



HAL
open science

Chaleur, Sport et Santé. Partie 2 : Impact des stratégies pour lutter contre les effets de la chaleur sur la santé des sportifs

Guillaume Coudeville, Aurélie Collado, Michelle Baillot, Stéphane Sinnapah, Jean-Pierre Bouchard

► **To cite this version:**

Guillaume Coudeville, Aurélie Collado, Michelle Baillot, Stéphane Sinnapah, Jean-Pierre Bouchard. Chaleur, Sport et Santé. Partie 2 : Impact des stratégies pour lutter contre les effets de la chaleur sur la santé des sportifs. Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique, 2022, 180 (7), pp.713-720. 10.1016/j.amp.2022.07.003 . hal-04711276

HAL Id: hal-04711276

<https://hal.science/hal-04711276v1>

Submitted on 26 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

(Entretien)

Chaleur, Sport et Santé

Partie 2 : Impact des Stratégies pour Lutter contre les Effets de la Chaleur sur la Santé des Sportifs

Heat, Sport and Health

Part 2: Impact of Heat Control Strategies on Athletes' Health

Guillaume R. Coudevylle^a, Aurélie Collado^a, Michelle Baillot^a, Stéphane Sinnapah^a, Jean-
Pierre Bouchard^{b,c,d *}

^a Université des Antilles, laboratoire ACTES (EA 3596), 97 159, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, France

^b Unité pour Malades Difficiles (UMD), pôle de psychiatrie médico-légale (PPML), centre hospitalier de Cadillac, 10 avenue Joseph Caussil, 33410 Cadillac, France

^c Institut Psycho-Judiciaire et de Psychopathologie (IPJP), Institute of Forensic Psychology and Psychopathology, centre hospitalier de Cadillac, 89 rue Cazeaux Cazalet, 33410 Cadillac, France

^d Statistics and Population Studies Department, Faculty of Natural Sciences, University of the Western Cape, Robert-Sobukwe road, Bellville, 7535 Cape-Town, South Africa

* Auteur correspondant :

Institut Psycho-Judiciaire et de Psychopathologie (IPJP), Institute of Forensic Psychology and Psychopathology, centre hospitalier de Cadillac, 89 rue Cazeaux Cazalet, 33410 Cadillac, France. Adresse e-mail : jean_pierre_bouchard@yahoo.fr (J.-P. Bouchard).

Résumé

Les déterminants individuels de la performance sportive, qu'ils soient physiques, physiologiques ou psychologiques, font l'objet d'une littérature dense visant à mieux comprendre ce qui fait qu'un athlète est performant et comment on peut, par le biais de l'entraînement, l'amener à progresser. Dans cette recherche de la performance, il est très vite apparu que l'environnement pouvait jouer un rôle important et certains programmes d'entraînement intègrent aujourd'hui les conditions environnementales comme un levier parmi d'autres (s'entraîner en altitude ou en milieu chaud et humide). Mais si l'environnement est utilisé comme un levier de l'entraînement c'est parce qu'il fait peser sur l'organisme des contraintes physiologiques et psychologiques appelant des adaptations. En effet, le corps humain, exposé de façon répétée à des conditions d'exercice qui dépassent ses capacités initiales, s'adapte. C'est là le principe fondamental de l'entraînement. Or, les contraintes environnementales extrêmes, telles qu'une forte température parfois couplée à une forte hygrométrie, lorsqu'elles ne sont pas maîtrisées, ce qui est le cas en compétition, viennent amplifier le stress imposé à l'organisme, et l'athlète peut, mu par son envie de gagner, aller au-delà de ses limites et s'exposer à des risques importants pour sa santé. L'étude de ces contraintes sur le fonctionnement humain relève donc d'un enjeu majeur. Dans cette seconde partie d'entretien, les Docteurs Coudeville, Collado, Baillot et Sinnapah présentent les stratégies possibles pour aider les athlètes à réaliser leurs performances en conditions de stress thermique tout en faisant état des risques que comportent ces stratégies sur la santé. Les auteurs abordent également les risques encourus par les personnes atteintes d'une maladie mentale lorsqu'elles réalisent des activités physiques en cas de forte chaleur et des précautions à adopter avec elles.

Mots clés : stress thermique, confort thermique, éco-anxiété, solastalgie, psychopathologie, psychologie du sport, accident, performance, stratégies, environnement, développement durable.

Abstract

The individual determinants of sports performance, whether physical, physiological or psychological, are the subject of a dense literature aiming to understand better what makes an athlete perform and how, through training, one can lead him or her to progress. In this search for performance, it very quickly became apparent that the environment could play an important role and some training programs now incorporate environmental conditions as one of several levers. Training at altitude or in a hot and humid environment are indeed avenues that have been successfully explored. But if the environment is used as a lever for training, it is because it places physiological and psychological constraints on the organism that require adaptations. Indeed, the human body, repeatedly exposed to exercise conditions that exceed its initial capacities, adapts. This is the fundamental principle of training. However, extreme environmental constraints such as high temperature, when not controlled, as is the case in competition, amplify the stress imposed on the body, and the athlete may, driven by his or her desire to win, go beyond his or her limits and expose himself or herself to significant health risks. This problem has recently become particularly salient with, on the one hand, global warming which is progressively raising the temperatures at which competitions are held, and on the other hand, the desire of certain emerging countries to offer major international competitions in environments which are sometimes particularly unsuitable for aerobic performance due to temperature and even hygrometry conditions which go well beyond the thermolysis capacities of the human organism during intense effort. If the components of sports performance (physical, physiological and psychological) are well documented in the

scientific literature and fairly well taken into account by coaches and athletes, the thermal constraints in which training and competitions take place are much less considered, even though taking them into account is essential to perform without risk to health. The study of these constraints on psychological functioning is therefore a major issue. In this second part of the interview, Drs. Coudevylle, Collado, Baillot, and Sinnapah present possible strategies to help athletes perform under heat stress conditions while noting the health risks of these strategies. The authors also discuss the risks to people with mental illness when performing physical activities in high heat and the precautions to take with them.

Key words: thermal stress, thermal comfort, eco-anxiety, solastalgia, psychopathology, sport psychology, accident, performance, strategies, environment, sustainable development.

1. Introduction

Réaliser des compétitions sportives, a fortiori à haut niveau, sans risque pour la santé implique de prendre en compte les capacités intrinsèques du sportif (techniques, physiologiques, psychologiques), ses conditions d'entraînement (préparation physique et psychologique), son hygiène de vie (alimentation, hydratation, sommeil, récupération) et les conditions environnementales dans lesquelles il va évoluer [15]. Ces conditions environnementales peuvent regrouper la température de l'air, l'exposition directe aux rayons du soleil et de la réverbération des sols ou de l'eau, l'humidité, le vent, les vêtements et le temps d'exposition [30]. Il est possible d'y ajouter la pollution atmosphérique, l'altitude, les allergènes, les caractéristiques du lieu de pratique mais aussi les équipements (de protection) que portent les athlètes ou l'impossibilité de s'hydrater de façon adéquate pendant l'effort. Si les connaissances sur les capacités personnelles du sportif, ses conditions d'entraînement et de vie sont assez bien considérées par les entraîneurs et les sportifs, les conditions environnementales et en particulier les conditions thermiques dans lesquelles les sportifs vont évoluer demeurent moins prises en compte dans la préparation alors même qu'elles sont essentielles pour performer sans risque pour la santé. Au regard du réchauffement climatique et de la volonté de certains pays émergents de proposer des grandes compétitions internationales, l'étude des conditions environnementales sur le fonctionnement physique et psychologique relève donc d'un enjeu majeur.

En plus de la préparation technique, tactique, physique et nutritionnelle, les athlètes de très haut niveau ont besoin d'un état psychologique optimal pour réaliser leurs meilleures performances, notamment en termes de contrôle émotionnel, de concentration et de motivation [36-37]. Or, une mauvaise prise en compte des contraintes environnementales peut non seulement impacter négativement leur fonctionnement psychologique avec toutes les répercussions sur leur motivation et leurs performances [24] mais peuvent aussi avoir des

effets graves sur leur santé. Une meilleure compréhension et une meilleure gestion des contraintes environnementales apparaissent donc cruciales pour les athlètes et leurs entraîneurs. Dans cette seconde partie d'entretien avec le Professeur Jean-Pierre Bouchard, les Docteurs Coudeville, Collado, Baillot et Sinnapah font état des stratégies destinées à préparer les athlètes à concourir dans des conditions de stress thermique tout en soulignant les contraintes et les risques que ces stratégies peuvent engendrer sur la santé. Une attention particulière est également portée pour les personnes atteintes d'une psychopathologie et des risques qu'ils peuvent encourir en cas d'activité physique en cas de forte chaleur.

Le Docteur Guillaume Coudeville est le Doyen de la Faculté des Sciences du Sport de l'Université des Antilles. Il est également Maître de Conférence Habilité à Diriger des Recherches en psychologie du sport et de la santé au sein du laboratoire ACTES. Il est titulaire d'un doctorat de l'Université Paris-Sud (2003-2007) et d'un post-doctorat de l'Université de McMaster au Canada (2007-2008). Ses travaux de recherche sont divisés en deux thèmes principaux représentant deux domaines de recherche spécifiques. Le premier thème concerne les stratégies d'auto-handicap utilisées par les athlètes avant une performance. Le second thème traite de deux dynamiques de recherche complémentaires : la première vise à mieux comprendre l'impact du climat tropical sur le fonctionnement psychologique ; la seconde vise à mieux comprendre l'impact des stratégies permettant de limiter les effets délétères de ce climat sur le fonctionnement psychologique des étudiants et des athlètes. Le Docteur Guillaume Coudeville est aussi préparateur mental. Il a notamment dirigé l'accompagnement psychologique de l'équipe de France de Gymnastique Rythmique (individuel) de 2008 à 2012 et celui des escrimeurs de l'équipe de France du Pôle Espoir Antilles-Guyane de 2012 à 2020.

Le Docteur Aurélie Collado est Maître de Conférence à la Faculté des Sciences du Sport de l'Université des Antilles. Titulaire d'un doctorat en Sciences de la Vie et de la Santé,

ses travaux de recherches s'articulent principalement autour de deux axes. Le premier s'intéresse aux caractéristiques interindividuelles susceptibles de prédire et d'influencer la qualité de l'adaptation d'un individu à une situation ou un environnement extrême. Le second axe de recherche s'articule autour de la performance sportive et cognitive dans des environnements spécifiques contraignants, qu'ils soient inhabituels, extrêmes et/ou complexes. Le Docteur Aurélie Collado est aussi psychologue clinicienne et de la santé.

Le Docteur Michelle Baillot est professeur d'EPS et Directrice des études Parcoursup à la Faculté des Sciences du Sport de l'Université des Antilles. Titulaire d'un doctorat en Sciences du Sport, le Docteur Michelle Baillot est spécialiste en physiologie de l'effort en climat tropical et signataire d'une dizaine de publications internationales dans le domaine.

Le Docteur Stéphane Sinnapah est le Vice-Doyen de la Faculté des Sciences du Sport de l'Université des Antilles. Il est également Maître de Conférence en sciences et techniques des activités physiques et sportives et titulaire d'un doctorat en sciences du sport. Ses travaux de recherche ont porté sur l'épidémiologie de l'activité physique et la performance sportive en climat tropical. Il a aussi exploré les thèmes de la santé, la forme physique et l'exercice chez les populations Indo-Asiatiques de Guadeloupe et a produit plus de 15 publications dans des revues évaluées par des pairs sur ces sujets. De 2009 à 2010, le Docteur Stéphane Sinnapah a été le coordinateur en Guadeloupe des réseaux de santé en charge de la pratique de l'activité physique pour lutter contre le diabète, et contre l'obésité chez l'enfant.

2. Interview

2.1. *Jean-Pierre Bouchard* : Dans le contexte du réchauffement climatique, quelles conséquences, de nature psychopathologique, les changements environnementaux peuvent engendrer chez la population en général et les sportifs en particulier ?

Guillaume Coudeville : De nouvelles psychopathologies voient le jour en lien avec le réchauffement climatique. Outre les états de stress post-traumatique et les états dépressifs qui peuvent survenir chez des victimes d'événements climatiques, des phénomènes de détresse psychologique liés aux préoccupations environnementales, également dénommés éco-anxiété et solastalgie, commencent à apparaître et à être reconnus [27]. En effet, les changements environnementaux qu'ils soient d'origine naturelle comme c'est le cas lors des incendies en Australie [20] ou liées aux actions humaines (urbanisation, industrialisation, élevage et agriculture intensives) conduisent à multiplier les cas de solastalgie chez les populations concernées qui ne se retrouvent plus dans leur propre écosystème. Ces cas de solastalgie peuvent se retrouver dans le cadre sportif où des disciplines qui se réalisent habituellement en pleine nature (beach-volley, escalades, kayak, surf) se retrouvent déplacées et aseptisées dans des constructions totalement artificielles au niveau des centres-villes des grandes agglomérations le temps d'un événement ponctuel. Outre l'impact sur l'environnement, déplacer ces pratiques sportives est un non-sens à l'égard de leur logique interne. A la différence du volley-ball, le beach-volley, pour ne citer que cette discipline, prend justement son essence dans l'adaptation des équipes à agir avec, et non contre, les éléments naturels (vent, soleil, sable) avec toute la part d'incertitude que cela induit. Un sportif qui pratique le volley-ball au haut-niveau peut ou ne pas être compétent en beach-volley et réciproquement. Réduire les éléments naturels, voire les supprimer, au prétexte d'enjeux médiatiques enlève toute la logique interne de l'activité et enferme les sportifs comme les spectateurs dans le cloisonnement et la chaleur des villes plutôt que de les libérer sur les sites naturels ordinairement ventilés. Dans le cadre d'événements sportifs d'ampleurs diverses, mettre en

place des actions en faveur du développement durable contribue ainsi d'une certaine manière à agir contre les risques de solastalgie tout en préservant sur le long terme les athlètes de températures qui ne cessent de s'élever.

2.2. Jean-Pierre Bouchard : Dans l'entretien 1, vous évoquez un lien entre la chaleur et les pathologies mentales. Pouvez-vous développer et préciser si des personnes déjà atteintes de maladie mentale sont plus vulnérables à la chaleur ?

Aurélie Collado : Un certain nombre de travaux abordent effectivement la vulnérabilité à la chaleur, occasionné notamment par des évènements climatiques ponctuels (vague de chaleur dans des parties localisées du monde), des personnes atteintes de psychopathologie. Ces études ont croisé les admissions hospitalières liées à des problèmes de santé mentale avec les statistiques nationales de l'état civil pour évaluer la relation entre la température environnementale et les taux de suicide [34]. Des expositions à des phénomènes climatiques (la chaleur, l'humidité, les précipitations, la sécheresse, les feux de forêt, les inondations) ont été associées à la détérioration de la santé mentale et à une mortalité plus élevée chez les personnes souffrant de troubles mentaux préexistants, à une augmentation des hospitalisations en psychiatrie et à une hausse des taux de suicide [13]. Avec le réchauffement climatique, il est d'ailleurs probable que de plus en plus travaux voient le jour sur cette question.

Du fait d'un manque d'autonomie et de clairvoyance, certaines personnes atteintes d'une maladie mentale ne sont pas en capacité d'évaluer les risques liés à la chaleur ni en capacité d'adopter les comportements appropriés en pareilles circonstances comme se dévêtir, consommer de l'eau froide, prendre des douches ou des bains froids et se diriger vers des espaces climatisés, ventilés et/ou ombragés. Par exemple, les personnes avec des symptômes paranoïdes, d'évitement, schizoïdes ou d'agoraphobie préféreront rester à leur domicile plutôt que sortir d'aérer ou rejoindre un endroit climatisé [55]. Les personnes

atteintes de schizophrénie peuvent trop s'habiller alors qu'il conviendrait au contraire de se dévêtir [17]. Ainsi, la perception de confort thermique peut être totalement altérée par la maladie et conduire les personnes à adopter des comportements inappropriés.

De plus, plusieurs travaux mettent en évidence des contre-indications à la prise de certains médicaments lorsque la personne se trouve en ambiance chaude. Cela concerne notamment les médicaments affectant les neurotransmetteurs qui peuvent influencer la thermorégulation [28] allant jusqu'à provoquer notamment une hyperthermie maligne ou des syndromes comme un syndrome de la sérotonine ou un syndrome neuroleptique malin [46]. Les médicaments anticholinergiques pouvant conduire à une vasoconstriction cutanée peuvent altérer la perte de chaleur en inhibant la transpiration. Certains médicaments peuvent influencer la perception de la chaleur et conduire les personnes à ne pas adopter les comportements appropriés (arrêter l'effort, se dévêtir, boire de l'eau froide, se placer dans une pièce climatisée). Enfin, en agissant sur le système nerveux central, certains types de médicaments tels que les anticonvulsivants, les antidépresseurs, les antiparkinsoniens, les inhibiteurs de cholinestérase, le lithium et les antipsychotiques peuvent être risqués en cas de forte chaleur [8].

Guillaume Coudeville : Comme la pratique d'une activité physique sportive augmente la température corporelle, il conviendrait lorsque les conditions thermiques sont chaudes de contre-indiquer aux personnes atteintes de maladies mentales et suivant un traitement médicamenteux toute pratique physique. Les activités physiques adaptées (APA) sont salutaires pour les personnes atteintes de maladies mentales comme la schizophrénie [7] ou la dépression [12]. Il convient néanmoins d'adopter la plus grande vigilance à que ces activités se réalisent dans des conditions thermiques fraîches. Au regard de leur vulnérabilité, les stratégies de prévention aux risques liées à la chaleur chez les sportifs sont donc d'autant plus indispensables pour les personnes atteintes de psychopathologie. Ainsi, les médecins qui

leur prescrivent des activités physiques adaptées veilleront à bien informer les professeurs d'APA de réaliser ces activités dans des espaces climatisés avec une consommation régulière d'eau froide. Si activités physiques ne peuvent se réaliser en ambiance tempérée avec hydratation d'eau froide suffisante, celles-ci sont à proscrire chez ces personnes. Comme les sportifs de haut-niveau peuvent également rencontrer des difficultés psychopathologiques [48], il est particulièrement déconseillé qu'ils réalisent des efforts de longue durée en cas de forte chaleur et/ou d'humidité en cours de traitement. Enfin, les psychopathologies n'étant pas forcément diagnostiquées et les liens entre chaleur, sport et santé n'étant pas nécessairement bien connus du monde sportif, il serait souhaitable de développer des programmes d'éducation à la santé [10-11] des éducateurs, des entraîneurs et des sportifs de tous niveaux intégrant de façon actualisée les recommandations et les conduites à tenir en cas de forte chaleur.

2.3. Jean-Pierre Bouchard : En plus de ces recommandations à l'endroit de ces personnes vulnérables, pouvez-vous indiquer ce qui peut être mis en œuvre pour préparer les athlètes à réaliser leurs performances en ambiances chaudes tout en précisant les conséquences que cela peut engendrer sur le plan psychologique ?

Guillaume Coudeville : On peut distinguer essentiellement deux types d'approches qui peuvent être utilisées de façon complémentaire. La première est l'entraînement en condition. On cherche ici à exposer de façon répétée l'organisme à des conditions d'exercice pour qu'il s'y adapte progressivement. Les adaptations mises en œuvre, qu'elles soient psychologiques et/ou physiologiques [43] permettent à l'athlète de développer sa capacité à performer malgré une température élevée [32]. L'adaptation qui est ici attendue de l'organisme est appelée « acclimatation ». On distingue deux types d'acclimatation. L'acclimatation passive est celle qui s'opère progressivement lorsque on évolue durablement dans un environnement chaud. L'acclimatation active est celle qui s'opère lorsque l'on

s'entraîne de façon répétée dans le climat auquel on souhaite s'acclimater. Dans une démarche de préparation à une épreuve en climat chaud, l'acclimatation active est celle qui doit être recherchée tant elle va permettre de réduire le stress physiologique imposé par la forte température [44] et donc d'améliorer la performance aérobie en climat chaud, en améliorant la tolérance à la chaleur tout en réduisant au passage le risque de survenue de problème de santé au cours de l'effort en condition chaude [52].

Les adaptations physiologiques obtenues par acclimatation s'accompagnent d'effets psychologiques importants. Plusieurs études ont en effet montré une amélioration du confort thermique après acclimatation [21,51]. Par exemple, des effets positifs ont été constatés sur le confort thermique en climat chaud (i.e., 35°C et 50 % rH) en testant l'impact d'un camp d'entraînement de 8 jours, avec ou sans gilet de refroidissement sur 13 triathlètes ayant effectué deux essais chronométrés de 20 km [49]. Plus récemment, des chercheurs ont comparé les effets d'un programme d'entraînement aérobie de 15 jours sur des soldats dans un environnement chaud et sec versus un environnement tempéré. Si les températures rectales de ces deux entraînements n'ont pu être différenciées, l'inconfort thermique et l'effort perçu (RPE) ont été, quant à eux, largement diminués en condition de chaleur [41]. Le ressenti thermique a donc été modifié positivement alors que les paramètres physiologiques sont restés stables. Des résultats équivalents ont également été obtenus sur le confort thermique, la sensation et l'effort perçu chez des athlètes avant le Marathon des Sables après une acclimatation à la chaleur de courte durée [57]. Outre les impacts physiologiques, cette acclimatation active repousse le seuil psychologique de tolérance à l'effort.

2.4. Jean-Pierre Bouchard : Vous disiez qu'il y a deux grandes approches pour préparer des athlètes à performer en climat chaud. Vous avez évoqué l'acclimatation psychologique, quelle est la seconde ?

Guillaume Coudeville : Outre le développement de la tolérance psychologique et physiologique à l'effort, il existe un moyen de réduire activement le stress thermique : le refroidissement. Il peut s'agir d'utiliser des techniques objectives de pré-refroidissement (immersion corporelle en tout ou partie dans de l'eau froide, veste rafraîchissante), de per-refroidissement (ingestion d'eau froide, granité mentholé ou port de bandeaux froid pendant l'effort), de post refroidissement (immersion dans de l'eau froide, cryothérapie) ou de l'usage combiné de plusieurs techniques [9,38] pour réduire le risque d'hyperthermie mais aussi favoriser un meilleur confort thermique en dépit des conditions extérieures. Par exemple, une étude a montré que le port d'une veste rafraîchissante lors de l'échauffement réduisait les désagréments thermiques au début d'une course de 5 km par rapport aux conditions de contrôle même si cette diminution s'estompait après 3,2 km de course. Cela dit, selon les auteurs, la réduction de l'inconfort thermique en climat chaud (i.e., 32°C et 50% rH) et de la fatigue cardiovasculaire perçus au début de la course semble jouer un rôle dans l'amélioration des performances [2]. De plus, des auteurs ont évalué l'efficacité du refroidissement superficiel intermittent (i.e., 5 minutes de port d'un gilet rafraîchissant) chez 10 étudiants ayant suivi un entraînement intense de 60 minutes en football américain. Cette technique diminuait significativement la sensation thermique mais pas la soif ni le RPE ou les symptômes de malaise liés à la chaleur [19]. D'autres études ont aussi cherché à mettre en évidence l'impact des stratégies de refroidissement du cou (suggérant un impact lié à la proximité du lobe occipital et du cervelet) sur les capacités cognitives notamment sur une tâche cognitive à la suite d'une hyperthermie induite par l'exercice [1,40] ou encore l'impact de l'immersion dans une tente de refroidissement pour examiner les effets cognitifs de l'exercice (mémoires visio-motrices complexes, vitesse de la motricité fine, mémoires de travail visuelles / auditives et visuo-spatiales) lors d'une série de trois matchs opposant deux équipes de football avec des résultats partiellement positifs [4]. Plus récemment, il a été

montré que l'ingestion d'eau froide (3,8°C) n'avait pas eu d'incidence bénéfique sur le confort thermique ni sur les affects positifs en climat tropical mais avait un effet néfaste sur ces mêmes affects en climat neutre. Les études empiriques menées en psychologie viennent nuancer et préciser certaines données physiologiques tendant à dire qu'il faut boire systématiquement très froid en ambiance très chaude [25]. Bien que l'hydratation soit essentielle dans les environnements chauds [18], des changements soudains dans les conditions environnementales tels que des contrastes de températures (température extérieure très élevée et ingestion d'une eau très froide) peuvent constituer sur le moment une charge cognitive qui interfère les tâches nécessitant une certaine quantité de ressources attentionnelles. Sur des efforts de longue durée, il peut être intéressant au niveau physiologique de boire glacé, en revanche, il faut s'attendre à ce que la concentration soit momentanément perturbée lors de l'ingestion (désagréable de boire froid) et par la suite (inconfort gastro-intestinal) ce qui peut conduire l'athlète à boire une quantité moindre par rapport à ce qu'il devrait pour s'hydrater suffisamment. De ce point de vue, l'ingestion d'eau fraîche à température préférentielle en fonction des sensations thermiques du moment apparaît comme une piste de recherche à approfondir [25-26].

2.5. Jean-Pierre Bouchard : Les techniques de refroidissement semblent, au regard de ce que vous en dites, ardues à maîtriser puisqu'il existerait une température préférentielle pour les boissons, boire pourrait perturber la concentration et on pourrait même ne pas boire assez au regard de nos besoins. Comment se préparer au mieux ?

Stéphane Sinnapah : L'entraînement en condition permet aux entraîneurs et athlètes de mettre en place, après les avoir expérimentées, des routines de gestion des effets délétères du climat chaud. Quand et comment utiliser les techniques de refroidissement avant, pendant et/ou après l'effort est en effet une question importante à laquelle l'athlète doit savoir

répondre aisément en s'y préparant avant l'épreuve, toute source d'incertitude ou de stress devant être étudiée et traitée en amont de la performance. Le développement puis l'apprentissage de stratégies de refroidissement personnalisées passe par la prise en compte du confort thermique et du confort vestimentaire de l'athlète dans les limites imposées par le règlement de la compétition préparée [26]. À cet égard, une étude recommande des expositions répétées à la chaleur combinées à des exercices physiques pendant 1 à 2 semaines ainsi que des mesures incitatives à l'hydratation pendant l'effort des athlètes [45]. En s'habituant psychologiquement aux conditions difficiles, les athlètes subiront moins de stress thermique et de perturbations une fois en compétition. De même, dans le cas où les conditions thermiques ne sont pas si contraignantes, l'athlète pourrait bénéficier d'un avantage puisque les conditions de compétition lui apparaîtraient plus facilitantes que celles de ses entraînements comme c'est le cas pour l'entraînement en hypoxie. Mais aussi et surtout, l'entraînement en condition thermique contraignante (i.e., l'acclimatation active) permet à l'athlète de se tester aux conditions climatiques tout en leur assurant une surveillance médicale physiologique et psychologique des athlètes tout au long de la préparation. Il permet ainsi aux athlètes de tendre vers le pic de performance tout en apprenant à mieux repérer leur seuil d'alerte pour réduire ou stopper leur effort avant leur limite. Il s'agit d'un avantage des plus importants dans la préservation de la santé des athlètes.

2.6. Jean-Pierre Bouchard : En plus de ces interventions d'acclimatation et de refroidissement, quelles sont les interventions mentales qui peuvent aider les athlètes à pratiquer dans les conditions thermiques contraignantes ?

Guillaume Coudeville : Étant donnée la complexité de mise en œuvre de certaines interventions classiques lors de compétitions sportives et les inconvénients d'interventions désagréables et gênantes (i.e., immersion bain froid), d'autres techniques moins invasives et

plus faciles à mettre en œuvre ont été expérimentées [26]. D'une part, il est possible de citer les techniques objectives qui vont avoir une influence mentale en particulier sur les sensations thermiques comme c'est le cas avec la prise de menthol. D'autre part, il est possible de mentionner les techniques subjectives qui vont permettre d'aider les athlètes à obtenir des sensations thermiques plus confortables pour mieux s'accommoder à la chaleur.

Tout d'abord, des études ont porté sur le refroidissement subjectif du corps par l'usage de menthol. Cette ingestion n'abaisse pas la température cutanée ni la température centrale des athlètes [5] mais stimule les thermorécepteurs sensibles au froid [14], brouillant les perceptions thermiques et induisant ainsi une sensation de fraîcheur [42]. Il a été démontré que la perception du froid induite par le menthol augmentait l'intensité et la performance d'un exercice réalisé en climat tropical [47] et en climat chaud et sec [14,42]. A ce titre, une étude a examiné les effets de l'ingestion de glace pilée et de rince-bouche au menthol avant une performance de course d'endurance dans un environnement chaud. Les auteurs ont montré que le rince-bouche mentolé a amélioré la sensation thermique pendant l'exercice et les performances de course. La glace pilée a réduit, quant à elle, la température centrale mais n'a pas diminué la sensation thermique pendant l'exercice ni amélioré les performances sur une course de 5-km [50].

Outre la prise de menthol qui va donner une impression subjective de fraîcheur, d'autres techniques mentales moins invasives vont également aider l'athlète à obtenir des sensations thermiques plus confortables. Par exemple, une étude a montré qu'un ensemble combiné de quatre habiletés psychologiques (fixation d'objectifs, régulation de l'excitation, imagerie mentale, dialogue intérieur positif) diminuait la tentation de réduire l'intensité de l'exercice pendant des courses de 90 minutes à effort maximal par temps chaud (30°C et 40% rH) tout en augmentant la distance parcourue de 8% [6]. Une autre étude a montré que les athlètes qui recevaient un discours interne motivationnel pendant deux semaines amélioraient

de manière significative la capacité d'endurance et la fonction exécutive par temps chaud [56]. D'autres techniques mentales telle que la méditation de pleine conscience sont possibles [29,53]. Par exemple, une intervention de pleine conscience de sept semaines avait modifié la façon dont les sportifs de haut niveau traitaient les informations intéroceptives et augmentaient leurs capacités à réguler l'anxiété liée à des sentiments désagréables [31]. Bien que cette étude ne se soit pas déroulée dans des conditions climatiques contraignantes, il serait intéressant de répliquer l'expérience en mesurant les effets sur des conditions avec et sans stress thermique. Enfin, des études ont montré, dans le domaine de la santé, que l'hypnose permettait d'augmenter les seuils de détection de la chaleur et de la douleur à la chaleur [39] et de baisser la fréquence, la durée et la gravité des bouffées de chaleur chez les patientes atteintes d'un cancer du sein [58]. Tout récemment, une étude a montré en condition tropicale qu'une intervention basée sur la suggestion du froid permettait aux participants de ressentir plus de sensation de froid et de percevoir la température de la salle d'expérimentation comme moins chaude et plus confortable comparativement à la condition contrôle [23]. Des études cliniques utilisant ces techniques, sous contrôle médical, semblent particulièrement pertinentes à éprouver dans le domaine de la performance sportive en situation de stress thermique.

2.7. Jean-Pierre Bouchard : Ces techniques de refroidissement comportent-elles des risques sur la santé des athlètes ?

Michelle Baillet : Il convient d'être particulièrement prudent avec l'utilisation des techniques de refroidissement. L'expérimentation préalable et progressive en contexte d'entraînement est indispensable avant d'être envisagé en compétition [26]. En effet, le refroidissement provoqué par l'ingestion de grandes quantités d'eau froide ou de glace pendant l'exercice peut provoquer des malaises gastro-intestinaux ou des maux de tête [50] qui peuvent aller à l'encontre des effets recherchés. Les sessions de cryothérapie ou de bains

froids doivent quant à elles être pratiquées avec précaution car de mauvaises pratiques peuvent se révéler dangereuses [16] et s'accompagnent d'un risque non négligeable de choc thermique comme cela peut être le cas lors d'une séance de cryothérapie ou lors des immersions dans des bains très froids. C'est particulièrement le cas lorsqu'il existe un contraste important entre la température de l'eau dans lequel le corps est immergé et la température centrale de l'athlète est très élevée du fait de l'exposition à la chaleur, d'un effort intense et/ou d'une difficulté à thermoréguler. Ces immersions devraient se réaliser avec une tenue préservant les doigts des mains et des pieds et les parties génitales et de manière très progressive.

Stéphane Sinnapah : Les techniques subjectives pour lutter contre le stress thermique comportent également des risques non négligeables sur la santé. Par exemple, des précautions sont nécessaires lors de l'utilisation de menthol comme technique de refroidissement. Le cerveau est en effet dupé par le signal de froid induit par le menthol et se retrouve en conséquence moins à même de jouer son rôle de régulateur central. L'écart entre la température réelle de la peau et la perception de froid peut augmenter le risque de développer des malaises liés à la chaleur [54]. Selon la concentration de menthol, les récepteurs sensibles au froid peuvent s'activer, ce qui pourrait altérer la perception thermique à un point tel qu'une température centrale trop élevée pourrait être minimisée par le système nerveux. Cela pourrait entraîner des risques encore plus graves pour la santé tels que des coups de chaleur ou des hyperthermies puis générer une réduction du débit sanguin cérébral, une augmentation de la température cérébrale ou une compromission de l'oxygénation cérébrale [3]. Ce risque peut se retrouver dans d'autres techniques de nature psychologique (suggestion, programme motivationnel) qui peuvent biaiser les sensations et empêcher l'athlète de se rendre compte par lui-même qu'il dépasse ses limites physiologiques. Il semble donc préférable de rester sur des stratégies conventionnelles qui ont un effet sur la réduction

de l'hyperthermie ou l'augmentation des seuils de tolérance (i.e., acclimatation active contrôlée, eau fraîche à température préférentielle, veste de refroidissement).

Aurélie Collado : Par ailleurs, les conséquences de l'absorption de menthol sur les aspects cognitifs du sportif ne sont pas encore suffisamment bien renseignées. Un athlète peut être amené, selon sa discipline et son niveau, à devoir prendre des décisions rapides et pertinentes comme des choix de déplacement et de direction ou encore de devoir décider, par exemple, des bons appuis dans un trail en descente en fonction de la nature du sol, du type d'épreuve et des enjeux de la course. Or, dans le cadre d'une ingestion d'eau glacée mentholée, outre la température qui peut provoquer des maux de têtes et inconforts gastriques, le menthol, qui vient maximaliser les effets de l'eau glacée [47]. Ceci pourrait impacter les capacités de discernement et de lucidité du sportif et ainsi l'amener à prendre sur de (très) courtes durées post ingestion de mauvaises décisions pouvant le conduire à une perte de performance voire même, dans des cas extrêmes, à des accidents tels que des chutes. Plusieurs études se sont intéressées aux effets du menthol en application cutanée [33] mais il est possible que l'individu ne supporte pas les effets du menthol sur sa peau et que ça puisse induire des sensations d'inconforts, voire mêmes des réactions de tremblements et des formes d'allergies cutanées.

2.8. Jean-Pierre Bouchard : Quelles seraient les alternatives et les recommandations que vous pourriez proposer pour éviter les accidents liés à la chaleur lors des compétitions internationales ?

Guillaume Coudeville : On peut entendre le souhait de certains pays émergents d'organiser des compétitions sportives internationales mais celles-ci devraient se dérouler dans des périodes de l'année où le climat est tempéré. Certes, cela limite le nombre d'évènements mais cela permet de proposer une programmation plus responsable au regard

des risques sur la santé des athlètes. Les mondiaux d'athlétisme en 2019 à Doha sont une terrible illustration de la mise en danger des athlètes où les épreuves sur route ont battu des tristes records d'abandons. Pour les épreuves se déroulant dans des stades entièrement climatisés, le confort thermique des athlètes n'est pas assuré du fait des nombreuses variations de température sans parler de l'aberration écologique d'une telle organisation. Une alternative est pourtant possible en incluant des critères d'éligibilité des événements sportifs internationaux tels que les Jeux Olympiques en considérant prioritairement le confort thermique des compétiteurs et le développement durable.

En Europe, le climat tempéré n'exclut pas des périodes très chaudes et de canicule durant les mois d'été particulièrement contraignantes psychologiquement et physiquement pour les athlètes soumis aux épreuves de longue durée. Une concertation des ministres des sports de chaque pays pourrait permettre de repenser la planification des événements sportifs majeurs sollicitant les efforts de longue durée et se déroulant jusqu'à présent sur les mois les plus chauds du continent (Tour de France, Tour d'Espagne, Championnat de Wimbledon, JO Paris 2024) afin de les envisager à des périodes plus tempérées à l'automne et au printemps. Ce principe pourrait prévaloir pour les événements sportifs les plus médiatisés comme ceux qui le sont moins et qui touchent des sportifs de niveau inférieur moins bien préparés aux conditions de stress thermique. Il conviendrait par conséquent de considérer la programmation de certaines épreuves sportives au regard des variations annuelles de températures. Par exemple, en athlétisme, les épreuves de courses de type sprint et demi-fond, les sauts et les lancers pourraient se dérouler en ambiance chaude (entre à 20° et 35°C) alors que les épreuves de course à pied de type fond (5 000, 10 000 mètres) et les épreuves sur route (marathon, marche 20 et 50 km) en ambiance froide ou tempérée (entre 5 et 20°C). Les mondiaux d'athlétisme comme les Jeux Olympiques pourraient ainsi s'entrevoir de manière combinée avec deux pays organisateurs permettant à certains pays émergents

d'organiser des épreuves de courte durée. Enfin, il serait tout à fait possible d'inclure dans les règlements des compétitions la notion de chaleur en précisant des recommandations et obligations associées à l'atteinte de certains seuils de température. Celles-ci pourraient aller de simples recommandations aux athlètes jusqu'à l'obligation de reporter une compétition en passant par la mise en place de temps de pause plus réguliers pour permettre l'hydratation et le refroidissement des athlètes. Il est possible de citer l'Australie qui annule les compétitions lorsque l'indice WBGT (Wet-Bulb Globe Temperature) est trop élevé (≥ 30) [22,35-36]. Ce type de dispositif pourrait se généraliser et se préciser. Par exemple, au-delà de 25°C, la durée des temps-morts au tennis pourrait être allongée pour permettre l'usage d'équipement de refroidissement et l'épreuve reportée au-delà de 30°C. De telles dispositions limiteraient considérablement les risques d'accident liés à la chaleur et amélioreraient le confort thermique des sportifs.

Aurélie Collado : Les fédérations et les organisateurs commencent à tenir en compte la question du réchauffement climatique dans leurs événements sportifs. Depuis plusieurs années, on observe le développement de différentes actions permettant d'inclure la problématique environnementale dans l'organisation des petits événements sportifs comme des plus gros. A l'échelle du sport de haut niveau, des initiatives se développent de plus en plus comme le prouvent le partenariat PSG-ONU signé en 2021 pour le « Sport for Climate Action », le développement d'antennes « Football Écologie France » ou encore l'engagement de Roland-Garros dans une « trajectoire carbone à horizon 2030 ». Les organisateurs d'événements engagent parfois même leurs partenaires et leurs sponsors au travers de cahiers des charges ambitieux en termes d'éco-responsabilité, comme c'est le cas chez Amaury Sports Organisation pour Le Tour de France. Par ailleurs, il faut noter la mise en place par le ministère des Sports et le WWF d'une charte lancée en 2017 confirmant, d'après le Ministère chargé des Sports, que « la responsabilité environnementale est désormais au cœur du cahier

des charges des organisateurs de grands événements sportifs internationaux en France ». En France, la problématique environnementale commence à être considérée dans le milieu du sport. Cependant, certaines de ces actions peuvent ressembler à du « greenwashing » et que les gros événements restent hélas en partie soumis à un système sociétal où il faut faire du profit. Il est vraiment dommage que certains événements soient maintenus en dépit des conditions de chaleur extrême et donc aux dépens de la santé des sportifs, qu'ils soient amateurs ou professionnels. En mettant de côté les événements dont on sait par avance que les sportifs devront performer dans des conditions thermiques élevées (JO de Rio, JO de Tokyo, Championnats du monde d'athlétisme à Doha, Coupe du Monde de la FIFA au Qatar...), on peut citer le malheureux exemple de l'Ariégeoise, une course cycliste qui se déroule dans les Pyrénées au mois de juin et qui, en 2019, et ce malgré les risques, a maintenu son édition alors que même les épreuves du brevets avaient été reportées par le gouvernement à cause de la canicule en France. Bien que les deux épreuves les plus longues aient été annulées avant le départ, la décision de maintenir les plus petits parcours dans des conditions de chaleur extrême a engendré de nombreux malaises et a malheureusement coûté la vie à un cycliste, ce qui a conduit, au final, à l'arrêt net de la course. Ce drame aurait pu être évité, car même avec la meilleure des organisations, il semble difficile de lutter contre les risques et dangers d'une exposition à la canicule lors d'une course cycliste. La question de la responsabilité se pose. Certains avanceront que les sportifs sont responsables d'eux-mêmes et que personne ne les oblige à prendre le départ mais laisser l'entière responsabilité peser sur les épaules des sportifs, qu'ils soient amateurs ou professionnels, ne semble pas la solution la plus adaptée dans ce genre de situation. Dans la même perspective que ce que le Docteur Coudevylle évoque dans le paragraphe ci-dessus, on pourrait imaginer qu'une instance sportive internationale, avec un comité d'experts médicaux et scientifiques de plusieurs pays, pourrait prendre ce genre de décision et valider le maintien, le report ou l'annulation de

n'importe quel évènement sportif lorsque les conditions environnementales de pratique exposent les sportifs à des risques et dangers. Cette instance pourrait également avoir pour mission de travailler sur l'adaptation des règles fédérales et internationales sur l'autorisation voire même la prévention par l'encouragement à utiliser des méthodes de refroidissement, sans pour autant que ces contremesures soient assimilées à la délicate question du dopage.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Ando S, Komiyama T, Sudo M, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y. The effects of temporal neck cooling on cognitive function during strenuous exercise in a hot environment: a pilot study. *BMC Res Notes* [Internet]. 2015;8(1):202. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13104-015-1210-0>
- [2] Arngrímsson SA, Pettitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, Cureton KJ. Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. *J Appl Physiol* [Internet]. 2004;96(5):1867–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00979.2003>
- [3] Bain AR, Nybo L, Ainslie PN. Cerebral vascular control and metabolism in heat stress. *ComprPhysiol* [Internet]. 2015;5(3):1345–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/cphy.c140066>
- [4] Bandelow S, Maughan R, Shirreffs S, Ozgüven K, Kurdak S, Ersöz G, et al. The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players: Cognitive function in the heat. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2010;20 Suppl 3:148–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01220.x>
- [5] Barwood MJ, Corbett J, Thomas K, Twentyman P. Relieving thermal discomfort: Effects of sprayed L-menthol on perception, performance, and time trial cycling in the heat: Menthol, perception, pacing, and TT performance. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2015;25 Suppl 1:211–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12395>
- [6] Barwood MJ, Thelwell RC, Tipton MJ. Psychological skills training improves exercise performance in the heat. *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Feb;40(2):387-96. doi: 10.1249/mss.0b013e31815adf31. PMID: 18202561.
- [7] Bernard P, Ninot G. Bénéfices des activités physiques adaptées dans la prise en charge de la schizophrénie : revue systématique de la littérature. *Encephale* [Internet]. 2012;38(4):280–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.encep.2011.07.001>
- [8] Blachère, J. C., Perreault, S., Bélanger, D., Gosselin, P., Côté, R., Kergoat, M.-J., Lacroix, J., Blais, L., Joobar, R., White-Guay, B., Lanthier, L., Roy, L., Lalonde, L.,

2011, Médicaments du système nerveux central et canicules, Rapport et recommandations, INSP, <http://www.inspq.qc.ca/publications/notice.asp?E=p&NumPublication=1199>.

[9] Bongers CCWG, Hopman MTE, Eijsvogels TMH. Cooling interventions for athletes: An overview of effectiveness, physiological mechanisms, and practical considerations. *Temperature (Austin)* [Internet]. 2017;4(1):60–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/23328940.2016.1277003>

[10] Brulin-Solignac D, Bouchard J-P. La psychologie dans l'éducation thérapeutique du patient. *Rev Infirm* [Internet]. 2021;70(269):18–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.revinf.2021.01.011>

[11] Brulin-Solignac D, Bouchard J-P. L'éducation thérapeutique du patient schizophrène. *Rev Infirm* [Internet]. 2022;71(277):39–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.revinf.2021.11.013>

[12] Carré F, Delamarche P. Activité physique adaptée, maladies neurodégénératives et dépression. In: *Activités Physiques Adaptées et Pathologies Chroniques*. Elsevier; 2021. p. 225–38.

[13] Charlson F, Ali S, Benmarhnia T, Pearl M, Massazza A, Augustinavicius J, et al. Climate change and mental health: A scoping review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021;18(9). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18094486>

[14] Cheung SS. Interconnections between thermal perception and exercise capacity in the heat: Thermal perception and exercise capacity. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2010;20 Suppl 3:53–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01209.x>

[15] Chevront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: Biological and environmental influences. *Sports Med* [Internet]. 2001;31(10):743–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200131100-00004>

[16] Chiari M, Saubade M, Besson C, Desgraz B, Gremeaux V. Chambres de cryothérapie et immersion en eau froide : utilisation thérapeutique et risques. *Rev Med Suisse* [Internet]. 2020;16(701):1412–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.53738/revmed.2020.16.701.1412>

[17] Chong TWH, Castle DJ. Layer upon layer: thermoregulation in schizophrenia. *Schizophr Res* [Internet]. 2004;69(2–3):149–57. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0920-9964\(03\)00222-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0920-9964(03)00222-6)

[18] Cian C, Barraud PA, Melin B, Raphel C. Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 2001;42(3):243–51. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-8760\(01\)00142-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-8760(01)00142-8)

[19] Cleary MA, Toy MG, Lopez RM. Thermoregulatory, cardiovascular, and perceptual responses to intermittent cooling during exercise in a hot, humid outdoor environment. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2014;28(3):792–806. Available from: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a20f57>

- [20] Connor L, Albrecht G, Higginbotham N, Freeman S, Smith W. Environmental change and human health in upper Hunter communities of new South Wales, Australia. *Ecohealth* [Internet]. 2004;1(S2):SU47–58. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10393-004-0053-2>
- [21] Costa RJS, Crockford MJ, Moore JP, Walsh NP. Heat acclimation responses of an ultra-endurance running group preparing for hot desert-based competition. *EJSS (Champaign)* [Internet]. 2014;14 Suppl 1(sup1):S131-41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2012.660506>
- [22] Coudevylle GR, Collado A, Sinnapah S, Bouchard J-P. Chaleur, sport et santé. Partie 1 : Impact psychologique de la chaleur sur la santé des sportifs. *Ann Med Psychol (Paris)* [Internet]. 2022;180(6):598–605. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amp.2022.04.007>
- [23] Coudevylle GR., Collado A, Sinnapah S, Hue O, Robin R. Cold suggestion to cope with the negative impact of tropical climate. *Am J Psychol* [Internet]. In press.
- [24] Coudevylle GR, Sinnapah S, Collado A, Fenouillet F, Hue O, Parrat M, et al. If motivation was a key factor in aerobic performance in tropical climate? *Front Psychol* [Internet]. 2020;11:619198. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2020.619198>
- [25] Coudevylle GR, Sinnapah S, Hue O, Robin N, Popa-Roch M. Impact of Cold Water intake on environmental perceptions, affect, and attention depends on climate condition. *Am J Psychol* [Internet]. 2020;133(2):205–19. Available from: <http://dx.doi.org/10.5406/amerjpsyc.133.2.0205>
- [26] Coudevylle GR, Sinnapah S, Robin N, Collado A, Hue O. Conventional and alternative strategies to cope with the subtropical climate of Tokyo 2020: Impacts on psychological factors of performance. *Front Psychol* [Internet]. 2019;10:1279. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01279>
- [27] Desbiolles A, Galais C. Éco-anxiété et effets du dérèglement global sur la santé mentale des populations. *La Presse Médicale Formation* [Internet]. 2021;2(6):615–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lpmfor.2021.10.010>
- [28] Eyer F, Zilker T. Bench-to-bedside review: mechanisms and management of hyperthermia due to toxicity. *Crit Care* [Internet]. 2007;11(6):236. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/cc6177>
- [29] Gardner FL, Moore ZE. The psychology of enhancing human performance: The mindfulness-acceptance-commitment (MAC) approach [Internet]. New York, NY: Springer Publishing; 2007. Available from: <http://dx.doi.org/10.1891/9780826103369>
- [30] Gasparetto T, Nessler C. Diverse effects of thermal conditions on performance of marathon runners. *Front Psychol* [Internet]. 2020;11:1438. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01438>
- [31] Haase L, May AC, Falahpour M, Isakovic S, Simmons AN, Hickman SD, et al. A pilot study investigating changes in neural processing after mindfulness training in elite athletes.

Front Behav Neurosci [Internet]. 2015;9. Available from:
<http://dx.doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00229>

[32] Heathcote SL, Hassmén P, Zhou S, Stevens CJ. Passive heating: Reviewing practical heat acclimation strategies for endurance athletes. *Front Physiol* [Internet]. 2018;9:1851. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2018.01851>

[33] Hermand E, Collado A, Hue O. Skin application of 4% menthol enhances running performance in hot and humid climate. *Int J Sports Med* [Internet]. 2020;41(3):161–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1055/a-1062-6520>

[34] Hwong AR, Wang M, Khan H, Chagwedera DN, Grzenda A, Doty B, et al. Climate change and mental health research methods, gaps, and priorities: a scoping review. *Lancet Planet Health* [Internet]. 2022;6(3):e281–91. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00012-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00012-2)

[35] Jay O. Unravelling the true influences of fitness and sex on sweating during exercise: Connections. *Exp Physiol* [Internet]. 2014;99(10):1265–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1113/expphysiol.2014.080994>

[36] Jay O, Broderick C, Smallcombe J. The New Sports Medicine Australia (SMA) Extreme Heat Policy. *Sports Medicine Australia* [Internet]. 2021. Available from: <https://sma.org.au/sma-site-content/uploads/2021/02/SMA-Extreme-Heat-Policy-2021-Final.pdf>

[37] Johnson RF, Kobrick JL. *Psychological Aspects of Military Performance in Hot Environments*. 2001

[38] Jones PR, Barton C, Morrissey D, Maffulli N, Hemmings S. Pre-cooling for endurance exercise performance in the heat: a systematic review. *BMC Med* [Internet]. 2012;10(1):166. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1741-7015-10-166>

[39] Langlade A, Jussiau C, Lamonerie L, Marret E, Bonnet F. Hypnosis increases heat detection and heat pain thresholds in healthy volunteers. *Reg Anesth Pain Med* [Internet]. 2002;27(1):43–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/rapm.2002.29126>

[40] Lee JKW, Koh ACH, Koh SXT, Liu GJX, Nio AQX, Fan PWP. Neck cooling and cognitive performance following exercise-induced hyperthermia. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2014;114(2):375–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-013-2774-9>

[41] Malgoyre A, Tardo-Dino P-E, Koulmann N, Lepetit B, Jousseau L, Charlot K. Uncoupling psychological from physiological markers of heat acclimatization in a military context. *J Therm Biol* [Internet]. 2018;77:145–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.08.017>

[42] Mündel T, Jones DA. The effects of swilling an L(-)-menthol solution during exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2010;109(1):59–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-009-1180-9>

- [43] Nikolopoulou M, Steemers K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy Build* [Internet]. 2003;35(1):95–101. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-7788\(02\)00084-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-7788(02)00084-1)
- [44] Pryor JL, Pryor RR, Vandermark LW, Adams EL, VanScoy RM, Casa DJ, et al. Intermittent exercise-heat exposures and intense physical activity sustain heat acclimation adaptations. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2019;22(1):117–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2018.06.009>
- [45] Racinais S, Alonso JM, Coutts AJ, Flouris AD, Girard O, González-Alonso J, et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat: Training and competing in the heat. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2015;25 Suppl 1:6–19. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12467>
- [46] Reilly TH, Kirk MA. Atypical antipsychotics and newer antidepressants. *Emerg Med Clin North Am* [Internet]. 2007;25(2):477–97; abstract x. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2007.02.003>
- [47] Riera F, Trong TT, Sinnapah S, Hue O. Physical and perceptual cooling with beverages to increase cycle performance in a tropical climate. *PLoS One* [Internet]. 2014;9(8):e103718. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0103718>
- [48] Salmi M, Pichard C, Jousset E. Psychopathologie et sport de haut niveau. *Sci Sports* [Internet]. 2010;25(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2009.10.002>
- [49] Schmit C, Le Meur Y, Duffield R, Robach P, Oussedik N, Coutts AJ, et al. Heat-acclimatization and pre-cooling: a further boost for endurance performance? *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2017;27(1):55–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12629>
- [50] Stevens CJ, Dascombe B, Boyko A, Sculley D, Callister R. Ice slurry ingestion during cycling improves Olympic distance triathlon performance in the heat. *J Sports Sci* [Internet]. 2013;31(12):1271–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2013.779740>
- [51] Sunderland C, Morris JG, Nevill ME. A heat acclimation protocol for team sports. *Br J Sports Med* [Internet]. 2008;42(5):327–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.034207>
- [52] Taylor NAS. Human heat adaptation. *Compr Physiol* [Internet]. 2014;4(1):325–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/cphy.c130022>
- [53] Thienot E, Jackson B, Dimmock J, Grove JR, Bernier M, Fournier JF. Development and preliminary validation of the mindfulness inventory for sport. *Psychol Sport Exerc* [Internet]. 2014;15(1):72–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.10.003>
- [54] Valente A, Carrillo AE, Tzatzarakis MN, Vakonaki E, Tsatsakis AM, Kenny GP, et al. The absorption and metabolism of a single L-menthol oral versus skin administration: Effects on thermogenesis and metabolic rate. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2015;86:262–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2015.09.018>

[55] Vida S. Chaleur accablante et santé mentale : vulnérabilité des personnes avec troubles mentaux. *Sante Ment Que* [Internet]. 2012;36(2):97–121. Available from: <http://dx.doi.org/10.7202/1008592ar>

[56] Wallace PJ, McKinlay BJ, Coletta NA, Vlaar JI, Taber MJ, Wilson PM, et al. Effects of motivational self-talk on endurance and cognitive performance in the heat. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2017;49(1):191–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000001087>

[57] Willmott AGB, Hayes M, Waldock KAM, Relf RL, Watkins ER, James CA, et al. Short-term heat acclimation prior to a multi-day desert ultra-marathon improves physiological and psychological responses without compromising immune status. *J Sports Sci* [Internet]. 2017;35(22):2249–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1265142>

[58] Younus J, Simpson I, Collins A, Wang X. Mind control of menopause. *Womens Health Issues* [Internet]. 2003;13(2):74–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s1049-3867\(02\)00196-2](http://dx.doi.org/10.1016/s1049-3867(02)00196-2)