleur. Les instruments devraient être en position fixe, par exemple sur un trépied (et non portables) et utiliser une technologie de capteur bien établie<sup>21</sup> qui fournit des mesures précises et stables avec une résolution suffisante pour atteindre les seuils de prise de décision. Il convient d'éviter la variabilité de mesure due à des facteurs indépendants, tels qu'une telle

fluctuation dans la mesure de la température de l'air en raison d'un vent intermittent.



**Figure 1** Surveillance et rapport des conditions environnementales. Panels A et B : dispositifs spécialement développés pour les Championnats du Monde d'Athlétisme et pour le tournoi de tennis de l'Open d'Australie, respectivement. Ce sont les solutions recommandées. Panels C et D : unités commercialement disponibles utilisées sur le terrain de jeu. Il n'est pas recommandé d'utiliser un appareil portable (panneau C) lorsque l'appareil a été placé à l'ombre entre les mesures car cela a entraîné une erreur de 2°C par rapport à l'appareil fixe. L'appareil doit être fixé sur un trépied avant l'événement car un certain temps d'équilibrage avec l'environnement est nécessaire pour assurer des mesures précises (panneau D). Panneau E : l'affichage de la température d (WBGT) et u globe-mouillé de la catégorie de risque préparé par le Comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo. Cet affichage peut induire les athlètes en erreur car la plupart ne connaissent pas le score WBGT et peuvent le confondre avec la température de l'air. De plus, le codage des couleurs était différent de ce qui a été mis en place par diverses fédérations internationales. Panneau F : échelle de stress thermique codée en couleurs de 1 à 5 développée pour le tournoi de tennis de l'Open d'Australie par l'Université de Sydney. Elle fournit l'indice réel (valeur) et la recommandation correspondante. Cette méthode de feedback transmet un message clair aux athlètes et est recommandée.

Les données doivent être échantillonnées en temps réel et moyennées dans le temps de manière appropriée pour chaque variable individuelle (par exemple, plus longtemps pour la température du globe noir que pour la température ambiante de l'air). Les capteurs doivent également être entretenus et calibrés selon les spécifications du fabricant et régulièrement vérifiés. Dans le cas du thermomètre globe-mouillé (WBGT, *wet-bulb globe temperature*), il existe de nombreuses options commerciales disponibles, mais la plupart ne respectent pas les normes d'origine. Par exemple, le WBGT nécessite une mesure précise de la température humide naturelle, un thermomètre à bulbe sec ombragé par une structure éliminant les effets du rayonnement thermique et avec de l'air ambiant aspiré mécaniquement et un globe noir d'un diamètre de 15 cm. Bien que la plupart des appareils portables ne correspondent pas à ces spécifications (par exemple, pas de mesure de la température de l'air ambiant aspirée, globe noir plus petit), il est recommandé d'utiliser un appareil classé dans la catégorie 1 (avec des capteurs de globe noir et de température humide naturelle) ou dans la catégorie 2 (avec un capteur de globe noir et d'humidité) par l'Institut national japonais de la sécurité et de la santé au travail, avec une précision de  $\pm 2^\circ\text{C}$  (annexe supplémentaire en ligne 1).

Il convient de préciser par qui et comment les mesures environnementales sont effectuées (y compris la fréquence et la durée moyenne d'échantillonnage), de mentionner le mode de communication et à qui cette information est destinée. Un exemple de procédures opérationnelles standards rédigées pour les Jeux Olympiques d'été 2020 est inclus dans l'annexe supplémentaire en ligne 1. Il convient de noter que, bien que les FI soient encouragées à développer leurs propres analyses des risques en raison des limites du WBGT (voir ci-dessous), le WBGT est actuellement utilisé par plusieurs FI pour établir leurs lignes directrices et recommandations en termes de sécurité thermique <sup>7</sup> et a été

mesuré par plusieurs FI lors des Jeux olympiques d'été 2020 (y compris le tennis, le triathlon et l'athlétisme). Parmi les FI, il n'y a pas de limite/réglementation commune établie sur le WBGT. Les études réalisées chez l'humain sur la thermorégulation montrent que même dans les mêmes conditions environnementales (par exemple, WBGT identique ou température/humidité relative), des facteurs tels que la production de chaleur métabolique (par exemple, marathon vs tir à l'arc), les vêtements/équipements portés et le mouvement de l'air (vitesse du vent naturel ou auto-généré ; par exemple, course à pied vs cyclisme) qui varient selon les sports peuvent affecter le stress thermique. <sup>24-28</sup> Des études ont montré l'intérêt de se référer au score WBGT pour prendre des décisions de modification d'événement, pour réduire le risque de maladie de chaleur d'effort <sup>29</sup> et pour identifier les ressources nécessaires aux postes médicaux des athlètes (par exemple, bénévoles, équipements et consommables). <sup>30</sup>

### Recommandations

► Les données météorologiques historiques (au moins la température et l'humidité) de la ville/région doivent être fournies au moment de la candidature pour au moins les 10 années précédentes. Ces données sont généralement disponibles auprès des stations météorologiques des aéroports ou des bases de données publiques et permettent une estimation globale du risque potentiel de chaleur extrême.

► Si la plage des données historiques suggère un risque de chaleur extrême, les paramètres environnementaux pertinents pour ceux utilisés par les FI (par exemple, le WBGT) doivent être surveillés en continu sur le terrain de jeu (par exemple, un relevé au moins toutes les heures) chaque année pendant la période de la compétition à partir du moment où la candidature est acceptée et pendant toute la durée de la compétition. Comme la faisabilité de cette recommandation dépend de nombreux facteurs, elle peut être adaptée tout en conservant son intention. Par exemple, si le terrain de jeu n'a pas encore été construit, les enregistrements peuvent être effectués à proximité ou dans des environnements similaires.

### Approvisionnement en glace

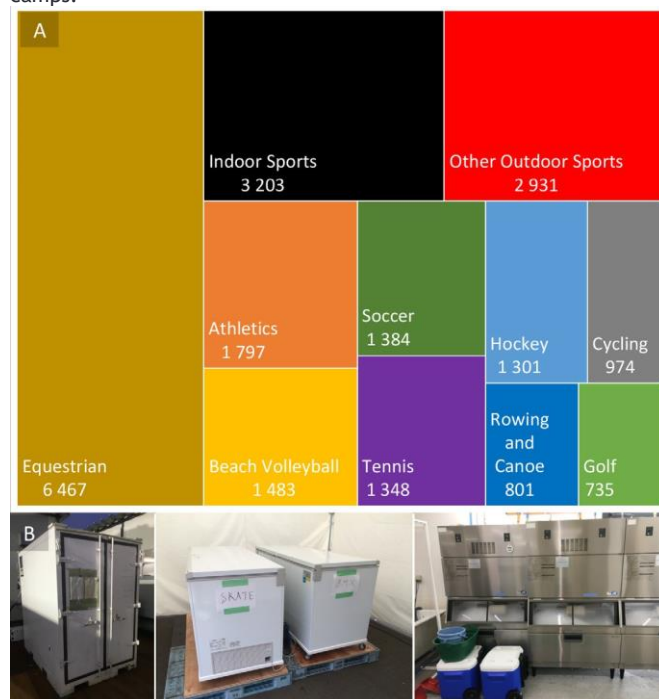
La glace est utilisée à différents moments (par exemple, avant l'événement, pendant et après l'événement), sous différentes formes (par exemple, immersion en eau froide (IEF), serviettes glacées, chaussettes glacées, glace pilée et glaçons) et par différents acteurs (par exemple, équipes sportives, athlètes, officiels et personnel médical). Il est donc important de prévoir une quantité suffisante de glace à visée médicale. Par exemple, un seul bain de glace médical nécessite 30 à 35 kg de glace au départ, plus un renouvellement continu pour maintenir la température du bain de glace entre 5°C et 15°C.

Pendant les Jeux Olympiques d'été 2020, la quantité de glace a été déterminée en fonction de: (i) l'aménagement du lieu, (2) le calendrier des compétitions, (3) le nombre d'athlètes, (4) le nombre de bains de glace médicaux et de bains de glace de récupération, (5) le nombre de tentes médicales sur le terrain de jeu et (6) l'analyse empirique de la quantité de glace utilisée lors des événements pré-Olympiques. La figure 2 résume la fourniture de glace par sport lors des Jeux Olympiques d'été 2020. Ces chiffres devraient être adaptés à la configuration de l'événement et aux conditions environnementales.

Il incombe au Comité d'organisation local (COL) de disposer d'un plan de contingence pour fournir de la glace supplémentaire en cas de besoin urgent, comme ce fut le cas pour les compétitions de marche lors des Jeux Olympiques d'été 2020. En plus des plus de 22 tonnes de glace utilisées dans les lieux de compétition lors des Jeux Olympiques d'été 2020, la consommation de glace a atteint jusqu'à 2200 kg par jour pour la polyclinique du village des athlètes. De plus, il y avait trois machines à glace situées dans la polyclinique du village olympique, et les résidences des athlètes étaient également équipées d'au moins une machine à glace ; chaque machine produisant 1200 kg de glace en cubes par 24 heures. De plus, à l'ouverture du village Olympique, 42 tonnes de glace en cubes ont été livrées et stockées dans de grands conteneurs à glace placés dans les résidences de chaque bâtiment. Certaines équipes stationnées à l'extérieur du village olympique ont également



sécurisé leurs propres machines à fabriquer de la glace dans leurs camps.



**Figure 2** Fourniture de glace par sport lors des Jeux Olympiques d'été de Tokyo 2020. Panneau A: valeurs en kilogrammes par lieu. Cela ne prend pas en compte la glace fournie à la polyclinique et au village olympique. Panneau B: exemple d'installations de stockage de glace pendant l'événement.

### Recommandations

► Bien que ses avantages pour les problèmes non liés à la chaleur soient équivoques, la glace est généralement recommandée par toutes les parties prenantes (par exemple, les FI, les fédérations nationales, les sports, les officiels, les services médicaux, les médias, etc.). Ces exigences doivent être reconnues et prises en compte dans le but d'éviter les pénuries en cas de problèmes liés à la chaleur.

► Un fournisseur, un mode de transport (c'est-à-dire une chaîne du froid dans de bonnes conditions sanitaires) et des considérations pour la mobilisation des ressources existantes (c'est-à-dire le déplacement de la glace d'un lieu à un autre) doivent être prévus en cas de pénurie pour traiter les problèmes liés à la chaleur. Le coordinateur du lieu doit être habilité (y compris une autorisation financière et de sécurité) à activer ce plan sur demande de l'officier médical du lieu.

### Suppression des limitations réglementaires et techniques pour l'hydratation et le refroidissement en compétition

L'hydratation pendant la compétition est limitée par diverses contraintes, y compris l'accès aux liquides. Par conséquent, plusieurs FI ont mis en place des changements de leurs règles, souvent appelées « politique de chaleur », qui permet à l'officiel en charge de modifier le format de la compétition pour faciliter l'hydratation et le refroidissement des athlètes. Par exemple, les règles de la FIFA permettent une pause d'hydratation et de refroidissement après 30 minutes de jeu dans chaque mi-temps d'un match de football ; les règles de la Fédération internationale de tennis permettent 30 secondes supplémentaires pour chaque changement de côté dans un match de tennis ainsi qu'une pause de 10 minutes après le deuxième set ; les règles de l'Union Cycliste Internationale permettent un ravitaillement en voiture lors d'un contre-la-montre cycliste ; les règles de la Fédération Internationale d'Athlétisme permettent l'installation d'une table de rafraîchissement sur la piste pour les courses de 5000m et les courses de 10000m ; et la Fédération Internationale de Triathlon a amélioré le nombre de stations d'aide/boisson pendant la course à pied avec une distance maximale de 1,25 km entre les stations d'aide. Certaines adaptations, cependant, nécessitent une planification avancée de la part du COJO, comme l'élargissement

d'une section de route le long d'un parcours de course cycliste pour accueillir une station d'alimentation.

Il convient de noter que, bien que l'on puisse argumenter qu'un athlète n'a pas besoin de plus de liquides que 1L/heure en raison du taux limité de vidange gastrique (voir ci-dessous 'Apport de liquides en compétition'), la mise en place de stations d'alimentation/rafraîchissement pendant la compétition contribue également aux stratégies de refroidissement des athlètes en cours d'épreuve. En effet, une étude menée lors des Championnats du monde d'athlétisme 2019 a montré que la plupart des athlètes (93%) avaient une stratégie de refroidissement en cours d'épreuve, consistant principalement à se mouiller la tête/le visage (65%) et à ingérer de l'eau froide (52%).<sup>32</sup> Le COJO est également un acteur important pour aider les athlètes dans leurs méthodes de pré-refroidissement planifiées. Par exemple, les athlètes utilisent souvent des gilets de glace pour le pré-refroidissement, une technologie nécessitant un matériau à changement de phase maintenu à l'état gelé avant utilisation. Cependant, les mesures de sécurité peuvent empêcher une équipe d'installer un congélateur dans la zone de compétition sécurisée après le contrôle de sécurité. Il est donc essentiel que les équipes nationales et les FI anticipent et se mettent d'accord avec le COJO si des modifications structurelles sont nécessaires (par exemple, fournir de l'électricité pour les dispositifs de refroidissement) et comment prendre en compte les mesures de sécurité. Cependant, les préférences personnelles (par exemple, les produits d'hydratation et de refroidissement spécifiques) ne relèvent pas de la responsabilité du COJO.

### Recommandations

► Planifier l'espace nécessaire, l'alimentation électrique, l'approvisionnement en glace et l'autorisation de sécurité pour l'installation des dispositifs de refroidissement (par exemple, congélateur, machine à glace pilée).

► Bien que cela ne soit pas possible dans tous les sports, envisager si le terrain de jeu et/ou les règles de compétition de l'événement pourraient être adaptés pour permettre l'accès aux liquides pendant la compétition.

► Bien que cela ne soit pas possible dans tous les sports, envisager si le terrain de jeu et/ou les règles de compétition de l'événement pourraient être adaptés pour permettre l'accès à des interventions de refroidissement pendant la compétition, telles qu'une pause supplémentaire dans les sports d'équipe/raquette et de l'ombre dans les zones d'attente et d'échauffement.

### Adaptation des distances et des durées de compétition

Une croyance courante est que raccourcir un événement peut minimiser le risque associé au stress thermique chez les athlètes. Bien qu'il soit vrai que les épreuves de courte durée comme le sprint ne sont pas négativement affectées par le stress thermique,<sup>33</sup> ceci ne s'applique pas aux épreuves prolongées de différentes durées. Par exemple, l'organisateur du marathon de Tel Aviv a annulé le marathon complet en 2013 en raison d'une vague de chaleur, mais a autorisé le semi-marathon, ce qui a entraîné un décès et 20 hospitalisations.<sup>34</sup> En effet, le principal déterminant du niveau de contrainte thermique chez les athlètes est l'intensité de l'exercice, et il a été démontré que les cyclistes de haut niveau atteignent en réalité une température centrale plus élevée lors d'un contre-la-montre de 40 à 45 minutes que lors d'une course sur route de plusieurs heures.<sup>9</sup> Ainsi, la course sur route de Falmouth, un événement de course à pied de seulement 7 miles (11 km), est tristement célèbre pour son taux très élevé de coup de chaleur.<sup>35</sup> De plus, bien que raccourcir un événement soit techniquement possible dans certains sports (par exemple, la course de triathlon féminin lors de l'événement de test olympique a été raccourcie de 10 km à 5 km en 2019), cela peut ne pas être réalisable dans d'autres sports (par exemple, une ligne d'arrivée de cyclisme nécessite du temps pour être conçue, sécurisée et installée). Dans les sports structurés pour permettre des pauses prolongées ou supplémentaires (par exemple, le tennis, le football et la voile), l'introduction de pauses plus structurées et/ou de pauses plus longues est une recommandation relativement courante de politiques de chaleur extrême dans ces sports. Cependant, relativement peu d'études physiologiques ont évalué la fréquence et la durée optimales des pauses dans différents sports. Néanmoins, il a été démontré que des pauses courtes (90 à 180 secondes) seules ont un effet de refroidissement limité si les athlètes ne peuvent pas être déplacés vers un environnement plus frais,<sup>36</sup> de telles

pauses permettent l'application de stratégies de refroidissement actif telles que les serviettes glacées et des opportunités supplémentaires pour se réhydrater avec de l'eau fraîche.<sup>37,38</sup> Dans le contexte du football (pauses de 3 minutes après 30 minutes de jeu à chaque mi-temps) et du tennis (pauses standards de 90 secondes après chaque jeu impair, et une pause de 120 secondes après chaque set), les stratégies de refroidissement pendant ces pauses ont réussi à atténuer l'augmentation de la température centrale.<sup>37,39</sup> Prolonger les mi-temps du football de 5 minutes<sup>38</sup> et du rugby de 8 minutes<sup>36</sup> a également permis de réduire davantage la température centrale par rapport aux durées de mi-temps régulières.

#### Recommandations

► Un déplacement précipité de la ligne d'arrivée peut altérer la qualité des services médicaux à l'arrivée et n'est pas recommandé, sauf si ce scénario a été intégré à la planification de l'événement, testé (par exemple, lors d'un événement de test) et approuvé par le médecin en chef, le comité d'organisation et la FI.

► La réduction de la durée de la compétition pourrait cependant être envisagée si cela permet de réduire considérablement les risques liés à la chaleur sans augmenter le risque lié à l'intensité de l'exercice ou altérer le niveau de soins lors de l'événement (par exemple, réduire la partie course d'un triathlon olympique de 10 km à 5 km en effectuant un seul tour au lieu de deux).

► Dans les sports structurés pour permettre des pauses prolongées ou supplémentaires (par exemple, tennis, football), des pauses peuvent être utilisées pour appliquer des stratégies de refroidissement actif telles que des serviettes glacées, qui peuvent réduire la contrainte thermique physiologique de l'athlète.

#### Brume

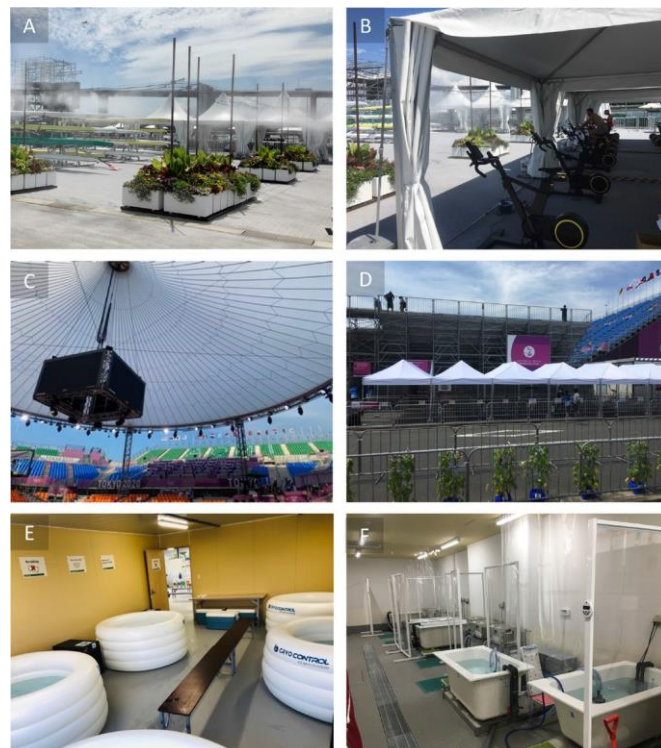
La pulvérisation d'eau en utilisant des ventilateurs de brumisation est une stratégie de refroidissement qui consiste à vaporiser des gouttelettes d'eau dans l'air. Ces gouttelettes s'évaporent et refroidissent l'air en éliminant la chaleur par le changement de phase de l'eau liquide en vapeur d'eau.<sup>1</sup> Des études ont montré que la pulvérisation d'eau en brumisation peut réduire les températures de l'air ambiant de 1°C à 12°C, selon la conception du brumisateur, les conditions environnementales telles que l'humidité et le mouvement de l'air, et la proximité du brumisateur.<sup>40</sup> Un mouvement important d'air peut réduire l'efficacité de la pulvérisation d'eau en brumisation en dispersant les gouttelettes, et le refroidissement a tendance à être plus important dans les environnements plus secs, bien qu'il ait également été utilisé efficacement dans les climats humides.<sup>40</sup> Ainsi, un refroidissement optimal semble être obtenu en utilisant des ventilateurs de brumisation à une température ambiante supérieure à 30°C, une humidité relative inférieure à 70% et une vitesse du vent inférieure à 3m/s.<sup>40</sup> L'utilisation de la brumisation dans des espaces clos mal ventilés peut augmenter l'humidité ambiante, ce qui pourrait atténuer le refroidissement par évaporation de la peau et paradoxalement aggraver la contrainte thermique. Bien que la plupart de ces études aient été menées dans des environnements urbains, il a également été rapporté que les ventilateurs de brumisation sont une stratégie de refroidissement très efficace à la mi-temps dans le rugby à XIII.<sup>36</sup> La pulvérisation d'eau en brumisation peut être utilisée pour réduire le stress thermique lors de rassemblements de masse.<sup>41,42</sup> Pour une personne qui fait de l'exercice, les ventilateurs de brumisation pourraient également améliorer la perte de chaleur par évaporation de la peau sans perspiration supplémentaire<sup>1</sup> et il a été rapporté qu'ils améliorent le confort thermique dans les environnements sportifs et de loisirs.<sup>36,40</sup> En tant que telle, la brumisation a été mise en place dans certaines zones d'échauffement lors des Jeux Olympiques d'été 2020 (par exemple, l'aviron ; figure 3). Il a également été rapporté que certains marcheurs choisissent d'utiliser une douche de brumisation.<sup>43</sup> Cependant, les douches de brumisation ne sont généralement pas utilisées en compétition car : (i) leur effet de refroidissement peut être limité chez les athlètes qui ont déjà atteint une couverture complète de la transpiration cutanée ; (2) le temps d'exposition serait très limité ; et (3) elles posent divers problèmes, notamment des chaussures et des chaussettes trempées, un risque accru d'accidents lors de sports tels que le cyclisme en raison d'une surface de route glissante et l'interférence

de la vision pour les athlètes portant des lunettes.

#### Recommandations

► Bien que leur efficacité dépende de la configuration et des conditions environnementales, les ventilateurs brumisateurs peuvent être appropriés pour fournir un effet de refroidissement lors de rassemblements de masse et pour les spectateurs, notamment par temps chaud avec une faible humidité et une faible circulation de l'air (par exemple, les files d'attente).

► Les ventilateurs brumisateurs peuvent être appropriés pour fournir un effet de refroidissement dans la zone d'échauffement ou les zones de pause en cours de jeu pour les sports individuels ou d'équipe, mais ils doivent être placés de manière à ce que les athlètes puissent choisir de les utiliser ou non.



**Figure 3** Exemple de stratégies d'atténuation de la chaleur par le Comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo. Panneau A : brumisation de la zone de préparation des bateaux. Panneau B : ombrage de la zone d'échauffement. Panneau C : ombrage du terrain de jeu. Panneau D : ombrage de la zone mixte. Panneau E-F : bain froid pour la récupération sur un lieu sportif et à la polyclinique, respectivement.

#### Couleur et matériau de surface

Les grands événements sont organisés dans de grandes villes où la température de l'air ambiant et de surface est de plusieurs degrés plus élevée que dans les zones rurales environnantes ; un phénomène appelé îlot de chaleur urbain.<sup>44</sup> Bien que l'environnement construit (par exemple, les grands bâtiments) puisse ombrager le rayonnement direct à ondes courtes du soleil, des espaces ouverts sont également nécessaires pour dissiper la chaleur piégée entre les bâtiments.<sup>45</sup> De même, bien que l'utilisation de matériaux à haute albédo/réflexion ait été promue pour diminuer la température de surface, la diminution de la température de l'air peut ne pas compenser la charge radiante accrue, se manifestant par une température radiante moyenne plus élevée, induite par les surfaces réfléchissantes.<sup>46,47</sup> Pour les athlètes en cours d'effort, il est également important de prendre en compte les effets potentiels d'une faible vitesse du vent due aux bâtiments environnants<sup>48</sup> et aux tribunes sur leur capacité potentielle de dissipation de la chaleur.

► À ce jour, la plupart des études qui ont examiné l'utilisation de matériaux de surface à haute albédo/ réfléchissants se sont concentrées sur le confort thermique et la charge thermique chez les piétons, et l'efficacité de telles mesures pour les athlètes en cours d'effort est incertaine.

### Ombrage

Le rayonnement solaire direct a une influence marquée sur le niveau de stress thermique prévalent dans un environnement extérieur. La température du globe noir, qui est utilisée pour aider à déterminer la température radiante moyenne (l'un des quatre paramètres environnementaux fondamentaux qui définissent un environnement thermique, est souvent de 10 à 15°C plus élevée que la température ambiante au milieu d'une journée d'été ensoleillée. La charge thermique radiante subséquente peut aggraver la contrainte thermique physiologique et nuire à la performance de l'exercice.<sup>49-50</sup> De plus, en ce qui concerne le stress thermique,<sup>51-54</sup> des niveaux élevés de rayonnement solaire, en particulier lorsqu'il est dirigé vers la tête, peuvent également affecter les tâches motrices-cognitives complexes.<sup>55-56</sup> L'ombrage, fourni par des auvents/utilitaires légers ou des voiles personnalisés, est une intervention simple et efficace qui atténue les effets négatifs de la charge thermique supplémentaire due au rayonnement thermique.<sup>57</sup> Bien que pour la plupart des sports, l'ombrage ne puisse pas être appliqué sur le terrain de jeu, il constitue une mesure clé d'atténuation du stress thermique pour les athlètes pendant les pauses de repos obligatoires pendant le jeu et/ ou pour les zones d'échauffement et de récupération des athlètes (figure 3). La couverture d'ombrage doit être suffisante pour accueillir le nombre de joueurs sur le terrain de jeu pour le sport donné, permettre une ventilation naturelle des vents dominants dans toutes les directions pour maximiser la convection et de préférence construite en matériau à propriétés réfléchissantes.<sup>1</sup> L'ombrage est également important pour les officiels, le personnel et les bénévoles exposés au soleil sur le terrain de jeu. Lorsque l'ombrage est limité, une rotation des équipes de travail doit être prévue pour permettre un temps de soulagement adéquat de la chaleur pour ce personnel.

### Recommandations

- Bien que l'ombre ne soit peut-être pas possible sur le terrain de jeu, les zones de préparation (par exemple, la zone de gréement en voile), de récupération (par exemple, entre les événements ou après les événements) et post-événement (par exemple, la zone mixte) devraient fournir de l'ombre aux athlètes.
- De l'ombre devrait également être fournie à tous les officiels, le personnel et les bénévoles sur le terrain de jeu. Si ce n'est pas possible, une rotation des horaires de travail devrait être organisée.

### Récupération et refroidissement post-événement

Les athlètes utilisent couramment les bains de glace à des fins de récupération, et leur utilisation après la compétition est courante, en particulier après un stress thermique.<sup>58</sup> Cependant, leurs bienfaits pendant l'entraînement ont été remis en question en raison d'un éventuel retard dans la récupération musculaire et l'adaptation à l'entraînement.<sup>59-60</sup> Une observation récente des Championnats du monde d'athlétisme 2019 a montré que plus de la moitié des athlètes d'endurance prévoyaient d'utiliser des bains de glace après la course (non publié). Les bains de glace pour la récupération sont un complément essentiel aux bains de glace médicaux pour le coup de chaleur, mais ils ont une logique différente. Un triage approprié dirigera tous les athlètes présentant un épuisement léger dû à la chaleur vers le bain de glace de récupération, permettant ainsi d'économiser le bain de glace médical dans la zone de chaleur pour le coup de chaleur.<sup>61</sup> Par exemple, bien que la zone de récupération relève du département des sports, qui est indépendant du département médical au sein de la structure opérationnelle des Jeux Olympiques, il semble important que les efforts soient coordonnés entre les deux départements afin d'éviter la pénurie de glace (voir précédemment) et de s'assurer que la zone de récupération puisse répondre aux besoins cliniques.

Il est nécessaire de superviser (et de réévaluer) les athlètes qui utilisent eux-mêmes l'IEF pour récupérer de l'épuisement dû à la chaleur car leur état peut évoluer vers le CEE. Ainsi, un clinicien

(par exemple, un physiothérapeute ou un entraîneur sportif) doit superviser la zone de récupération d'IEF et disposer d'un gsm pour appeler la station médicale en cas de détérioration d'un athlète initialement diagnostiqué comme souffrant d'un épuisement léger dû à la chaleur et nécessitant un transfert vers la station médicale. En cas de CEE chez un athlète dans un lieu sportif sans plateforme de refroidissement, l'équipe médicale peut également choisir d'annexer la zone de récupération pour un refroidissement d'urgence (figure 3).

### Recommandation

- Les événements sportifs dans des conditions ambiantes chaudes doivent prévoir une zone de récupération ombragée ou intérieure avec IEF, sous la supervision (para)médicale. Cette zone de récupération IEF peut accueillir les cas d'épuisement léger dû à la chaleur afin de préserver la zone médicale IEF à l'intérieur de la plateforme de refroidissement pour la prise en charge du CEE.

## SECTION 2 : RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDUCTION DES RISQUES PAR LES ATHLÈTES

Parmi la cohorte d'athlètes exposés à des conditions chaudes similaires durant un événement donné, seule une minorité nécessitera un soutien médical.<sup>13</sup> Bien qu'il existe une variabilité interindividuelle à la fois de les réponses aiguës à la chaleur et de cinétique d'acclimatation à la chaleur, tous les athlètes peuvent et doivent s'adapter et se préparer à la chaleur.<sup>62-64</sup> L'état de santé récent de l'athlète (en particulier si l'athlète souffre de diarrhée) est un facteur de risque majeur pour un résultat médical indésirable lors de la compétition sous la chaleur.<sup>13-65</sup>

### Acclimatation

Les conditions ambiantes chaudes limitent la capacité d'un athlète à dissiper la chaleur produite par les muscles dans l'environnement, imposant ainsi un stress thermique et cardiovasculaire limitant la capacité d'exercice.<sup>66</sup> Heureusement, des expositions répétées à la chaleur permettent des adaptations physiologiques spécifiques permettant de minimiser ce stress thermique et cardiovasculaire via une réponse sudorale améliorée, une diminution plus faible du volume plasmatique, une conservation des électrolytes et une gamme d'autres adaptations décrites précédemment.<sup>67-68</sup> Ce processus d'entraînement est appelé acclimatation à la chaleur lorsqu'il est réalisé dans des environnements simulés tels que des pièces chaudes, des saunas ou des bains, et 'acclimatisation' à la chaleur lorsqu'il est exposé à des zones/environnements naturellement chauds.<sup>69</sup> Le terme 'acclimatation' est utilisé tout au long de ce document comme une nomenclature générique pour les deux. En général, une 'acclimatation à la chaleur' est lorsqu'un individu fait de l'exercice avec une température corporelle centrale entre 38,5°C et 39,8°C pendant au moins 60 minutes,<sup>70</sup> avec une température cutanée élevée, une transpiration et un flux sanguin cutané élevés.<sup>7</sup> L'acclimatation à la chaleur est considérée comme l'une des principales contre-mesures pour protéger la santé et les performances des athlètes dans des environnements chauds.<sup>7</sup> Les études ont régulièrement rapporté que les performances s'améliorent après plusieurs jours/semaines,<sup>71</sup> ou que les athlètes sont moins susceptibles d'avoir un problème médical lié à la chaleur lorsqu'ils sont acclimatés à des conditions ambiantes chaudes lorsqu'ils doivent faire de l'exercice intense.<sup>65-72</sup> Les avantages physiologiques et de performance de l'acclimatation à la chaleur ont été largement couverts dans de nombreuses revues narratives récentes,<sup>67-73</sup> méta-analyses,<sup>68</sup> déclarations de consensus,<sup>7-15</sup> consensus Delphi<sup>74</sup> et recommandations pratiques.<sup>70</sup>

### Recommandations

- Les athlètes doivent s'acclimater à la chaleur avant de participer à des compétitions dans des conditions ambiantes chaudes.
- La méthode préférée d'acclimatation à la chaleur consiste à s'entraîner dans un environnement chaud similaire à la compétition; cependant, si les athlètes ne peuvent pas le faire, d'autres méthodes (comme l'entraînement en surcharge vestimentaire, l'exposition passive à la chaleur) qui augmentent la température corporelle et cutanée, stimulent une transpiration abondante et augmentent le flux sanguin cutané peuvent être utilisées comme alternative.



► La durée optimale de l'entraînement/exposition à la chaleur pour s'acclimater est de 60 à 90 minutes par jour pendant au moins 2 semaines, mais une durée plus courte ou différente peut encore entraîner des changements positifs puissants dans l'acclimatation à la chaleur et ne devrait pas être rejetée sous prétexte qu'elle n'est pas optimale.

► La fréquence recommandée des séances d'acclimatation à la chaleur est d'au moins quatre séances par semaine pour induire l'acclimatation à la chaleur et de deux séances par semaine pour la maintenir.<sup>70-75</sup>

### Maintien de l'acclimatation

Bien que les principes de l'acclimatation à la chaleur soient relativement bien compris et qu'il ait clairement été démontré que les performances augmentent après 1 ou 2 semaines d'entraînement,<sup>71</sup> plusieurs athlètes sont encore réticents à modifier leur plan d'entraînement habituel avant la compétition (un camp en altitude, une période de diminution progressive et des arrangements de voyage) pour s'adapter à l'acclimatation à la chaleur. Étant donné que la diminution de l'acclimatation semble être plus lente que son induction,<sup>76</sup> ces athlètes pourraient s'acclimater jusqu'à 1 mois à l'avance, puis se réacclimater brièvement pendant quelques jours avant la compétition.<sup>77-78</sup> En effet, un stimulus d'acclimatation ultérieur dans le mois suivant un premier stimulus induit des adaptations plus rapides et plus importantes.<sup>76-79</sup> Il est également possible de minimiser la diminution du phénotype d'acclimatation entre la période d'acclimatation à la chaleur et la compétition en maintenant des expositions régulières à la chaleur (voire même passives).<sup>75-78</sup>

### Recommandations

► Si les athlètes ne peuvent pas s'acclimater à la chaleur dans les 2 semaines précédant une compétition, ils peuvent planifier leur période d'acclimatation à la chaleur ~1 mois plus tôt pour leur préparation finale (par exemple, exigence de voyage) et ensuite se réacclimater quelques jours avant l'événement (tout en minimisant la dégradation de l'adaptation entre les deux en utilisant des expositions à la chaleur bihebdomadaires).

### Principes d'hydratation

Les êtres humains en bonne santé sont généralement bien hydratés<sup>80</sup> avec une variation quotidienne de l'eau totale du corps de 0,2% à 0,7% de la masse corporelle.<sup>81-82</sup> Cependant, l'augmentation du taux de transpiration lors de l'exercice peut modifier considérablement cet équilibre hydrique. Une réduction de l'eau totale du corps est associée à une diminution du volume plasmatique et à une augmentation de l'osmolalité plasmatique<sup>83</sup> qui augmente le seuil de température centrale pour la vasodilatation et la transpiration,<sup>84</sup> réduit le taux de transpiration pour une température centrale donnée<sup>86</sup> et diminue le remplissage cardiaque et met à l'épreuve la régulation de la pression artérielle.<sup>87-89</sup> La déshydratation aggrave donc le taux de stockage de chaleur et la contrainte cardiovasculaire imposée par l'exercice, réduisant ainsi la tolérance à la chaleur pendant l'exercice.<sup>90-92</sup> Étant donné la limite potentielle d'accès et d'ingestion de liquide pendant la compétition (voir plus loin), le principe général d'hydratation devrait être d'éviter l'hypohydratation (moins de 2% de la masse corporelle) pendant les périodes d'entraînement, en particulier immédiatement avant et pendant un entraînement intense et une compétition.

Toute augmentation de la consommation de liquide doit être progressive et ne pas se limiter au jour de la compétition car une augmentation aiguë de l'absorption liquidienne peut d'abord augmenter la production d'urine.<sup>93</sup> Les besoins en liquide pour un athlète s'entraînant en condition de chaleur sont très individuels mais constants chez l'individu lorsque les variables influentes sont constantes. Les besoins en liquide doivent être adaptés en fonction des changements de masse corporelle et/ou d'osmolalité plasmatique et/ou de densité urinaire. Les mesures d'hydratation doivent être prises le matin pour éviter les effets confondants d'un régime et d'un exercice récents.<sup>94</sup> Les exemples suivants peuvent également servir de guide général au début avant que des données individualisées ne soient établies : 6 mL de liquide par kg de masse corporelle toutes les 2 à 3 heures, ou 2 L par jour plus 1 à 2 L par

heure d'exercice plus 1 L pour chaque augmentation de 5 °C de la température ambiante au-dessus de 21,5 °C.<sup>95</sup>

### Recommandations

► La capacité d'hydratation pendant l'exercice lui-même est limitée ; par conséquent, les athlètes doivent s'assurer une quantité suffisante de liquide en dehors de l'exercice, à partir des jours précédents et tout au long de la période d'entraînement/compétition.

► Une façon simple de surveiller l'état d'hydratation pendant une période d'entraînement/compétition est de suivre le principe poids -urine-soif en surveillant quotidiennement la masse corporelle (les changements doivent rester <1-2%), la gravité spécifique de l'urine (doit rester <1.020) ou la couleur et la soif. Si disponible pour l'équipe, l'osmolalité plasmatique (<290mmol/kg) peut être incluse en cas de suspicion de déshydratation chronique.

### Apport de liquide en compétition

Le taux de transpiration et les changements de masse corporelle varient considérablement d'un athlète à l'autre dans un sport donné<sup>32-96-97</sup> ce qui rend toute recommandation sur une quantité absolue de liquide complexe.<sup>7-98</sup> Les taux de transpiration varient également pour un individu donné en fonction des conditions environnementales (température, humidité, vent et exposition au soleil), du taux métabolique, des vêtements portés et du statut d'acclimatation à la chaleur.<sup>63-99</sup> Alors que certains athlètes peuvent transpirer environ 1L/heure, d'autres peuvent transpirer plus de 3L/heure,<sup>96-97-100-103</sup> une quantité probablement supérieure à ce que les athlètes peuvent absorber pendant l'exercice. En effet, la consommation de liquides a été estimée à environ 0,5 à 0,7 L/heure pour le marathonien d'élite et environ 1,1 L/h pour la marche de compétition d'élite (20 km).<sup>32-104</sup> Même si les athlètes, tels que les joueurs de tennis (pauses fréquentes) ou les cyclistes (portent leur bouteille d'eau), ont plus d'opportunités pour s'hydrater, il existe également une limite de la vitesse de vidange gastrique.<sup>31</sup> Bien que la vitesse de vidange puisse être plus élevée chez certains athlètes de grande taille, des valeurs d'environ 1 L/heure ont été rapportées lors de l'exercice en conditions de chaleur.<sup>105</sup> Par conséquent, l'hydratation ne doit pas viser à compenser complètement la perte de sueur pendant la compétition, mais plutôt à limiter le niveau de déshydratation.<sup>7-98</sup> Pour ce faire, bien qu'il y ait un débat concernant la nécessité de suivre un plan d'hydratation par rapport à boire selon la soif,<sup>106-108</sup> la grande majorité des athlètes élites ont une stratégie d'hydratation basée sur leur expérience personnelle.<sup>32</sup> Les changements de masse corporelle sont cependant très variables, même entre les athlètes du même niveau de participation dans la même compétition.<sup>32</sup> Enfin, l'hydratation ne doit pas être linéaire dans le temps. Par exemple, un cycliste peut se concentrer sur une hydratation précoce pour tenir compte du délai d'absorption, qui lui permet de limiter l'apport de liquide pendant la montée finale pour bénéficier d'un avantage de poids corporel. Cependant, la personnalisation des stratégies d'hydratation en compétition nécessite de prendre en compte les règles du sport, le stockage des liquides et la logistique du transport. De plus, la température de la boisson devient un facteur important, car les boissons fraîches (10°C-15°C) sont rapportées augmenter le volume de liquide consommé sur une période donnée de temps et améliorer les performances.<sup>109</sup>

### Recommandations

► Étant donné la limite de consommation et d'absorption de liquide en compétition, l'accent principal est mis sur le fait d'éviter de commencer une séance d'exercice prolongée dans un état de déshydratation.

► Lors d'un exercice prolongé intense en condition de chaleur, les pertes de masse d'eau corporelle sont normales. L'hydratation devrait viser à minimiser uniquement ces pertes (surtout au début de l'événement), mais sans augmenter le poids corporel pendant l'événement (c'est-à-dire la surhydratation).

► Indépendamment de la soif ou de la planification préalable, toute stratégie d'hydratation doit être pratiquée lors de l'entraînement dans des conditions d'intensité et d'environnement

similaires, en utilisant des boissons similaires, avant d'être mise en œuvre en compétition.

### Réhydratation pour la récupération

La réhydratation est un élément important de la récupération, surtout après avoir fait de l'exercice. Lorsqu'une reconstitution rapide est souhaitée, il a été suggéré aux athlètes de consommer 150% des pertes de masse corporelle dans l'heure qui suit la fin de l'exercice. Cependant, une telle réhydratation rapide est rarement nécessaire et n'est pas toujours réalisable compte tenu des limites gastro-intestinales. Dans la plupart des cas, les athlètes peuvent remplacer 100% à 120% des pertes de masse corporelle.<sup>7</sup> La réhydratation après l'exercice est réalisée à la fois par les liquides et les aliments et doit également tenir compte des autres pertes pendant l'exercice telles que les électrolytes (voir paragraphe suivant), les glucides<sup>112-114</sup> et les acides aminés.<sup>115</sup> Par exemple, pour les personnes tolérantes au lactose, le lait au chocolat est une boisson de récupération appropriée avec un ratio glucides-protéines de 4:1, du sodium<sup>116</sup> et peut également mieux rétablir l'équilibre hydrique après l'exercice qu'une boisson sportive standard aux glucides-électrolytes.<sup>115 117</sup>

#### Recommandations

- Réhydratez-vous après un effort physique intense avec une quantité légèrement supérieure (par exemple, 100% à 120%) à la perte de masse corporelle.
- Prenez en compte que les liquides peuvent également être fournis par les aliments (par exemple, les concombres, les tomates, les pastèques et les fraises) et que la réhydratation est un aspect du régime de récupération qui inclut également le sodium, les glucides et les protéines.

### Électrolytes

La transpiration contient des électrolytes, principalement du sodium<sup>118 119</sup> et donc la perte de transpiration ne peut pas être compensée par de l'eau seule. Il est recommandé aux personnes ayant une transpiration 'abondante' et 'salée' d'inclure du sodium dans leur alimentation avant, pendant et après l'exercice par temps chaud (par exemple, 3,0 g de sel ajoutés à 0,5 L d'une boisson glucidique-électrolytique).<sup>7</sup>

Les boissons pour sportifs fournissent des niveaux modérés d'électrolytes clés (par exemple, du sodium) pour aider à compenser les pertes de transpiration et augmenter la consommation volontaire de liquide. Le moment de l'utilisation des suppléments d'électrolytes, peut inclure une hyperhydratation pré-exercice, parfois bénéfique avant une course par temps chaud.<sup>98</sup> L'hyponatrémie associée à l'exercice symptomatique (sodium sanguin <125 mEq/L) peut survenir lors d'épreuves d'endurance. Les facteurs contribuant à l'hyponatrémie associée à l'exercice incluent une surconsommation de liquides hypotoniques et une perte excessive de sodium total avant, pendant et parfois même après l'épreuve.<sup>120</sup> L'Institut de médecine<sup>80</sup> a reconnu que les recommandations de santé publique pour limiter l'apport en sodium ne devraient pas s'appliquer aux personnes ayant une perte de sueur élevée due à l'exercice. Bien que les crampes musculaires associées à l'exercice soient principalement dues à la fatigue musculaire prématurée<sup>121</sup> et non à la déplétion en sel,<sup>122</sup> l'exercice peut également favoriser les crampes musculaires chez certains athlètes,<sup>13</sup> probablement lorsque le déficit en sodium atteint 20% à 30% du pool de sodium échangeable.<sup>123</sup> Ainsi, la plupart des athlètes devraient inclure une solution contenant 0,5 à 0,7 g/L de sodium dans leur plan d'hydratation lorsqu'ils font de l'exercice pendant plus d'une heure.<sup>111 124 125</sup> La supplémentation en sodium peut être augmentée à 1,5 g/L pour les athlètes sujets aux crampes musculaires associées à l'exercice,<sup>126</sup> ou plutôt à 1,5 g/heure car les propriétés organoleptiques des boissons sont affectées si la concentration en sodium est supérieure à 1 g/L. Quant à la récupération après l'exercice, elle peut être obtenue grâce à une combinaison de liquides et d'aliments solides. La consommation de boissons contenant du sodium et/ou une petite quantité de collations salées ou d'aliments contenant du sodium pendant les repas aidera à stimuler la soif et à retenir les liquides consommés.<sup>127</sup>

#### Recommandations

- Les recommandations de santé publique visant à limiter la consommation

de sel ne s'appliquent pas aux athlètes qui transpirent abondamment pendant les périodes d'entraînement/compétition sous la chaleur.

- Pour une personne qui transpire beaucoup, il est également possible de prendre des suppléments de sodium pour un exercice d'une durée supérieure à 1 heure.

### Glucides

La disponibilité énergétique peut ne pas être le facteur limitant lors de l'exercice,<sup>128</sup> car les températures ambiantes élevées réduisent la capacité globale à effectuer un exercice prolongé.<sup>129</sup> La consommation de liquides pendant l'exercice sous la chaleur devrait donc se concentrer sur le maintien d'un état d'hydratation optimal plutôt que sur l'apport de substrats. Pour un exercice prolongé de plus d'une heure dans des conditions environnementales chaudes, la consommation de liquides contenant des- glucides dilués et des électrolytes (<6% de glucides et 0,4 à 0,85 g/L de sodium) peut améliorer la consommation globale de liquides en raison de leur meilleure saveur. La supplémentation en glucides peut inclure 30 à 60 g/heure de glucides pour un exercice de plus d'une heure,<sup>125</sup> et jusqu'à 90 g/heure pour des événements de plus de 2,5 heures.<sup>130</sup>

#### Recommandation

- La consommation d'une boisson diluée à base de glucose et d'électrolytes (environ 20 à 40 g/L de glucides) peut améliorer les performances pendant l'exercice (>1 heure) dans un environnement chaud (30°C).<sup>129</sup>

### Échauffement et pré-refroidissement

Les athlètes effectuent des exercices de pré-conditionnement pour s'échauffer avant de compétition ou même avant une séance d'entraînement intense. Bien que cette activité puisse augmenter la température centrale et donc aggraver le stress thermique et cardiovasculaire pendant un exercice prolongé, une augmentation de la température musculaire peut au contraire bénéficier à la contractilité musculaire.<sup>66</sup> Il est important de noter que les effets de l'échauffement sont à la fois dépendants de la température<sup>131 132</sup> et indépendants de la température.<sup>133 134</sup> En effet, une activité de pré-conditionnement va initier les ajustements métaboliques et circulatoires<sup>135-138</sup> et peut induire une potentialisation post-activation<sup>139</sup> tout en se préparant psychologiquement à la prochaine tâche.<sup>140</sup> Ces différents effets ont été examinés et des recommandations ont été formulées ailleurs sur la structure de l'échauffement vrai.<sup>66 134</sup>

#### Recommandation

- L'échauffement a des effets à la fois dépendants de la chaleur et non dépendants de la chaleur et doit donc être mis en œuvre même par temps chaud. Cependant, sa durée et/ou son intensité doivent être réduites par temps chaud pour minimiser l'augmentation de la température centrale, en particulier avant les épreuves prolongées.
- Pour minimiser l'augmentation de la température corporelle avant de concourir par temps chaud, les athlètes peuvent également utiliser des méthodes de refroidissement (par exemple, un gilet de glace) pendant l'échauffement.

### Vêtements

Les rayons ultraviolets (UV) induisent diverses réactions cutanées<sup>141</sup> et sont les principaux agents étiologiques des cancers de la peau.<sup>142</sup> L'exposition aux UV peut être réduite grâce à des vêtements appropriés (y compris une protection de la tête et du cou).<sup>143</sup> À cette fin, des vêtements de protection solaire fabriqués à partir de tissus légers qui absorbent ou réfléchissent les UV sont devenus norme dans les activités de plein air. Les vêtements sont conçus pour couvrir le plus de peau possible (par exemple, l'arrière du cou) et être amples pour permettre un meilleur échange de chaleur convectif avec l'environnement microclimatique des vêtements qui se situe entre la surface de la peau et la couche de vêtements intérieure. Similaire à l'indice de protection solaire (SPF) des crèmes solaires, le facteur de protection ultraviolet (UPF) indique combien d'unités d'UV sont bloquées.<sup>144 145</sup> Un UPF de 25 signifie que seulement 1/25 (4 %) des UV pénètrent dans le tissu, donc plus l'UPF est élevé, plus la protection contre les UV est grande. Les tissus avec un UPF <15 ne sont pas considérés comme protecteurs, tandis qu'un UPF >50 offre une protection minimale supplémentaire. Cependant, tout en protégeant contre les facteurs



environnementaux externes tels que les UV, les vêtements peuvent perturber le transfert de chaleur depuis la surface de la peau et imposer une charge thermorégulatrice.<sup>146-148</sup> Par conséquent, bien que le personnel et les officiels doivent utiliser des vêtements pour se protéger du soleil, cette stratégie doit être adaptée en fonction de la production de chaleur métabolique de l'athlète. La principale voie de dissipation de la chaleur pendant l'exposition à la chaleur et/ou l'exercice est l'évaporation de la transpiration. Il est donc recommandé que les vêtements n'entravent pas l'évaporation de la transpiration autant que possible, et que la surface de peau exposée disponible pour la perte de chaleur par évaporation chez les athlètes soit maximisée.<sup>1593</sup> Pour les sports d'été où le potentiel d'évaporation de la transpiration peut être réduit par l'équipement de protection, le risque de stress thermique chez les athlètes non acclimatés à la chaleur peut être géré en permettant une période progressive d'adaptation à la chaleur avec une couverture minimale de l'équipement pendant plusieurs jours avant de porter des ensembles de protection complets.<sup>74</sup> La pratique courante de certains sports, tels que l'utilisation de grands 'bavoirs' (c'est-à-dire des maillots sans manches avec des numéros et des logos pour l'identification et à des fins commerciales), peut également devoir être adaptée pour fournir aux athlètes des vêtements en tissu, taille et ajustement appropriés afin de ne pas entraver l'évaporation de la transpiration. Malgré notre meilleure compréhension de la physiologie de la transpiration<sup>149</sup> et des exigences en matière de vêtements,<sup>150</sup> il reste encore flou comment différents vêtements disponibles dans le commerce doivent être sélectionnés en fonction du niveau de stress thermique prédominant (par exemple, tropical vs désert), de la couleur de la peau, de l'exposition/pré-bronzage antérieur et de l'activité.

#### Recommandations

- Les officiels et les athlètes ayant une faible production de chaleur métabolique devraient porter des vêtements de couleur claire, amples et protecteurs contre le soleil.
- Les athlètes ayant une production de chaleur métabolique plus élevée devraient porter des vêtements qui n'entravent pas l'évaporation directe de la sueur de la peau.

#### Crème solaire

L'utilisation de crème solaire est l'une des principales stratégies préventives pour protéger la peau des UV.<sup>142</sup> Les recommandations d'application de la crème solaire sont d'appliquer environ 2 mg par cm<sup>2</sup> d'une protection sur la peau exposée,<sup>151</sup> ce qui indique que les athlètes adultes peuvent avoir besoin d'environ 15 à 20 mL de crème solaire par application.<sup>152</sup> Il est recommandé aux athlètes d'utiliser une crème solaire à base d'eau (c'est-à-dire non grasse) plutôt qu'une crème solaire à base d'huile qui pourrait affecter la transpiration.<sup>93</sup> Cependant, il existe de grandes différences dans la réponse de transpiration aux différentes crèmes solaires à base d'eau.<sup>153</sup> La crème solaire peut agir comme un filtre solaire chimique ou comme un bloqueur solaire physique. La crème solaire chimique pénètre dans la peau puis absorbe les rayons UV, les convertit en chaleur avant de les libérer. Les ingrédients actifs des écrans solaires chimiques incluent avobenzon, octinoxate et oxybenzone.<sup>145</sup> Le bloqueur solaire physique se pose sur la peau et reflète les rayons du soleil. Les minéraux dioxyde de titane et oxyde de zinc sont les principaux ingrédients actifs des bloqueurs physiques. Lors de la comparaison d'un filtre solaire chimique organique (oxybenzone) et d'un bloqueur solaire physique inorganique (dioxyde de titane), tous deux à base d'eau avec un SPF 50, Aburto-Corona a rapporté que ce dernier pourrait entraver la transpiration.<sup>153</sup> Bien que la conception de l'étude diffère de l'utilisation réelle, les athlètes devraient être encouragés à utiliser un écran solaire lorsque cela est nécessaire compte tenu de l'importance de l'écran solaire dans la prévention du cancer de la peau. Des études futures sont nécessaires pour identifier les ingrédients spécifiques des écrans solaires qui interfèrent avec la transpiration et leurs interactions avec la réponse thermorégulatrice.<sup>143</sup>

#### Recommandation

- Sur la base des études limitées chez les athlètes mais du risque sanitaire bien connu associé à l'exposition aux UV, il est conseillé aux athlètes de protéger les parties exposées de leur corps en utilisant un écran solaire d'indice (SPF) ≥25 à base d'eau et de filtre solaire chimique organique.

#### Lunettes de soleil

L'UVR (longueur d'onde <400 nm) n'est pas nécessaire pour la vue mais constitue un facteur de risque de cataracte et de dégénérescence maculaire et peut endommager la rétine chez les enfants.<sup>154</sup> L'UVR peut être éliminée en portant des lunettes de soleil (marquées UV400) avec une forme enveloppante pour éviter l'UVR réfléchi. La lumière bleue courte visible (400-440 nm) n'est pas essentielle pour la vue mais constitue un facteur de risque pour la rétine humaine adulte et doit être éliminée avec des lunettes de soleil spécifiques pour les adultes de plus de 50 ans.<sup>154</sup> Le port de lunettes de soleil lorsque cela est approprié est recommandé dans divers documents éducatifs du CIO et des FI.<sup>93</sup> Certaines lentilles de contact peuvent également absorber ces longueurs d'onde.<sup>154</sup>

#### Recommandation

- Si cela est autorisé et sûr dans leur sport, les athlètes devraient porter des lunettes de soleil offrant une protection minimale UV400 ou de grade 3 lorsqu'ils s'entraînent par temps ensoleillé.

### SECTION 3 : CONSIDÉRATIONS SUR LES SERVICES MÉDICAUX ET LA GESTION

Le lecteur est renvoyé aux lignes directrices récemment publiées et fondées sur des preuves concernant la gestion du CEE développées pour les Jeux Olympiques<sup>61</sup> et Paralympiques<sup>155</sup>. Cette section complète ces lignes directrices en présentant quelques perspectives pratiques pour leur mise en oeuvre.

#### Supervision du TJ

Le temps nécessaire pour réduire la température interne du corps est le facteur clé pour le succès du traitement de l'IHE. Par conséquent, le plan médical du TJ devrait faciliter l'identification des athlètes souffrant de maladies liées à la chaleur et leur transfert rapide vers une station médicale. Dans le cas de sports d'endurance tels que la marche, la course de longue distance ou le triathlon, un parcours planifié en boucles peut réduire le temps de transfert vers la ligne d'arrivée et/ou une station médicale. Cependant, les organisateurs doivent garder à l'esprit que la longueur de la boucle peut être influencée par le nombre de concurrents (compétitions de masse contre compétitions d'élite). Pour les événements routiers répartis sur une longue distance (c'est-à-dire sans boucle), le positionnement de stations médicales le long du parcours peut réduire le temps de transfert et permettre le traitement immédiat de l'IHE sur place par des praticiens formés, plutôt que de transférer le patient à l'hôpital le plus proche. Ainsi, le protocole de course devrait primer sur le système médical d'urgence local en cas d'IHE et devrait être mis en oeuvre en tant que compréhension commune entre les services médicaux de terrain et les services médicaux d'urgence locaux. L'affectation de repéreurs à des intervalles réguliers sur le parcours de la compétition pour informer le responsable médical de triage de tout athlète en détresse (comme lors des Championnats du monde d'athlétisme 2019) est utile. Pour les compétitions avec de nombreux participants ou lorsque la visibilité n'est pas optimale (par exemple, bâtiments, tentes, virages, etc.), des tours de repérage peuvent être installées pour offrir une meilleure visibilité sur la zone d'arrivée. Les repéreurs doivent être en contact radio avec le responsable du triage et l'équipe de balayage, et il doit y avoir une procédure de sauvetage bien en place pour une récupération rapide des athlètes effondrés.

#### Recommandations

- Si cela est autorisé par les exigences sportives et le nombre de concurrents, les comités d'organisation doivent envisager une conception de parcours en boucle pour simplifier la surveillance et la récupération des athlètes atteints d'insolation (comme lors des

marathons des récents Championnats du monde d'athlétisme 2019 et des Jeux Olympiques d'été de Tokyo 2020).

► Des observateurs (ou une surveillance vidéo) devraient être positionnés le long du parcours pour identifier et signaler tout événement lié à la chaleur sans délai.

### Pré-triage de la zone d'arrivée

Le personnel médical devrait être déployé le long des dernières centaines de mètres avant la ligne d'arrivée. Idéalement, la principale station médicale devrait être à proximité immédiate de la ligne d'arrivée, en s'assurant d'y avoir un accès direct et sans entrave. La majorité du personnel médical de l'événement devrait être stationnée dans la station médicale avec une équipe du TJ observant directement et ayant un accès direct à la zone d'arrivée. Lorsque le temps de transfert de la zone d'arrivée à la station médicale est court, le transfert des athlètes peut être effectué à l'aide de fauteuils roulants. Cependant, lorsque la station médicale n'est pas à proximité immédiate de la zone d'arrivée, des méthodes de transport spécifiquement désignées (par exemple, des voiturettes de golf) devraient être disponibles pour transférer les athlètes du parcours à la station médicale en utilisant des itinéraires prédéfinis et des points d'entrée du TJ. Un pré-triage pour discriminer entre l'épuisement et le coup de chaleur doit être commencé immédiatement dans la zone d'arrivée. Il doit être supervisé par un professionnel de la santé expérimenté dans la reconnaissance et la prise en charge des maladies liées à la chaleur due à l'effort et possédant une connaissance du sport. Bien que les athlètes puissent vouloir se reposer (souvent assis ou allongés) après avoir franchi la ligne d'arrivée, ils doivent être encouragés et aidés à marcher immédiatement pour éviter la congestion de la zone car cela pourrait compromettre le triage ultérieur. Il est important que la zone d'arrivée soit dégagée et le personnel de pré-triage devrait s'efforcer de trier rapidement et d'éloigner les concurrents de la zone d'arrivée. Après une évaluation clinique rapide, les athlètes présentant des signes bénins d'épuisement doivent être dirigés vers une zone de récupération, où ils peuvent être observés plus attentivement, se reposer, se réhydrater et se rafraîchir. Les athlètes présentant des symptômes plus graves, tels que des troubles du système nerveux central (y compris une difficulté sévère à marcher et à se tenir debout), doivent être transférés immédiatement à la station médicale et à sa plateforme de refroidissement (voir plus loin) pour une évaluation/triage complète.

### Recommandations

- La station médicale doit être située dans la zone d'arrivée et avoir un accès direct.
- Un professionnel de la santé (ou plusieurs en fonction du nombre de participants), ayant de l'expérience dans les maladies liées à la chaleur et une connaissance du sport, devrait coordonner la pré-triage dans la zone d'arrivée. Les athlètes présentant des signes de dysfonctionnement du système nerveux central doivent être rapidement transportés à la station médicale pour une évaluation et une prise en charge supplémentaires (y compris la mesure de la température centrale, l'évaluation neurologique et éventuellement un bain froid). Ceux présentant des signes moins graves d'épuisement doivent être dirigés vers une zone de récupération supervisée afin de ne pas surcharger la station médicale.

### Soins dans la zone d'arrivée

Tous les concurrents doivent se voir proposer de l'eau, de la glace ou des serviettes glacées dans la zone d'arrivée. Les athlètes présentant des troubles du système nerveux central doivent être prétriés et dirigés immédiatement vers la station médicale. On ne doit pas les encourager à boire tant que l'hyponatrémie associée à l'exercice n'a pas été exclue.<sup>61</sup> Bien que les poches de glace et les serviettes glacées puissent procurer des avantages subjectifs aux utilisateurs, leur effet sur la réduction de la température centrale et l'intolérance orthostatique (effondrement après la ligne d'arrivée) est limité dans le cadre du traitement du coup de chaleur. La surface cutanée exposée au froid est trop petite pour entraîner une diminution significative de la température centrale en peu de temps.<sup>156</sup> Pour cette raison, les poches de glace et les serviettes glacées doivent être données aux concurrents dans la zone d'arrivée pour un soulagement immédiat du stress thermique, mais elles ne remplacent pas un refroidissement plus agressif tel que le bain froid (visant à refroidir la température interne du corps

et à améliorer le retour veineux central) pour les athlètes souffrant de coup de chaleur.<sup>157</sup> Les athlètes envoyés dans la zone de récupération doivent être accompagnés de leur entourage ou de membres de l'équipe médicale. Marcher (ou marcher avec assistance) peut favoriser la circulation en activant la pompe musculaire des jambes, en faisant circuler le sang accumulé dans les membres inférieurs et en réduisant l'incidence des évanouissements. Enfin, la zone d'arrivée doit être maintenue en ordre, sans que les athlètes ne s'attardent plus longtemps que nécessaire dans la zone. À ce moment-là, les volontaires médicaux doivent activement rechercher les premiers signes d'insolation, car ces athlètes doivent être immédiatement transportés vers une zone de refroidissement pour un traitement préhospitalier. Le transfert de la ligne d'arrivée à la station médicale est généralement effectué en fauteuil roulant, des données récentes suggérant que les organisateurs d'événements d'endurance devraient prévoir 1 fauteuil roulant pour cinq concurrents lors d'événements sportifs internationaux d'élite dans des conditions chaudes et humides.<sup>13</sup>

### Recommandations

- De l'eau, des sacs de glace et des serviettes glacées doivent être disponibles pour tous les athlètes à la ligne d'arrivée.
- Selon la proximité du lieu médical par rapport à la ligne d'arrivée et l'existence d'un chemin permettant la réutilisation des fauteuils roulants, une demande allant jusqu'à 1 fauteuil roulant pour cinq concurrents peut être envisagée pour les événements sportifs internationaux d'élite dans des conditions chaudes et humides.
- Assurez-vous que le chemin de la zone d'arrivée à la station médicale est accessible aux fauteuils roulants. Les stations médicales doivent avoir une rampe pour l'accessibilité en fauteuil roulant. La zone de stockage/attente des fauteuils roulants ne doit pas obstruer le chemin des fauteuils roulants.
- Un nombre suffisant de bénévoles formés est nécessaire pour accompagner les athlètes à la fois vers la zone de récupération et pour gérer le transfert en fauteuil roulant vers la station médicale sans épuiser le personnel médical de la zone d'arrivée.
- À moins d'être tenu de rester par le médecin de l'événement, l'équipe de la zone d'arrivée doit immédiatement retourner à la zone d'arrivée après avoir remis le patient à l'équipe de la station médicale pour des soins supplémentaires.

Le patient à l'équipe du poste médical pour des soins supplémentaires. L'évacuation du TJ, les procédures du poste médical et le transfert entre ces endroits doivent être clairement décrites et bien pratiquées avant l'événement.

### Gestion pré-hospitalière du CEE

Le CEE se caractérise par une hyperthermie extrême ( $>40,5^{\circ}\text{C}$ ) s'accompagne de signes de dysfonctionnement du système nerveux central (p. ex., comportement irrationnel, altération de la conscience et perte de conscience de la conscience).<sup>158</sup> Il s'agit d'une urgence médicale qui nécessite un traitement immédiat (c'est-à-dire un bain complet de refroidissement) pour assurer la survie et minimiser les chances de séquelles durables.<sup>14 158 159</sup> Par conséquent, les bénévoles médicaux doivent être compétents dans: (1) le transfert de l'athlète effondré de la zone d'arrivée au pont thermique, (2) l'évaluation de la température rectale, (3) le transfert de l'athlète effondré athlète à un bain complet de CWI et (4) détermination de savoir si l'athlète effondré nécessite des soins avancés au-delà de la plate-forme de chaleur.<sup>61</sup> La formation de l'équipe médicale doit être pratique et inclure des considérations spécifiques au lieu et à l'événement, telles que la façon dont le transfert vers la plate-forme de chaleur variera en fonction de l'emplacement et du moment de l'effondrement. Un guide pratique est présenté dans le tableau 1, et une liste détaillée de l'équipement nécessaire ainsi que la procédure de traitement du CEE ont été publiées dans les directives du CIO.<sup>61</sup> Bien que cela ne soit pas exclusif au CEE, les événements de participation massive devraient avoir des hôpitaux désignés qui admettront les athlètes effondrés nécessitant des soins médicaux avancés (c'est-à-dire le refroidissement aigu de ceux qui ne sont pas transportés vers la plate-forme de chaleur, le dépassement hypothermique après le bain de glace médical, le suivi de la récupération du CEE). De tels partenariats permettront à l'organisateur médical de couvrir l'ensemble des aspects des services médicaux rendus et des résultats médicaux de la participation à l'événement.

Tableau 1 Gestion préhospitalière de l'insolation par effort - Liste de contrôle de préparation et de formation sur site

Préparation (visite du site/évaluation du lieu)	Entraînement (formation pratique)	Pendant la compétition
<b>Choix de l'emplacement du pont thermique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Accès à la zone de jeu</li> <li>Accès à une ambulance</li> <li>Séparation et exposition minimale à la zone de mélange</li> <li>Dans ou à proximité de l'AMS</li> <li>Accès à l'eau et aux installations sanitaires</li> <li>Accès à l'électricité</li> <li>Contrôle de la température (disponibilité de la climatisation)</li> <li>Emplacement du stock de glace (de préférence dans le pont thermique, méthode de transfert de la glace si à l'extérieur)</li> </ul>	<b>Fonctionnement du pont thermique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etiqueter les bains de glace avec des numéros et identifier un responsable du pont thermique qui guide les volontaires médicaux dans leur utilisation</li> <li>Vérifier le temps de remplissage (c'est-à-dire une faible pression d'eau dans les structures temporaires) et vider les bains de glace</li> <li>Vérifier les quantités de glace dans le pont thermique et qui collectera plus de glace</li> <li>Instruire sur la méthode de nettoyage</li> </ul> <hr/> <b>Triage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chaîne de commandement du triage TJ à la zone de chaleur (radio, responsabilité, transfert du patient)</li> <li>Chaîne de commandement avec l'AMS au sein de la zone de chaleur</li> <li>Plan de contingence pour une athlète effondré loin de l'AMS et de la zone de chaleur</li> <li>Contrôle des fauteuils roulants, brancards et autres dispositifs d'évacuation</li> </ul>	<b>Réunion quotidienne pré-événement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Passer en revue l'ensemble du processus médical, du triage sur le terrain à la gestion des CEE</li> <li>Identifier le responsable de la gestion de la chaleur pour la journée</li> <li>Identifier qui évalue la température rectale</li> <li>Identifier qui est responsable de la surveillance continue des signes vitaux</li> <li>Identifier qui aide au transfert (peut nécessiter l'assistance d'un volontaire médical TJ)</li> <li>Triage approprié et communication si la zone de chaleur est séparée de l'AMS</li> <li>Vérifier le mode de communication avec l'équipe médicale de l'athlète effondré</li> <li>Vérifier le stockage de la glace, les provisions et comment en obtenir plus</li> </ul>
<b>Tester les lignes de transfert</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Du TJ au pont thermique (dégagé, accessible en fauteuil roulant et brancard)</li> <li>Du pont thermique à l'ambulance (dégagé, accessible pour le transfert en brancard)</li> <li>A l'intérieur du pont thermique (suffisamment spacieux pour que le personnel médical puisse fournir des soins)</li> </ul>	<b>Gestion de la prise en charge des patients</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se familiariser avec le dossier médical spécifique au CEE</li> <li>Modèle de refroidissement moyen (savoir quand douter des mesures incorrectes)</li> <li>Critères de sortie (surveillance continue du pont thermique, soins de suivi)</li> <li>Communication avec l'athlète effondré (rassurer les athlètes)</li> <li>Communication avec le personnel médical de l'équipe (explication au personnel médical)</li> </ul>	<b>Gestion des bains de glace</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La température de l'eau doit être maintenue entre 5°C et 15°C</li> </ul>
<b>Equipement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acheter l'équipement nécessaire pour exploiter le pont thermique (voir <i>Hosokawa et al.</i>, BJSM, 2021.)</li> <li>Etiqueter (numéroter) tous les thermomètres rectaux</li> <li>Sonde de thermomètre rectal ≥ 2m de long (avec marque d'insertion à 10cm)</li> <li>Vérifier l'heure et l'étalonnage de tous les moniteurs (par exemple, thermomètre, analyseur de sang, point de soins)</li> </ul>	<b>Gestion des patients à pratiquer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de la température rectale</li> <li>Manipulation du patient à l'aide d'un brancard en maille sans poteau</li> <li>Transfert du patient dans un bain de glace</li> <li>Manipulation du patient lors de l'utilisation d'un bain de glace</li> <li>Manipulation du patient lors de l'utilisation de serviettes glacées</li> <li>Prise des constantes vitales (par exemple, tension artérielle, fréquence cardiaque) pendant la prise en charge de l'insolation</li> <li>Evaluation du sodium sanguin à l'aide de l'équipement fourni</li> <li>Evaluation de la glycémie à l'aide de l'équipement fourni</li> <li>Préparation d'une thérapie intraveineuse</li> </ul>	
<b>Education</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etiologie de l'insolation d'effort</li> <li>Distribution des politiques et procédures médicales aux principaux intervenants médicaux</li> <li>Politiques environnementales relatives à la chaleur et leur influence sur le déroulement de l'événement et le risque d'insolation</li> </ul>	<b>Considérations spécifiques au sport</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Accès à l'évaluation de la température rectale (par exemple, maillot de bain, équipement de protection)</li> <li>Taille moyenne des athlètes participant à l'événement</li> <li>Identifier les sections, événements, situations à haut risque qui peuvent être observées dans les sports respectifs</li> <li>Examiner les règles des jeux pour identifier qui a le droit d'accéder aux athlètes en premier</li> <li>Extraction d'un athlète effondré d'un environnement unique (par exemple, l'eau, le sable et la forêt)</li> </ul>	

AMS, Station médicale de l'athlète ; CEE, coup de chaleur d'effort ; TJ, terrain de jeu

### Recommandations

► Un événement sportif présentant un risque prévisible de coup de chaleur d'effort doit préparer une zone de traitement désignée (par exemple, une plateforme de chaleur), comprenant du personnel formé de manière appropriée, une installation et un équipement pour l'évaluation de la température rectale et le refroidissement rapide (par exemple, bains de glace médicaux).

► Les bénévoles médicaux doivent recevoir une session de formation pratique préalable à l'événement sur la reconnaissance,

l'évaluation, le traitement et la gestion post-traitement du coup de chaleur d'effort.

### Surveillance des athlètes

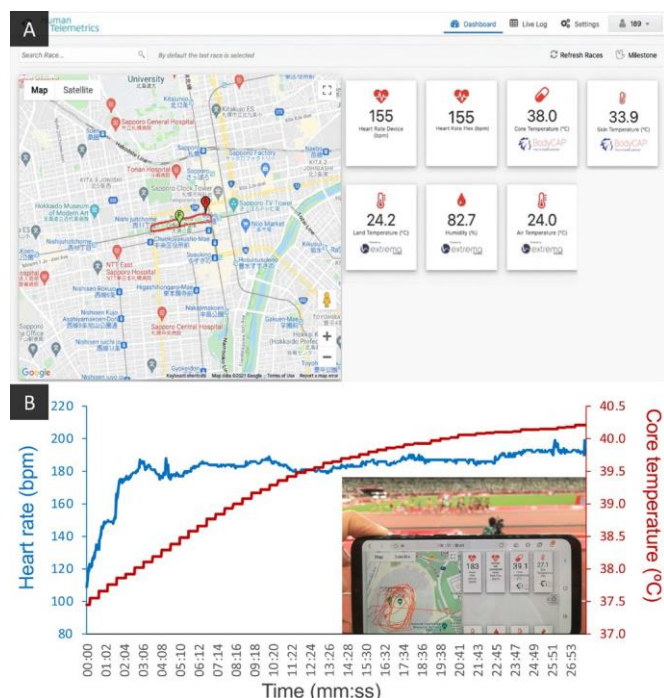
Comme mentionné précédemment, plusieurs FI disposent de politiques de chaleur leur permettant de modifier un événement en cas de stress thermique. Cependant, la décision est actuellement basée sur des paramètres environnementaux. L'obtention de données en temps réel sur les athlètes permettrait aux décideurs de mieux comprendre comment les athlètes font face



aux conditions environnementales actuelles. La technologie dans ce domaine se développe rapidement, avec plusieurs études ayant déjà enregistré les réponses thermiques lors de championnats du monde.<sup>9,32</sup> La première surveillance en temps réel a eu lieu lors des Jeux Olympiques d'été 2020 (figure 4). Cependant, connaître l'état physiologique d'un athlète soulève un dilemme éthique, car il n'existe pas de base éthique ou légale pour prendre la décision de retirer un athlète d'une course contre sa volonté. Cependant, la surveillance physiologique en temps réel peut informer le COJO et/ou la FI au niveau organisationnel pour déterminer si un événement doit être modifié lorsque les participants semblent avoir des difficultés à faire face aux conditions extrêmes.

## Recommandation

► Bien qu'il soit encore trop tôt pour prendre des décisions individuelles concernant un risque potentiel de coup de chaleur basé uniquement sur la technologie portable (par exemple, la température centrale) chez les athlètes individuels, et bien que cela soit limité par le coût et la disponibilité pour le moment, les FI/organisateurs d'événements peuvent choisir d'autoriser progressivement ou d'introduire une telle technologie dans leur événement. Bien que cela puisse permettre de mieux caractériser le risque global associé à un événement lui-même, l'utilisation individuelle doit être réglementée (par exemple, la propriété des données, le moment des commentaires et le risque d'avantage injuste).



**Figure 4** Surveillance en temps réel des réponses thermiques des athlètes lors des Jeux Olympiques d'été de Tokyo 2020. Panneau A : tableau de bord accessible en ligne permettant de suivre un athlète lors d'une épreuve de marche (le parcours était constitué de boucles de 1 km à Odori Park, Sapporo). Panneau B : exemple de données enregistrées lors du 10 000 mètres masculin et visualisées en temps réel (stade olympique).

## SECTION 4 : DIRECTIVE POUR L'ANALYSE DES RISQUES ET LE DÉVELOPPEMENT DE POLITIQUES PAR LES FI

La plupart des FI ont une politique en matière de conditions météorologiques ou de chaleur extrêmes basée sur l'indice WBGT (par exemple, football, tennis, triathlon), ou simplement la température de l'air (par exemple, hockey sur gazon) ou de l'eau (par exemple, natation, triathlon). Il existe plus de 100 indices existants de stress thermique.<sup>162</sup> La plupart des indices incluent une évaluation de la température et de l'humidité ; plusieurs tiennent également compte du rayonnement, et certains intègrent des paramètres humains tels que la production de chaleur (c'est-à-dire l'activité) et la dissipation de chaleur (par exemple, les vêtements).

L'indice WBGT est actuellement le plus largement utilisé pour évaluer le risque de stress thermique dans les contextes liés au sport.<sup>7</sup> Initialement développée pour gérer le risque de stress thermique des recrues militaires américaines lors des activités d'entraînement, les avantages de la méthode WBGT incluent une seule valeur intégrée qui reflète entièrement ou partiellement les paramètres environnementaux qui déterminent le risque de stress thermique humain. Cependant, il a été suggéré que l'indice WBGT pourrait sous-estimer l'importance de l'humidité chez les athlètes ayant une production de chaleur métabolique élevée, ou que l'indice WBGT pourrait sous-estimer le risque dans les environnements avec de faibles vitesses de vent et des températures élevées et une faible humidité où la limite de dissipation de chaleur humaine n'est pas déterminée par l'environnement mais par la capacité de sécréter de la sueur.<sup>163</sup> Ainsi, les indices incluant des paramètres physiologiques tels que des marqueurs de déshydratation pourraient être plus pertinents. Toutefois, il est important de noter que les indices tels que l'indice WBGT sont souvent difficiles à interpréter. En effet, seulement 7 % des athlètes en stade et 23 % des athlètes de course sur route interrogés lors des Championnats du monde d'athlétisme 2019 ont compris le terme WBGT. Ainsi, plusieurs FI ont suivi les directives de l'American College of Sports Medicine en définissant des catégories, habituellement représentées par un système de drapeaux codés par couleur.<sup>165</sup> Cependant, alors qu'un WBGT de 30,6 °C était marqué en orange par le Comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo (figure 1), il correspond à un drapeau rouge pour le triathlon mondial et est classé en noir par la Fédération internationale de pentathlon moderne, rendant les systèmes actuels confus lors d'événements multisports tels que les Jeux Olympiques. Par conséquent, les experts réunis lors de la réunion ont convenu que les FI devraient désormais s'efforcer de développer des politiques de chaleur extrême spécifiques au sport qui soient efficaces, compréhensibles et applicables.

La section ci-dessous fournit l'exemple d'un guide en cinq étapes qui résume les principaux éléments à prendre en compte pour élaborer une politique complète sur la chaleur extrême.

### #1 : surveillance environnementale

La surveillance des conditions environnementales permettra à une FI d'estimer le risque environnemental pour leurs athlètes, de la même manière que le programme de surveillance du stress thermique mis en place par la Fédération internationale de volley-ball (plage) pour toutes les compétitions internationales depuis 2009.<sup>65, 166</sup> La surveillance des conditions environnementales est également la première étape pour informer la mise en œuvre d'une politique sur le stress thermique. Cependant, malgré le fait que toutes les composantes de tout indice (par exemple, température naturelle du thermomètre mouillé, température du globe noir et température du thermomètre à sec pour le WBGT) doivent être mesurées physiquement. Elles sont souvent estimées en utilisant uniquement la température et l'humidité avec des hypothèses sur la couverture nuageuse et la vitesse du vent.<sup>162</sup> Toutes les variables nécessaires pour calculer l'indice de stress thermique choisi doivent être mesurées physiquement (en utilisant les recommandations fournies précédemment) et non dérivées ou estimées à partir d'autres mesures.

### #2 : définir les paramètres physiologiques/physiques

Tous les sports ne présentent pas les mêmes défis de thermorégulation dus à la production différente de chaleur (c'est-à-dire l'intensité et la durée) et à la dissipation (par exemple, les vêtements, la vitesse de l'air). Par exemple, la vitesse relativement élevée en cyclisme peut permettre la circulation de l'air autour du cycliste et favoriser la perte de chaleur par convection.<sup>71, 167</sup> Avec une température ambiante de 35 °C et une humidité relative de 50%, la capacité maximale de refroidissement par convection et évaporation d'un cycliste à 40 km/heure a été estimée à 43% de plus que celle d'un coureur à 20 km/heure et 60% de plus à 50 km/heure.<sup>168</sup> Cependant, cet avantage convectif disparaîtra lors de la montée en vélo, où la vitesse de course est plus faible, ou lorsque la température de l'air est supérieure à celle de la peau. Les seuils de risque doivent également être ajustés en fonction des vêtements et de l'équipement de protection requis par la règle du sport (et de la possibilité de les adapter). En plus des caractéristiques du sport (par exemple, natation vs cyclisme vs course vs voile) et de la compétition (par exemple, distance, parcours), les caractéristiques des athlètes doivent également être prises en compte (par

exemple, âge et acclimatation). Si l'indice de stress thermique choisi le permet, les paramètres qui définissent largement la demande thermorégulatrice de l'athlète doivent être intégrés lors de l'interprétation de l'indice. Par exemple, l'état d'acclimatation à la chaleur modifie profondément la limite entre le stress thermique compensable et non compensable en raison de la modification de l'humidité maximale de la peau.<sup>169</sup> De même, les blessures telles que les brûlures cutanées ou les lésions de la moelle épinière entraînent des altérations physiologiques importantes de la transpiration.<sup>170 171</sup> Si des paramètres physiques tels que le rapport surface-masse sont nettement différents ainsi que la morphologie des concurrents (par exemple, enfants vs adultes), les paramètres doivent être ajustés en conséquence.<sup>172</sup>

### #3 : définir le niveau acceptable de risque de stress thermique

Le risque acceptable est spécifique à la population que la politique vise à protéger. Les athlètes professionnels peuvent s'attendre à tolérer (et être conditionnés de manière appropriée) des niveaux de stress thermique plus élevés que les compétiteurs amateurs pratiquant le même sport. Les changements saisonniers (par exemple, début de l'été) ou les conditions météorologiques inhabituelles (par exemple, vague de chaleur) présentent des risques supplémentaires. Le niveau préparation du comité organisateur et des services médicaux à gérer les cas potentiels de maladies liées à la chaleur due à l'effort doit également être pris en compte (par exemple, une compétition sans une bonne infrastructure pour la chaleur<sup>61</sup> ne peut pas se permettre le même niveau de risque qu'une compétition où les maladies liées à la chaleur due à l'effort peuvent être gérées en toute sécurité).

### #4 : générer un format d'évaluation des risques facile à comprendre et à mettre en œuvre

Même la meilleure évaluation des risques de stress thermique basée sur des données probantes sera limitée dans son efficacité si les résultats ne sont pas facilement compréhensibles ou utilisables par les parties prenantes telles que les athlètes, les médecins, les entraîneurs et les organisateurs d'événements. Par exemple, les valeurs brutes de WBGT sont rapportées en °C et peuvent être trompeuses car elles sont souvent inférieures à la température de l'air (figure 1). Par conséquent, les résultats de tout indice de stress thermique doivent être adaptés de manière appropriée dans un format accessible et familier. Un système de feux de signalisation (rouge, orange et vert) ou une échelle de 1 à 5 (figure 1) est facilement compréhensible car il est utilisé dans de nombreuses situations de la vie quotidienne, des dangers environnementaux (par exemple, incendie) aux systèmes de notation (par exemple, covoiturage, films, hôtels, etc.).

### #5 : incorporer des stratégies d'atténuation du stress thermique basées sur des preuves, réalisables et applicables

Associées à chaque seuil de risque défini par l'échelle sélectionnée au #4, des recommandations peuvent être émises pour mettre en œuvre une stratégie visant à réduire la contrainte thermique physiologique (annexe supplémentaire en ligne 2). Ces stratégies sont basées sur les preuves scientifiques et peuvent aller des recommandations aux athlètes à la fourniture de services supplémentaires (par exemple, station d'hydratation et bain de refroidissement), à la modification des règles du sport (par exemple, pause supplémentaire/ plus longue) et même au report de l'événement. Il est également important que ces stratégies soient compatibles avec le cadre, en termes de ressources disponibles et d'opportunités d'utilisation dans le contexte de la forme standard du sport spécifique sans interférer indûment avec le jeu.

### Autres méthodes et vérification

Les cinq étapes précédentes sont basées sur une analyse thermophysiological du sport. Cette approche a été mise en œuvre pour élaborer une politique de chaleur extrême pour le tournoi de tennis du Grand Chelem de l'Open d'Australie tel que détaillé dans l'annexe supplémentaire 2, disponible en ligne. Elle diffère de la « séquence de prévention » habituelle des blessures sportives qui vise

premièrement à établir l'étendue du problème, puis l'étiologie et le mécanisme de la blessure, pour ensuite introduire des mesures préventives avant d'évaluer leur efficacité (en répétant la première étape).<sup>173</sup> Indépendamment de la méthode utilisée, il est recommandé que les FI travaillent à l'élaboration de lignes directrices complètes sur le stress thermique qui reflètent les risques spécifiques à leur sport et assurent une cohérence entre les compétitions d'un même sport. Il est également recommandé d'évaluer l'efficacité de la politique de chaleur et de la modifier si nécessaire. Enfin, il est recommandé d'utiliser une échelle de 1 à 5 pour assurer la cohérence et la clarté dans le rapport du niveau de risque et de la contre-mesure associée (figure 5).

## LIMITES, PERSPECTIVES ET CONCLUSION

### Limites

La température corporelle a été utilisée comme indicateur de santé pendant des millénaires et reste l'un des premiers signes vitaux mesurés. Cependant, la recherche sur l'effet de la chaleur sur les humains actifs en bonne santé est beaucoup plus limitée et historiquement motivée par les exigences de l'industrie minière et militaire. Bien qu'il y ait eu de nombreuses recherches sur l'exercice physique par temps chaud ces dernières années, la plupart des connaissances sont issues d'études en laboratoire utilisant des athlètes récréatifs. Il est donc nécessaire de mener des recherches sur les athlètes de haut niveau pratiquant leur sport en extérieur. Ce besoin est encore exacerbé par les préoccupations éthiques liées aux développements technologiques qui permettent la surveillance en temps réel des athlètes (figure 4).

Il a été décidé que ces recommandations se concentreraient sur l'athlète, son entourage et les organisateurs de l'événement. Nous n'avons pas inclus les spectateurs dans ces recommandations, mais nous encourageons les organisateurs d'événements à demander conseil à des experts en santé publique et à coordonner leurs efforts avec les services de santé locaux. Dans certains cas, la protection des spectateurs est également sous la responsabilité de l'organisateur de l'événement. Par exemple, le groupe de travail du CIO a convenu avec le Comité organisateur des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo d'autoriser les spectateurs à apporter une bouteille en plastique remplie d'eau à travers les contrôles de sécurité (jusqu'à 750 ml pour accueillir les bouteilles de sport de 21 oz/600 ml). Une telle négociation a impliqué toutes les parties prenantes concernées (par exemple, la sécurité, les sponsors) et a été menée 2 ans avant l'événement.

### Perspectives

Le document actuel couvre un éventail de sujets. Pour certains d'entre eux (par exemple, l'acclimatation), il y avait déjà une littérature extensive disponible. Pour d'autres sujets (par exemple, la brume, l'ombrage), plus de recherche est nécessaire pour reproduire les conditions vécues par les athlètes. Les FI et les organisateurs d'événements sont également encouragés à effectuer une surveillance systématique des conditions environnementales et des risques pour la santé lors de leur événement afin d'établir une base de données épidémiologique et d'informer les futures politiques. Dans cette optique, il est important de comprendre comment les plateformes de chaleur sont utilisées à grande échelle, leur efficacité et les problèmes rencontrés. Avec ces informations, il sera possible de revoir et de modifier les recommandations concernant les plateformes de chaleur en se basant sur des données cliniques à l'avenir. De plus, bien que la recherche et les publications scientifiques puissent être considérées comme les deux premières étapes de la réduction des risques, il est également nécessaire de communiquer avec les différentes parties prenantes dans leur propre langue, y compris des vidéos et des médias sociaux pour les athlètes, des politiques pour les FI et les organisateurs, des ateliers médicaux pour les cliniciens, etc. Dans le cas des Jeux Olympiques d'été de Tokyo, le CIO a développé du matériel éducatif basé sur la brochure précédente de l'Union Cycliste Internationale et de la Fédération Internationale d'Athlétisme, en utilisant des modèles de rôle d'athlètes. Pour les volontaires médicaux locaux, le Comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo a organisé une formation spécifique sur la gestion préhospitalière des maladies liées à la chaleur d'effort.

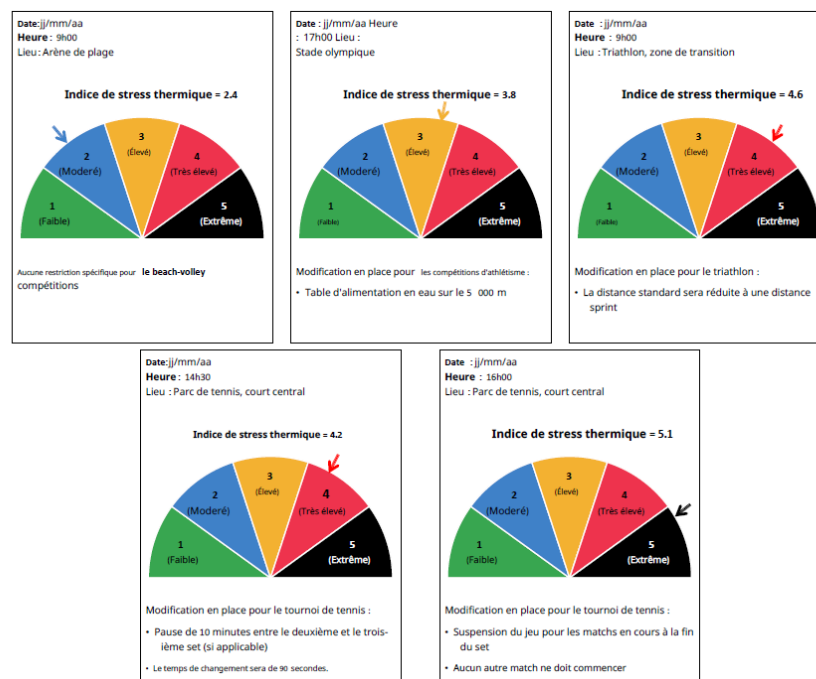


Figure 6 Exemple d'une échelle de stress thermique qui pourrait être adaptée et utilisée dans tous les sports. L'échelle utilise une notation codée par couleur de 1 à 5 avec la valeur exacte indiquée. Les mesures préventives actuelles à prendre sont clairement énumérées pour informer les athlètes, les organisateurs, les services médicaux et autres parties prenantes. Les modifications énumérées sont des exemples non contractuels ; chaque FI est responsable de ses politiques en matière de chaleur.

## CONCLUSION

Les problèmes liés à la chaleur sont l'un des principaux événements mettant la vie en danger pour les athlètes, communément résumés par les 3 C (cardiaque, cérébral/commotion et climat) ou les 3 H (cœur, tête et chaleur). Chacune de ces conditions mettant la vie en danger a ses propres protocoles de gestion internationalement reconnus qui devraient être intégrés à la formation obligatoire de toutes les équipes médicales sur le terrain. Cependant, bien que la plupart des médecins d'équipe soient bien conscients de la gestion des problèmes cardiaques<sup>174</sup> et des commotions cérébrales<sup>175</sup> chez les athlètes, plusieurs ne sont pas familiers avec la gestion préhospitalière spécifique du coup de chaleur chez les athlètes<sup>61</sup> et les para-athlètes.<sup>155</sup> Ainsi, une formation spécifique est nécessaire pour le personnel médical couvrant des événements dans des conditions ambiantes chaudes. La gestion appropriée du coup de chaleur (c'est-à-dire l'algorithme et les installations) permet une meilleure récupération et survie.<sup>14</sup> Quant aux autres problèmes de santé, l'athlète est l'acteur principal de sa propre santé. Ainsi, les athlètes et leur entourage ont la responsabilité de se préparer correctement aux conditions environnementales de la compétition, y compris, mais sans s'y limiter, l'acclimatation à la chaleur, l'hydratation et l'état de santé. Enfin, protéger l'intégrité de l'athlète lorsqu'il compétitionne sous la chaleur est également la responsabilité de la FI et de l'organisateur de l'événement. Ils doivent faciliter à la fois les mesures d'atténuation et de traitement, ainsi qu'adapter l'événement aux conditions. Les instances dirigeantes devraient informer pleinement l'athlète et son entourage des conditions environnementales et des contre-mesures qui ont été développées en réponse, par exemple, le plan médical du lieu détaillant les différents scénarios et une échelle universelle de stress thermique codée de 1 à 5 illustrant clairement les mesures actuelles en action (figure 5).

## Affiliation des auteurs

- <sup>1</sup>Research and Scientific Support Department, Aspetar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Ad Dawhah, Qatar
- <sup>2</sup>Faculty of Sport Sciences, Waseda University, Tokorozawa, Saitama, Japan
- <sup>3</sup>Health and Science Department, World Athletics, Monaco
- <sup>4</sup>Union Cycliste Internationale (UCI), Aigle, Switzerland
- <sup>5</sup>Korey Stringer Institute, Department of Kinesiology, University of Connecticut, Storrs, Connecticut, USA
- <sup>6</sup>Department of Geography, University of Georgia, Athens, Georgia, USA
- <sup>7</sup>Heat and Health Research Incubator, Faculty of Medicine and Health, The University of Sydney, Camperdown, New South Wales, Australia

- <sup>8</sup>Medical Department, Federation Internationale de Football Association, Zurich, Switzerland
- <sup>9</sup>Medical Committee, World Triathlon (WT), Lausanne, Switzerland
- <sup>10</sup>Hamilton, Stockholm, Sweden
- <sup>11</sup>World Sailing, London, UK
- <sup>12</sup>School of Sport and Health Sciences, University of Brighton, Eastbourne, UK
- <sup>13</sup>Institute for Sports Medicine, Alpine Medicine & Health Tourism (ISAG), UMIT Tirol-Private University for Health Sciences and technology, Hall, Austria
- <sup>14</sup>University Hospital/Tirol Kliniken, Innsbruck, Austria
- <sup>15</sup>Sport- und Rehabilitationsmedizin, Universität Ulm, Ulm, Germany
- <sup>16</sup>Marubeni Health Promotion Center, Tokyo, Japan
- <sup>17</sup>International Olympic Committee Medical and Scientific Games Group, Pinner, UK
- <sup>18</sup>Medical and Scientific Department, International Olympic Committee, Lausanne, Switzerland
- <sup>19</sup>International Olympic Committee, Lausanne, Switzerland

**Twitter** Sebastien Racinais @ephysiol, Ollie Jay @ollie\_jay13 et Andrew Massey @andy\_massey

**Remerciements** Les auteurs remercient la commission médicale et scientifique du CIO, le groupe de jeux de la commission médicale et scientifique du CIO et l'Association des Fédérations Internationales Olympiques d'être pour les discussions approfondies précédant ce travail.

**Contributeurs** Tous les auteurs ont participé à la réunion de consensus. Tous les auteurs ont participé aux deux tours d'évaluation Delphi. Tous les auteurs ont contribué à rédiger une ou plusieurs sections et ont approuvé le manuscrit final. Les auteurs suivants ont fait partie du 'Groupe de travail d'experts sur l'impact des conditions météorologiques défavorables pour les Jeux Olympiques de Tokyo 2020' : SR (président), YH, TA, SB, DJC, AJG, YP, WS, FY, DZ et RB. Les auteurs suivants ont fait partie du Comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo : YH, TA (CMO) et FY. Les auteurs suivants ont fait partie du groupe de jeux de la commission médicale et scientifique du CIO: SR, TA, MM, DZ, LE et RB. Les auteurs suivants étaient directeurs médicaux d'une fédération internationale : SB, XB, AM, SM, MM, NN et JMS.

**Financement** La réunion de consensus a été financée par le CIO.

**Conflits d'intérêts** Aucun déclaré.

**Consentement du patient pour publication** Non applicable.

**Approbation éthique** Non applicable.

**Provenance et examen par les pairs** Non commandé ; examiné par des pairs externes.



**Matériel supplémentaire** Ce contenu a été fourni par l'auteur(s). Il n'a pas été vérifié par le BMJ Publishing Group Limited (BMJ) et peut ne pas avoir été examiné par des pairs. Toutes les opinions ou recommandations discutées sont uniquement celles de l'auteur(s) et ne sont pas approuvées par le BMJ. Le BMJ décline toute responsabilité découlant de toute confiance placée dans le contenu. Lorsque le contenu comprend du matériel traduit, le BMJ ne garantit pas l'exactitude et la fiabilité des traductions (y compris, mais sans s'y limiter, les réglementations locales, les lignes directrices cliniques, la terminologie, les noms de médicaments et les dosages de médicaments), et n'est pas responsable des erreurs et /ou omissions découlant de la traduction et de l'adaptation ou autrement.

**Accès libre** Cet article est distribué en libre accès conformément à la licence Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0), qui autorise les autres à distribuer, remixer, adapter, construire à partir de ce travail à des fins non commerciales, et à autoriser leurs oeuvres dérivées selon des modalités différentes, à condition que le travail original soit correctement cité, que le crédit approprié soit donné, que les modifications apportées soient indiquées et que l'utilisation soit non commerciale.

Voir : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

#### Identifiants ORCID

Sebastien Racinais <http://orcid.org/0000-0003-0348-4744>

Yuri Hosokawa <http://orcid.org/0000-0001-9138-5361>

Takao Akama <http://orcid.org/0000-0002-3937-2448>

Stephane Bermon <http://orcid.org/0000-0002-9529-2901>

Douglas J Casa <http://orcid.org/0000-0002-8858-2636>

Andrew Grundstein <http://orcid.org/0000-0002-0574-6253>

Ollie Jay <http://orcid.org/0000-0002-6076-6337>

Andrew Massey <http://orcid.org/0000-0002-8253-932X>

Yannis P Pitsiladis <http://orcid.org/0000-0001-6210-2449>

Wolfgang Schobersberger <http://orcid.org/0000-0002-5657-0307>

Fumihiro Yamasawa <http://orcid.org/0000-0001-6315-8479>

David Anthony Zideman <http://orcid.org/0000-0002-7111-6161>

#### REFERENCES

Voir article original