

MANUEL DE PREPARATION EN VUE DES JEUX OLYMPIQUES 2008

heat.smog.jetlag



Passion. Power. Performance.



Impressum

Editeur

Swiss Olympic Association
Maison du Sport
Case postale 606
3000 Berne 22
Tél. +41 (0)31 359 71 11
Fax +41 (0)31 359 71 71
info@swissolympic.ch
www.swissolympic.ch

Rédaction

Daniel Birrer
Thomas Burch
Christof Kaufmann
Christof Mannhart
Dr Claudio Perret
Fritz Schmocker
Dr Beat Villiger
Dr Michael Vogt
Dr Kerstin Warnke
Jon Wehrlin

Contrôle des expressions médicales

Dr German Clénin

Traduction

Semantis Translation SA, Lausanne

Tirage

200 ex.

Photos

Références chez Swiss Olympic

Date

Mars 2008

Préface

« Si j'ai tiré une leçon des compétitions tests organisées à Pékin au mois d'août 2007, c'est que pour les Jeux Olympiques l'année prochaine, je dois être sur place au minimum douze à seize jours avant le début des compétitions. Nous sommes seulement arrivés huit jours avant les qualifications à Pékin et nous avons tout de suite entamé l'entraînement intensif dans le but d'effectuer le plus d'heures d'entraînement possible sur le parcours olympique. En raison du décalage horaire et de l'acclimatation, après cinq jours, j'étais tellement épuisé physiquement que le temps restant jusqu'à la compétition n'a pas suffi pour que je récupère. »

Cette déclaration de Mike Kurt, spécialiste en canoë et candidat pour le Swiss Olympic Team 2008, illustre bien la situation de départ qui a poussé Swiss Olympic à constituer le groupe de travail « heat.smog.jetlag » il y a plus d'un an. Sous la direction du chef de l'équipe médicale, le Dr Beat Villiger, un groupe d'experts renommés a compilé une foule d'informations précieuses lors d'innombrables réunions, discussions et recherches. Des entreprises, des institutions et des personnes individuelles ont mis leur énergie au service des sportives et des sportifs suisses. Ils l'ont fait dans le seul but d'instaurer des conditions optimales pour la réalisation de performances pendant les Jeux Olympiques de Pékin au mois d'août 2008.

Au nom de l'équipe de direction, je voudrais profiter de l'occasion pour remercier toutes les personnes impliquées. Il appartient maintenant aux entraîneurs, aux sportives et aux sportifs de faire bon usage de ces informations. La déclaration de Mike Kurt doit tous nous inciter à préparer les Jeux Olympiques avec la rigueur requise.

Après les compétitions tests de 2007, Mike Kurt résume la situation comme suit : « Il faut un **minimum** de quatre jours d'entraînement léger, jusqu'à ce que l'on ait surmonté le décalage horaire et que l'on se soit habitué aux conditions climatiques, puis quatre jours d'entraînement pour se préparer à la compétition, et enfin, trois à quatre jours de récupération et de préparation directe à la compétition avant les Jeux. »

Werner Augsburger
Chef de Mission 2008

Table des matières

1. Quelles sont les différences entre Pékin et la Suisse ?	6
1.1. Conditions climatiques	6
1.2. Précipitations	8
1.3. Pollution atmosphérique.....	9
1.4. Langue et communication	9
1.5. Transport, transferts	10
1.6. Hiérarchie, organisation, informations	10
1.7. Mentalité, particularité culturelle, gastronomie	10
1.8. Autres pays, autres mœurs !	11
1.9. Sources et bibliographie.....	11
2. Réaction du corps (aiguë, chronique)	12
2.1. Réaction du corps à la chaleur et à l'humidité	12
2.2. Réaction du corps à la pollution atmosphérique (smog)	23
2.3. Réaction du corps par rapport à l'heure et au décalage horaire	26
3. Conséquences pratiques	31
3.1. Acclimatation à la chaleur et à l'humidité à Pékin	31
3.2. Préparation à la compétition.....	36
3.3. Récupération	39
3.4. Aspects médicaux.....	41
3.5. Alimentation en environnement chaud et humide	51
3.6. Psychisme dans des conditions chaudes et humides	71
3.7. Aspects spécifiquement féminins des efforts par forte chaleur et forte humidité	75
3.8. Tenue vestimentaire par grande chaleur	77
3.9. Possibilités de réfrigération du corps.....	79
3.10. Pollution atmosphérique.....	83
3.11. Décalage horaire, jet-lag	87

1. Quelles sont les différences entre Pékin et la Suisse ?

Auteur : Claudio Perret, claudio.perret@paranet.ch

La ville de Pékin (et son agglomération) compte quelque 15,2 millions d'habitants, soit deux fois plus que la Suisse toute entière. Pendant les Jeux Olympiques de 2008, il faudra par conséquent tenir compte de dimensions colossales. Outre les six heures de décalage (heure suisse plus 6 heures), les sportives et les sportifs vont devoir s'acclimater aux particularités culturelles, culinaires et climatiques. Nous reviendrons plus en détail sur ces facteurs ci-après.

1.1. Conditions climatiques

A Pékin, l'été est caractérisé par un fort taux d'humidité et des températures élevées dépassant les 30°C. La comparaison avec Zurich (tableau 1) illustre clairement ce qui attend les sportifs à Pékin.

	Pékin	Zurich	Différence
Température moyenne sur 24 heures	24,8°C	16,7°C	8,1°C
Température maximale moyenne	29,7°C	22,0°C	7,7°C
Température maximale supérieure	38,3°C	36,0°C	2,3°C
Température minimale moyenne	20,6°C	12,4°C	8,2°C
Température minimale inférieure	11,4°C	9,4°C	2,0°C
Humidité de l'air relative	78 %	75 %	3 %

Tableau 1 : Température et humidité de l'air au mois d'août à Pékin et à Zurich.

A Pékin, la température maximale moyenne est de 29,7°C, soit environ 8°C de plus qu'à Zurich. Même pendant la nuit, le thermomètre affiche en moyenne encore 21°C, contre 12°C à Zurich – une différence de taille. La première illustration montre l'évolution moyenne de la température au fil de la journée et l'humidité relative à Pékin au mois d'août 2006.

L'illustration 2 montre l'évolution moyenne des températures sur plusieurs années entre les mois de mai et d'octobre à Pékin, Hong Kong (équitation) et Qingdao (voile) par rapport à Zurich. Une fois de plus, des différences sensibles apparaissent entre Zurich et la Chine.

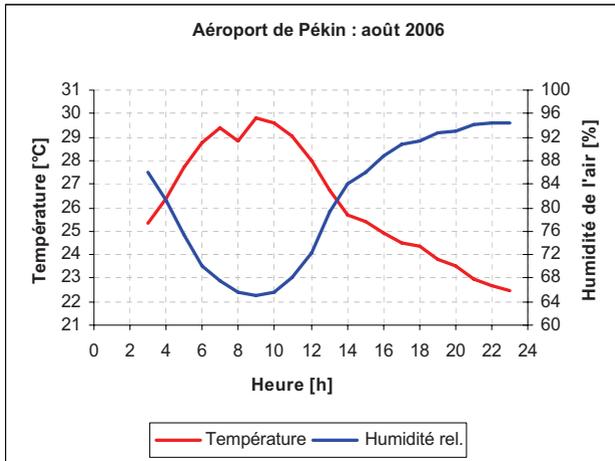


Illustration 1 : Evolution moyenne de la température et de l'humidité de l'air au fil de la journée à Pékin en août 2006.

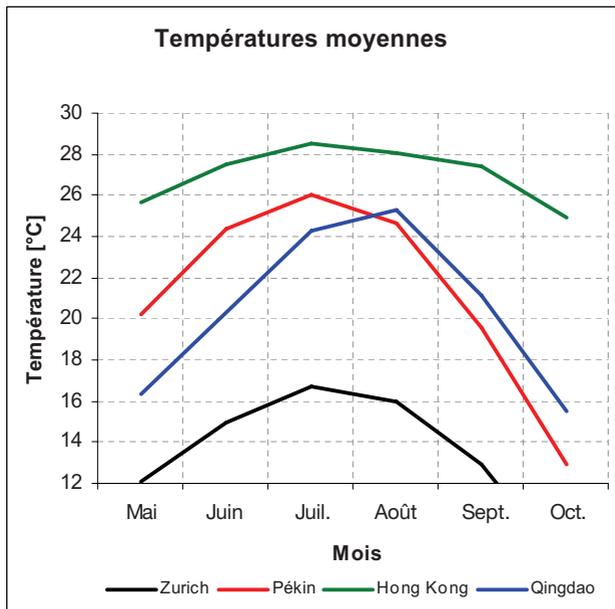


Illustration 2 : Comparaison de l'évolution moyenne des températures.

Des températures élevées associées à une humidité de l'air correspondante peuvent causer un grand malaise et provoquer une baisse notable des performances tant physiques que psychiques. L'indice de contrainte thermique (illustration 3) donne des indications sur la façon dont des températures élevées, associées à une humidité de l'air correspondante, sont effectivement perçues et sur les risques que peuvent engendrer ces conditions.

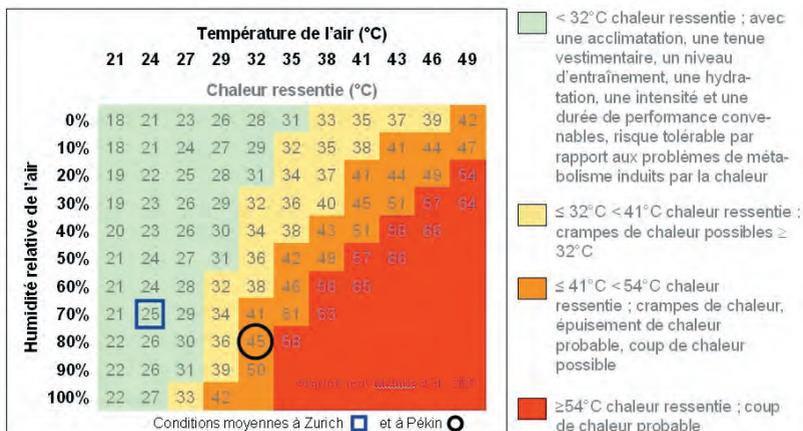


Illustration 3 : L'indice de contrainte thermique avec des exemples pour Zurich et Pékin au mois d'août.

Pour obtenir de bons résultats à Pékin, il paraît évident qu'une acclimatation à la chaleur (voir chapitre 2.1) est impérative.

1.2. Précipitations

En matière de précipitations, il y a également quelques différences entre Zurich et la Chine. Tandis qu'en Suisse, le régime des pluies est relativement bien réparti sur les différents mois de l'année, à Pékin et à Qingdao, la plupart des précipitations sont enregistrées au moment des Jeux Olympiques (illustration 4). A Pékin par exemple, le régime annuel des pluies s'élève à environ 600 mm, dont 60 % environ tombent pendant les mois de juillet et d'août. Par ailleurs, on compte en moyenne 13 jours de pluie en juillet et 11 au mois d'août (jour de pluie = pluviométrie > 0,25 mm). Pendant les Jeux Olympiques, il faut donc s'attendre à des conditions de forte chaleur et de forte humidité. L'exemple de Hong Kong est extrême, avec une pluviométrie représentant le double de celle de Pékin (illustration 4) pendant les mois d'été, ce qui en association avec les températures élevées donne un climat très tropical pour les compétitions d'équitation. En outre, il convient de noter que, contrairement au climat chaud et humide prédominant, les logements et les taxis sont fortement climatisés. Il est donc recommandé d'avoir toujours une veste ou un pull à portée de main.

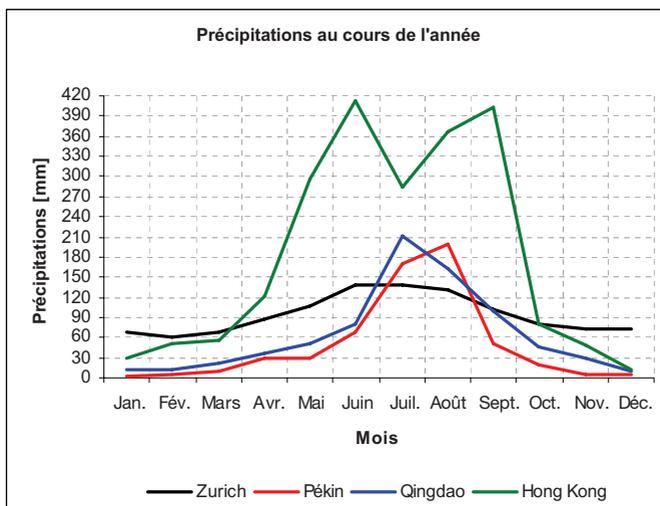


Illustration 4 : Comparaison des précipitations entre Zurich, Pékin, Qingdao et Hong Kong.

1.3. Pollution atmosphérique

Outre les températures élevées et le fort taux d'humidité, les sportifs vont devoir s'accommoder d'une autre particularité climatique : la pollution atmosphérique. A Pékin, l'été est caractérisé par une pollution atmosphérique massive et par voie de conséquence, une visibilité nettement réduite. Selon les derniers rapports, à Pékin, le taux moyen annuel de particules fines s'élève à $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (centre ville de Zurich : environ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et dépasse largement la valeur limite de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valable en Suisse. Certains jours, les valeurs à Pékin peuvent même grimper à plus de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Même si les Chinois vont consentir certains efforts en vue des Jeux Olympiques pour améliorer la qualité de l'air, la situation actuelle ne devrait pas tellement changer. Dans les chapitres suivants, nous aborderons plus en détail certaines mesures spéciales visant à mieux gérer la pollution atmosphérique.

1.4. Langue et communication

La langue chinoise constitue sans conteste un certain obstacle et complique la communication (commander un repas par exemple), d'autant que les Chinois ne comprennent pas souvent l'anglais ou que la population ne le parle que par bribes et d'une façon relativement incompréhensible. A cet égard, il se peut que des problèmes surviennent dans la communication avec des officiels ; c'est une chose dont il faut prendre conscience. La règle à suivre est la suivante : si les choses ne sont pas claires, mieux vaut demander une fois de trop afin d'éviter les malentendus.

1.5. Transport, transferts

L'organisation des transports vers les sites de compétition devrait vraisemblablement bien se passer. En fonction de la circulation, il convient toutefois de prévoir suffisamment de temps pour les transferts. Par ailleurs, les déplacements en ville (par ex. : en taxi) devraient nécessiter pas mal de temps et de patience. Il faut également veiller à ce que l'on ne vous fasse pas payer plus que le prix pratiqué sur place (de l'aéroport au village olympique : 80 à 100 yuans). Il est recommandé d'emprunter les taxis officiels (le plus souvent peints en vert-jaune avec un autocollant rouge indiquant les prix ; voir illustration 5). Par ailleurs, la ville de Pékin est relativement bien desservie par des lignes de métro et de bus.

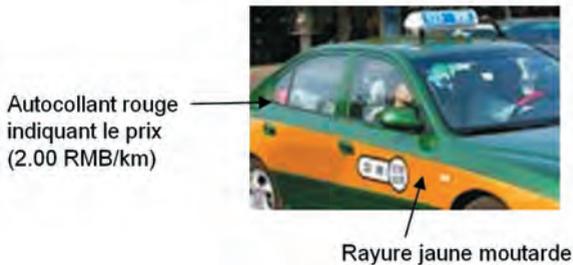


Illustration 5 : Taxi officiel à Pékin.

1.6. Hiérarchie, organisation, informations

Dans divers rapports de délégation sur les compétitions internationales en Chine, les fonctionnaires et les auxiliaires chinois sont décrits comme étant sympathiques et serviables. Toutefois, une mentalité très hiérarchisée prédomine, ce qui signifie que les nombreux auxiliaires présents lors des compétitions ont des attributions et des compétences très limitées. Lorsque des problèmes surviennent, ils veillent d'abord à clarifier la situation d'un point de vue hiérarchique et à s'assurer du soutien de la hiérarchie. Cela peut mettre la patience à rude épreuve, prendre beaucoup de temps et être énervant. Dans la mesure du possible, il convient dès lors de s'adresser directement au plus haut niveau hiérarchique disponible, afin de raccourcir la procédure. Dans ce contexte, nous vous recommandons également de vérifier si possible de manière « proactive » les informations transmises par l'organisation, afin d'éviter les mauvaises surprises.

1.7. Mentalité, particularité culturelle, gastronomie

Traditionnellement, les Chinois sont plutôt réservés. Un contact visuel permanent lors d'une conversation les irrite. Pour les Chinois, détourner les yeux est un « respect poli de l'étiquette », alors que nous l'interprétons comme un signe de désintérêt. On entend rarement les Chinois dire « s'il vous plaît » et « merci ». Pour eux, exprimer clairement et intelligiblement son point de vue et ses exigences relève de la maladresse. Celui qui le fait perd la face et veut faire perdre la face à son interlocuteur, ce qui est considéré comme extrêmement grave. Il est par conséquent impoli d'exprimer un « non » direct. Il est tout aussi impoli d'exprimer ses émotions par des mimiques et de la gestuelle. Le principe sous-jacent est que la mentalité des Chinois vise de préférence à éviter les conflits ou à les esquiver dans la mesure du possible. En Chine, il est tout à fait courant de cracher à tout moment et partout, d'ignorer les files d'attente et de converser à très haute voix. En Chine, il n'est pas impoli de faire du bruit en mangeant et en buvant, d'éructer, de parler fort, de fumer ou de se nettoyer les dents pendant le repas. Parler la bouche pleine, avaler de grosses bouchées avec du thé ou se gargariser sont également des habitudes courantes. Il est par ailleurs tout à fait usuel d'utiliser la table pour déposer les restes de repas indigestes (comme, par exemple, les os de poulet).

1.8. Autres pays, autres mœurs !

Ce chapitre introductif le montre très clairement : « Autres pays, autres mœurs ! ». Il est par conséquent utile de s'intéresser à la mentalité chinoise avant les Jeux Olympiques, afin de se préparer aux comportements chinois qui sont parfois très difficiles à comprendre pour nous. Les principes suivants servent de directives :

- Les relations (amis) sont l'élément central du comportement chinois.
- Ne jamais dire « non » directement.
- Eviter les conflits pouvant être engendrés par exemple par un comportement arrogant, agité ou impatient.
- Dans des situations difficiles, faire preuve de compréhension et de serviabilité, et apprendre à être patient.
- Rester flexible.

Il convient de noter que les informations reprises dans le présent chapitre ne s'appliquent pas au village olympique. Le village offre par conséquent une excellente possibilité de se retirer dans un environnement familial.

- Au mois d'août à Pékin, la température diurne moyenne est de 8°C supérieure à celle de Zurich.
- L'humidité de l'air (environ 80 %) et la pollution atmosphérique sont extrêmement élevées à Pékin.
- Il est recommandé de s'intéresser au préalable aux particularités culturelles de la Chine (mentalité, langue, communication, habitudes alimentaires, etc.).
- Il faut prévoir suffisamment de temps pour les transports.
- Le village olympique offre une excellente possibilité de se retirer dans un environnement familial.

1.9. Sources

BBC Weather

Guides des bonnes manières chinoises pour Swiss Olympic, documents Mike X. Liu.

<http://www.cbw.com/foreign/g-changchun.html> (en allemand ou anglais)

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Pekin>

<http://www.eurasischesmagazin.de/artikel/?artikelID=20050110> (en allemand)

<http://www.inwent.org/E+Z/1997-2002/ez797-3.htm> (en allemand)

<http://www.klimadiagramme.de> (en allemand)

<http://www.meteo.ch/>

<http://www.visitchina.de/expatinfo/toolong001.htm> (en allemand)

International Herald Tribune, 16/17.12.2006.

McArdle WD et al, eds. Exercise physiology : energy, nutrition and human performance. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, p. 630, 2001.

Neue Zürcher Zeitung, 21.04.2007, p. 65.

The Wall Street Journal Europe, 15.02.2007.

Rapport de tournoi de la Fédération suisse de lutte à l'occasion des CM à Guangzhou 2006 (en allemand).

Rapport environnemental du canton de Zurich, 2004 (en allemand).

A. Verrec : Canadian Medical Report, World Junior Championships in Athletics, Pékin, août 2006.

R.L. Wilber : Preparation for Beijing 2008 : Rapport du Comité National Olympique américain 2006 (en anglais).

2. Réaction du corps (aiguë, chronique)

2.1. Réaction du corps à la chaleur et à l'humidité

Auteur : Michael Vogt, vogt@ana.unibe.ch

2.1.1. Introduction

L'entraînement et les compétitions dans un environnement chaud et humide impliquent un stress supplémentaire pour le corps et jettent par conséquent des défis particuliers aux sportifs. Les principales fonctions concernées sont le système cardio-vasculaire, la régulation de la température corporelle (thermorégulation) et la mobilisation d'énergie (voir tableau 2). La chaleur entraîne une diminution de la capacité de performance physique, dont les répercussions négatives sont particulièrement sensibles dans les disciplines d'endurance. Le sexe (masculin), un niveau d'endurance faible et une masse corporelle élevée sont autant de facteurs qui réduisent les performances sous l'effet de la chaleur.

En cas d'exposition répétée à la chaleur, les fonctions physiologiques s'adaptent à ces conditions (acclimatation). L'acclimatation entraîne une restauration complète ou partielle de la capacité de performance. Les sportifs peuvent s'acclimater dans des conditions naturelles ou artificielles (chambre climatique, vêtements thermo-isolants). On estime qu'il faut au minimum une exposition à la chaleur tous les deux ou trois jours durant une certaine période pour que le corps s'acclimate. En outre, une acclimatation active (entraînement dans des conditions de chaleur) est plus efficace qu'une acclimatation passive. **Une acclimatation aux compétitions en environnement chaud et humide est recommandée dans toutes les spécialités sportives. Pour les sports d'endurance, l'acclimatation à la chaleur est la condition sine qua non d'un niveau de capacité de performance optimale.** Nous allons voir dans ce chapitre les principaux aspects des modifications physiologiques et fonctionnelles induites par une exposition aiguë ou chronique à la chaleur (tableaux 2 et 3).

Variable physiologique	Chaleur aiguë (par rapport à des conditions normales)	Après acclimatation (par rapport à une exposition aiguë à la chaleur)
Rythme cardiaque	↑	↓
Concentration de lactate dans le sang à l'effort	↑	↓
Consommation de glucides à l'effort	↑	↓
Volume systolique	↓	↑
Volume plasmatique	↓	↑
Température interne	↑	↓
Vitesse d'augmentation de la température interne	↑	↓
Température cutanée	↑	↓
Production de sueur	↑	↑
Salinité de la sueur	→	↓

Tableau 2 : Exposition aiguë et chronique à la chaleur – aperçu des adaptations physiologiques.

Variable fonctionnelle	Chaleur aiguë (par rapport à des conditions normales)	Après acclimatation (par rapport à une exposition aiguë à la chaleur)
Capacité de performance maximale	↓	↑
Capacité de performance (durée)	↓↓	↑
Effort subjectif	↑	↓

Tableau 3 : Exposition aiguë et chronique à la chaleur – influence sur la performance.

2.1.2. Exposition aiguë à la chaleur

- La chaleur aiguë provoque un abaissement du niveau de la capacité de performance physique, auquel les sportifs d'endurance sont particulièrement sensibles.
- La chaleur aiguë influence la thermorégulation, le système cardio-vasculaire et le métabolisme.
- Plus le niveau d'endurance est élevé, plus les efforts fournis dans des conditions de chaleur sont bien supportés.
- Les paramètres de contrôle de l'effort subissent des modifications importantes durant la phase aiguë : augmentation du lactate en cas d'effort intense, élévation du rythme cardiaque proportionnellement à la température interne et à la perte de liquide.

2.1.2.1. Comment le système cardio-vasculaire réagit-il à un stress thermique aigu ?

- La régulation stable du système cardio-vasculaire est une priorité pour le corps humain. En situation d'effort dans une chaleur aiguë, l'apport de sang aux muscles est réduit et le refroidissement corporel n'est pas optimal. Cela engendre donc une baisse du niveau de la capacité de performance.

En cas d'effort physique, le flux sanguin augmente dans la musculature sollicitée et dans la peau. Cela est dû à une augmentation de l'activité cardiaque (hausse du rythme cardiaque et du volume systolique), à une réduction du flux sanguin vers les organes internes et à une dilatation des vaisseaux. Le degré de cette dilatation dans les muscles dépend de l'intensité de l'effort, de l'intensité de la chaleur interne (liée à l'activité musculaire) et externe (liée à l'environnement) qui s'exerce sur la peau.

Lorsque, dans un contexte d'entraînement ou de compétition, des efforts intenses sont déployés dans un environnement chaud par des sujets non acclimatés, le volume sanguin qui doit passer par la peau afin de refroidir le corps est plus grand. En cas d'effort intense, le retour sanguin au cœur diminue donc, ainsi que la tension artérielle. Ces phénomènes sont enregistrés par le système nerveux via des capteurs situés dans les vaisseaux. Pour compenser ce déséquilibre au niveau de la régulation de la tension artérielle, des contractions de vaisseaux secondaires ont lieu dans les muscles (et dans la peau). Elles réduisent le flux sanguin dans les muscles et entraînent une diminution de la capacité de performance (musculaire) et de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}). En outre, l'évacuation de la chaleur se dégrade. La température interne grimpe en flèche. Les rythmes cardiaques submaximaux sont plus élevés. Le rythme cardiaque augmente proportionnellement à l'élévation de la température interne (illustration 6).

2.1.2.2. Quels sont les effets de la chaleur et de l'humidité sur la thermorégulation ?

Lors de l'effort sportif, la chaleur produite par le travail des muscles peut être beaucoup plus élevée que la chaleur corporelle au repos. La quantité de chaleur corporelle ainsi produite et l'augmentation de température qui en découle dépendent de l'intensité de l'effort. Pour que les sportifs puissent maintenir le niveau de leur capacité de performance sportive sur une longue durée, ils doivent conserver le plus possible un équilibre entre la chaleur produite et la chaleur évacuée.

La production de chaleur corporelle par les muscles a des conséquences sur la température interne. Au repos, la température interne varie entre 36 et 37°C. Lors d'une activité physique, elle peut monter jusqu'à 40°C environ (illustration 6). L'effort doit alors être réduit ou interrompu. Si la température interne augmente encore, les conséquences pour la santé peuvent être graves (voir chapitre 3.4.2.1). Par conséquent, la régulation de la température interne dans cet intervalle étroit est d'une importance capitale pour l'organisme.

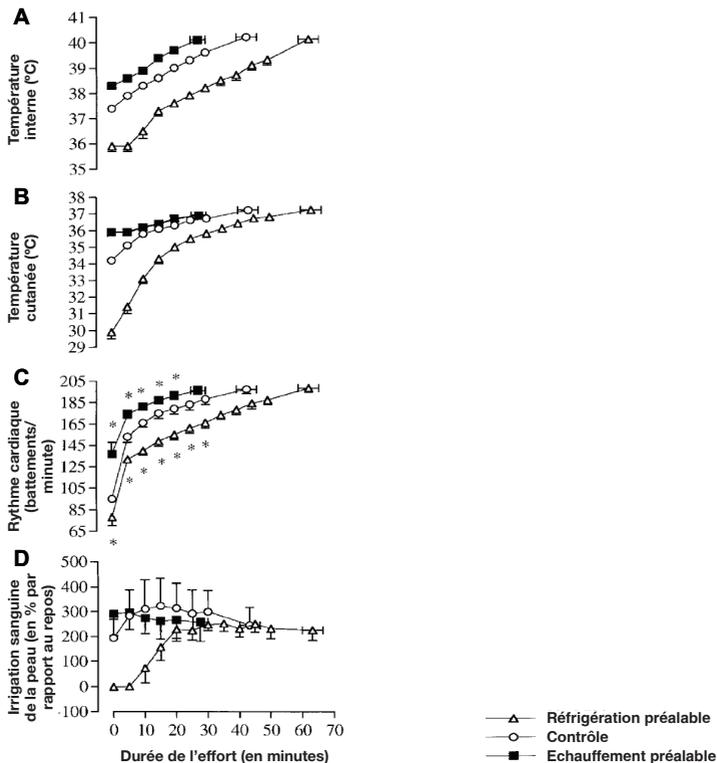


Illustration 6 : Evolution de la température corporelle interne (A), de la température cutanée (B), du rythme cardiaque (C), de l'irrigation sanguine de la peau (D) durant un effort d'entraînement à 60 % VO₂max dans des conditions de chaleur (40°C), après réfrigération anticipée (35,9°C), et d'échauffement préalable du corps (38,2°C) et essai de contrôle (37,2°C). Graphique inspiré de Gonzales-Alonso et al. 1999.

La thermorégulation est plus difficile dans des conditions de chaleur et d'humidité, car l'évacuation de la chaleur corporelle est entravée par les conditions ambiantes défavorables. La température interne augmente alors plus rapidement. La transpiration augmente. Cette perte de liquide ne peut être compensée immédiatement, ce qui entraîne une

déshydratation et, par conséquent, une diminution du volume sanguin. Les performances diminuent. La vitesse d'augmentation de la température et le niveau de température interne déterminent le degré d'affectation des performances dans des conditions de chaleur. La vitesse d'augmentation de la température corporelle interne est influencée par divers facteurs :

- **Environnement** : plus il est chaud et humide, plus la température augmente rapidement.
- **Capital liquide** : 1 % de déshydratation augmente la température interne de 1°C.
- **Taille et poids** : plus on est grand et lourd, plus la température augmente rapidement.
- **Composition du corps** : plus la part de graisse est élevée, plus la température augmente rapidement.
- **Niveau d'endurance** : chez les personnes bien entraînées en endurance, la température augmente plus lentement.

2.1.2.3. Quelles sont les possibilités de réfrigération corporelle ?

La chaleur produite par le muscle est transportée par la circulation sanguine vers la surface du corps, où elle s'évacue essentiellement par évaporation de la sueur (transpiration, évaporation, voir illustration 7). D'autres processus d'évacuation de la chaleur, tels que la conduction, la convection ou le rayonnement, ne jouent qu'un rôle négligeable en situation d'effort. En environnement chaud et sec, 90 % du refroidissement corporel s'effectue par la transpiration. En environnement chaud et humide, malgré l'importante perte de liquide, l'effet réfrigérant de la transpiration est toutefois moins efficace, car la sueur sur la peau s'évapore moins bien et, au lieu de cela, forme partiellement des gouttelettes. L'élévation de la température interne du corps est donc plus grande dans une chaleur humide que dans une chaleur sèche.

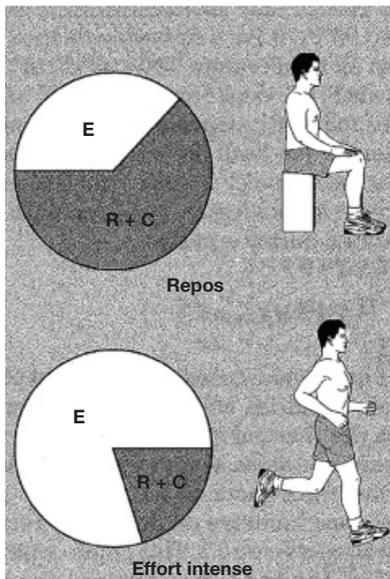


Illustration 7 : Contribution relative de la transpiration (E), du rayonnement (R) et de la convection (C) dans des conditions chaudes et humides. Graphique inspiré de Armstrong 2000.

2.1.2.4. Quelle est l'ampleur des pertes de liquide lors de la pratique d'un sport dans des conditions de chaleur ?

Lors d'un effort physique dans un environnement chaud, les pertes de liquide sont élevées. Selon l'intensité de l'effort, le corps peut perdre jusqu'à trois litres par heure, contre 0,5 litre par heure à 20°C. Lors de l'effort, le rythme cardiaque augmente proportionnellement à la perte de liquide et à l'élévation de la température interne (illustration 6). Par litre d'eau perdu, le rythme cardiaque augmente d'environ huit battements par minute. Cela témoigne du stress supplémentaire, dû aux pertes de liquide liées à la chaleur, auquel le système cardiovasculaire et la thermorégulation sont soumis. A l'entraînement, il convient alors de réduire l'intensité de l'effort.

2.1.2.5. Qu'en est-il de l'énergie disponible lors d'efforts dans des conditions de chaleur ?

La mobilisation d'énergie par le métabolisme des glucides est plus élevée lors d'efforts dans une chaleur intense. Etant donné que la température interne augmente plus vite, le corps produit l'hormone adrénaline en plus grande quantité, ce qui favorise la valorisation du sucre par les muscles (glycogène). En cas d'effort dans des conditions de chaleur, on mesure donc de plus fortes concentrations de lactate sanguin. Une ancienne étude a révélé qu'à la suite d'un effort intense sous une chaleur importante (44°C), les valeurs de lactate sanguin étaient deux fois plus élevées qu'après le même effort dans un environnement à 9°C. Comme la capacité d'emmagasiner du sucre dans la musculature est plutôt limitée, une plus grande valorisation du glycogène lors d'efforts prolongés dans des conditions de chaleur peut affecter les performances ou provoquer une interruption précoce de l'effort.

2.1.2.6. Dans quelle mesure la chaleur et l'humidité influencent-elles les performances sportives ?

La température ambiante influence la capacité de performances du corps humain. La direction et l'ampleur de cette influence dépendent de la durée, de l'intensité, de la spécialité sportive et de la discipline. Le tableau 4 reprend les résultats de plusieurs recherches relatives à l'impact de la chaleur sur les performances.

Etant donné que les hautes températures affectent principalement les efforts submaximaux et de longue durée, on peut partir du principe que, dans les sports d'endurance, les températures supérieures à 30°C abaissent notablement la capacité de performance. Néanmoins, il est difficile d'évaluer globalement le degré de cet abaissement.

En cas de sprint ou d'effort maximal, la musculature est plus performante échauffée que froide. Dès lors, une température ambiante élevée peut contribuer à préserver, voire à améliorer les performances dans les formes d'effort très intenses, brèves et anaérobies (par ex. : sprints, sauts, épreuves de force). C'est le cas des efforts d'une durée de 60 secondes au maximum, pour autant qu'il n'y ait aucun déficit liquidien.

Spécialité sportive	Effort	Température	Performance	Source
Athlétisme	Course à pied de 8 kilomètres	35°C contre 25°C	11 % de temps de course en plus à 35°C qu'à 25°C (plus l'athlète est lourd, plus ses performances sont affectées)	Marino et al., 2000.
Duathlon	Simulation de compétition	30°C contre 10°C	4,5 % plus mauvaise à 30°C	Sparks et al., 2005.
Cyclisme sur route élite	Test de course contre la montre de 30 minutes	32°C (60 % d'humidité dans l'air) contre 23°C	Performance moyenne abaissée de 6,5 %	Tattersson et al., 2000.

Sport de force	Endurance musculaire (jambes)	Sauna 65 à 75°C durant 30 minutes contre 22°C	Endurance musculaire : - 29,2 %	Hedley et al., 2002.
Déshydratation et chaleur	Marche	Déshydratation de 1,9 %	Temps avant épuisement : - 22 % VO ₂ max - 10 %	McArdle et al., 2000.
Sport de force	Détente (jambes)	Sauna 65 à 75°C durant 30 minutes contre 22°C	Puissance maximale : + 3,1 %	Hedley et al., 2002.
Test de Wingate	30 secondes	35°C/30°C contre 22°C	Puissance maximale : + 6 % Puissance moyenne : + 4 %	Lacerda et al., 2007.

Tableau 4 : Etudes des modifications des performances sportives dans des conditions de chaleur.

2.1.3. Exposition chronique à la chaleur

La chaleur et l'humidité provoquent un grand stress pour le corps. Lorsqu'on se soumet régulièrement et de façon raisonnable à ce stress, le corps s'adapte, ce qui améliore notre résistance à la chaleur. Ce processus est appelé « acclimatation à la chaleur » (voir chapitre 3.1). La tolérance à la chaleur dépend aussi du niveau d'entraînement, du sexe et de la part de graisse corporelle. Pour le sportif, l'acclimatation à la chaleur est le meilleur moyen d'améliorer ses performances sous la chaleur.

- L'acclimatation à la chaleur améliore les performances dans des conditions de chaleur.
- Sans entraînement dans des conditions de chaleur, l'acclimatation est impossible.
- L'acclimatation optimise le refroidissement du corps, le taux de liquide et de sel et l'exploitation des glucides à l'effort.
- Le système cardio-vasculaire nécessite trois à cinq jours d'acclimatation pour s'adapter.
- En revanche, dix à quatorze jours sont nécessaires pour adapter le taux de liquide.

2.1.3.1. Quelle est l'influence de l'acclimatation à la chaleur sur le corps humain ?

Le concept d'acclimatation à la chaleur comprend l'ensemble des adaptations physiologiques qui conduisent à une meilleure tolérance à la chaleur. Par rapport à une situation d'exposition aiguë à la chaleur, on observe diverses adaptations lors d'une acclimatation de plusieurs jours :

- La température interne du corps augmente moins vite (illustration 8).
- Le volume plasmatique du sang augmente en raison de modifications hormonales. Le volume sanguin est ainsi réparti plus régulièrement et la chaleur interne est mieux transportée vers la surface du corps.
- La production de sueur augmente et est répartie régulièrement sur tout le corps. Durant une phase d'acclimatation à la chaleur de dix jours, la quantité de sueur peut doubler. En outre, durant l'effort, la transpiration apparaît plus rapidement qu'en présence de températures internes plus basses. Cela contribue au refroidissement du corps et accélère ce refroidissement. Mais cela entraîne également une perte de liquide plus importante. Pour que l'acclimatation se déroule de façon optimale, il est important de maintenir un taux de liquide le plus équilibré possible (voir 3.5).

- Le corps perd moins de sel (surtout du sel de sodium) par la transpiration et les reins. La faible teneur en sel de la sueur d'un sportif acclimaté entraîne une meilleure répartition du liquide à la surface de la peau. Cela a un effet positif sur le refroidissement du corps, car il perd moins de gouttelettes de sueur. De plus, les pertes en sels importants, fondamentaux pour la transmission de l'influx nerveux, la contraction des muscles et le métabolisme, diminuent.
- Le rythme cardiaque à l'effort baisse notablement. Après une phase d'acclimatation de dix jours à 41°C (sec), le rythme cardiaque à l'arrêt de l'effort est de 11 battements inférieure à celui d'un sportif non acclimaté, dans les mêmes conditions. Durant 14 jours d'acclimatation active (30 minutes d'entraînement quotidien à 75 % VO_2max), des sportifs de 20 ans ont vu leur rythme cardiaque à l'effort baisser de 7,4 %. Pour un rythme cardiaque de 180 battements par minute, cela correspond à un déplacement de la courbe de 13 battements environ ! Ces modifications du rythme cardiaque doivent être prises en compte lors d'un entraînement fondé sur le contrôle du pouls.
- La consommation de glucides à l'effort sous la chaleur diminue au cours de l'acclimatation. Chez les sportifs acclimatés à la chaleur, il n'y a plus de différence entre des conditions de chaleur et des conditions normales, en termes de métabolisme glucidique. La diminution de la consommation de glucides à l'effort est due à une réduction de la production d'adrénaline.

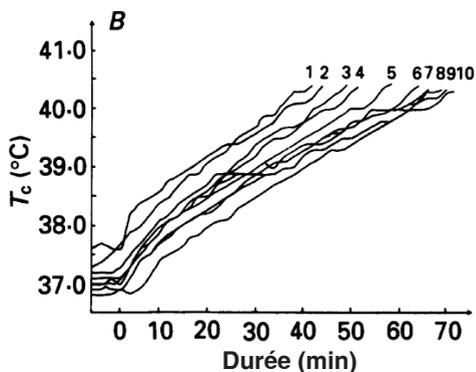


Illustration 8 : Evolution de la température interne durant un entraînement sportif (50 % VO_2max , rythme cardiaque entre 125 et 130) lors d'une exposition aiguë à la chaleur (courbe 1) et au cours d'une phase d'acclimatation de dix jours (courbes 2 à 10). D'après Nielsen et al., 1997.

2.1.3.2. Quelle est l'influence de l'acclimatation à la chaleur sur la capacité de performance ?

La perception subjective de l'effort et la capacité de performance (en endurance) s'améliorent après une acclimatation à la chaleur (illustration 9). En cas d'effort prolongé dans des conditions de chaleur, la capacité de performance dépend de la température interne au début de l'effort (la plus basse possible, voir « Réfrigération préalable », chapitre 3.9.1) et de la vitesse d'augmentation de la température interne.

Les entraînements dans des conditions de chaleur induisent d'autres adaptations du corps. Il s'avère qu'à la suite de camps d'entraînement dans des conditions de chaleur, les performances en environnement plus frais s'améliorent également pendant un certain temps.

Temps écoulé avant épuisement à 50 % VO₂max

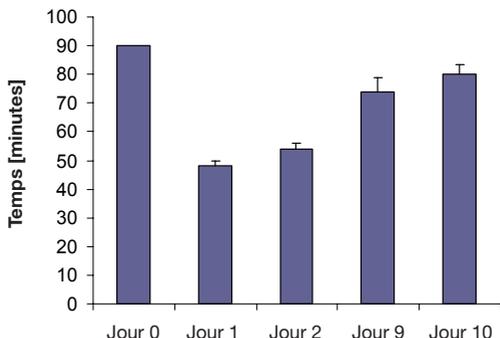


Illustration 9 : Modifications moyennes de la capacité d'endurance chez des sportifs entraînés en endurance (VO₂max entre 49 et 74 ml/min/kg). Jour 0 : effort à 20°C, jours 1 à 10 à 41°C. Inspiré de Nielsen et al., 1997.

2.1.3.3. A quelle vitesse se déroulent les processus d'acclimatation ?

Les processus d'acclimatation se déroulent à des vitesses différentes (illustration 10). Sont décrites les périodes d'adaptation suivantes :

- 3 à 6 jours : rythme cardiaque, volume plasmatique, perception subjective de l'effort
- 5 à 10 jours : température interne du corps, concentration en sel dans la sueur
- 14 jours : production de sueur

On peut donc en conclure qu'une acclimatation idéale doit durer 10 à 14 jours au minimum.

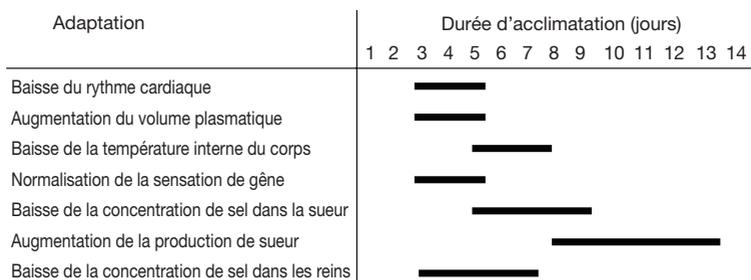


Illustration 10 : « Groupes de jours » : nombre de jours écoulés jusqu'à ce qu'une adaptation de 95 % soit atteinte dans le cadre d'une acclimatation. Inspiré de Armstrong, 2000.

Faute d'une exposition régulière à la chaleur, les adaptations liées à l'acclimatation subsistent durant deux à trois semaines, puis disparaissent généralement. Il convient d'en tenir compte dans la planification des entraînements et des compétitions.

2.1.3.4. Quels sont les facteurs d'une acclimatation à la chaleur réussie ?

Une acclimatation à la chaleur en vue de compétitions en environnement chaud est positive pour les performances, donc pertinente et recommandable. Pour une acclimatation efficace, un temps d'exposition quotidien (passif et actif) de deux à quatre heures au maximum suffit. Que l'acclimatation se déroule en environnement naturel ou artificiel (par ex. : chambre climatique) n'a pas d'importance. Pour une acclimatation optimale, il convient de s'entraîner dans des conditions de chaleur. La vitesse de l'acclimatation à la chaleur ne semble pas dépendre de l'intensité de l'effort. Du point de vue de la méthode d'entraînement, il est toutefois indiqué d'augmenter progressivement la durée de l'effort quotidien et son intensité au cours de la période d'acclimatation (voir chapitre 3.1.5). L'acclimatation doit se dérouler dans des conditions analogues à celles des compétitions futures. En vue de compétitions en environnement chaud et humide, il est dès lors recommandé de s'entraîner en environnement chaud et humide.

2.1.3.5. Quelle est l'influence de l'état d'entraînement sur la tolérance à la chaleur ?

L'entraînement d'endurance représente déjà en soi un stress de chaleur interne. C'est pourquoi les sportifs entraînés en endurance disposent de ressources adaptatives qualitativement semblables à celles qui résultent d'une acclimatation à la chaleur (volume sanguin, transpiration massive et métabolisme efficace). Par conséquent, chez les sportifs d'endurance, la température interne au repos et son taux d'augmentation à l'effort sont plus bas que chez les autres. En situation d'effort, la température interne maximum tolérée est plus élevée. Les sportifs bien entraînés en endurance s'acclimatent généralement plus vite à la chaleur. Néanmoins, une personne bien entraînée en endurance ne peut s'acclimater pleinement à la chaleur que moyennant une exposition active à ces conditions climatiques.

2.1.3.6. En matière d'acclimatation, l'âge est-il important ?

L'âge peut en effet avoir une certaine influence sur la thermorégulation et la tolérance à la chaleur. Ainsi, les enfants et les jeunes jusqu'à la fin de la puberté ont une thermorégulation réduite. Les enfants et jeunes adolescents ont donc besoin de plus de temps pour s'acclimater.

Pour les sportifs et sportives d'élite entre 16 et 40 ans, l'âge n'a pas d'influence sur l'acclimatation à la chaleur.

Par rapport aux jeunes adultes, les personnes plus âgées ne semblent guère, voire pas du tout, présenter une moins bonne tolérance à la chaleur en termes de thermorégulation. Il existe pourtant quelques différences physiologiques : le démarrage de la transpiration est retardé et la production de sueur plus faible avec l'âge. En outre, les personnes plus âgées semblent se remettre moins vite d'une déshydratation.

2.1.3.7. Le sexe a-t-il une influence sur l'acclimatation ?

Les femmes supportent souvent mieux la chaleur que les hommes et leurs performances en sont moins affectées. Les femmes d'un poids normal présentent un bon rapport surface/poids. Cela favorise l'évacuation de la chaleur dans l'environnement. D'autre part, les hommes transpirent plus tôt et plus à l'effort. De ce point de vue, les avantages et inconvénients de chaque sexe se compensent. C'est pourquoi, pour un même état de forme aérobie, il n'y a pratiquement pas de différence entre hommes et femmes d'un poids normal en termes de capacité d'acclimatation.

2.1.3.8. Le taux de graisse et le poids corporel ont-ils une influence sur l'acclimatation ?

Une grosse couche de graisse offre un effet isolant supplémentaire. La conduction de la chaleur est donc réduite. En outre, chez les personnes lourdes, le rapport entre la surface du corps et le poids est moins favorable, ce qui est un obstacle à une bonne tolérance à la chaleur. Les personnes lourdes ou les personnes dont le taux de graisse corporelle est élevé sont donc désavantagées sous la chaleur. Il en va de même pour les sportifs et sportives présentant une masse musculaire importante.

2.1.4. Bibliographie

- Armstrong E L. Performance in extreme environments, Human Kinetics, Leeds UK, 2000.
- Buresh R, Berg K, Noble J. Heat production and storage are positively correlated with measures of body size/composition and heart rate drift during vigorous running, *Res Q Exerc Sport* 76(3), 2005.
- C. Morris JG, Nevill ME, Boobis LH, Macdonald IA, Williams C. Muscle metabolism, temperature, and function during prolonged, intermittent, high-intensity running in air temperatures of 33 degrees and 17 degrees, *Int J Sports Med* 26(10), 2005.
- Casa DJ. Exercise in the Heat. I. Fundamentals of Thermal Physiology, Performance Implications, and Dehydration, *J Athl Train* 34(3), 1999.
- Casa DJ. Exercise in the Heat. II. Critical Concepts in Rehydration, Exertional Heat Illnesses, and Maximizing Athletic Performance, *J Athl Train*, 34(3), 1999.
- Febbraio MA, Snow RJ, Hargreaves M, Stathis CG, Martin IK, Carey MF. Muscle metabolism during exercise and heat stress in trained men : effect of acclimation, *J Appl Physiol* 76(2), 1994.
- Febbraio MA, Snow RJ, Stathis CG, Hargreaves M, Carey MF. Effect of heat stress on muscle energy metabolism during exercise, *J Appl Physiol* 77(6), 1994.
- Fink WJ, Costill DL, Van Handel PJ, Leg muscle metabolism during exercise in the heat and cold, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 34(3), 1975.
- Fortney SM, Vroman NB. Exercise, performance and temperature control : temperature regulation during exercise and implications for sports performance and training, *Sports Med* 2(1), 1985.
- Gonzalez-Alonso J, Calbet JA. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans, *Circulation* 107(6), 2003.
- Gonzalez-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat, *J Appl Physiol* 86(3), 1999.
- Hedley AM, Climstein M, Hansen R. The effects of acute heat exposure on muscular strength, muscular endurance, and muscular power in the euhydrated athlete, *J Strength Cond Res* 16(3), 2002.
- Horstman DH, Christensen E. Acclimatization to dry heat : active men vs. active women, *J Appl Physiol* 52(4), 1982.
- Houmard JA, Costill DL, Davis JA, Mitchell JB, Pascoe DD, Roberts RA. The influence of exercise intensity on heat acclimation in trained subjects. *Med Sci Sports Exerc* 22(5), 1990.
- Hue O, Antoine-Jonville S, Sara F. The effect of 8 days of training in tropical environment on performance in neutral climate in swimmers, *Int J Sports Med* 28(1), 2007.
- Jeukendrup AE. Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment, *Biochem Soc Trans* 31, 2003.
- Lacerda AC, Gripp F, Rodrigues LO, Silami-Garcia E, Coimbra CC, Prado LS. Acute heat exposure increases high-intensity performance during sprint cycle exercise. *Eur J Appl Physiol* 99(1), 2007.
- Marino FE, Mbambo Z, Kortekaas E, Wilson G, Lambert MI, Noakes TD, Dennis SC. Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments, *Pflugers Arch* 441(2-3), 2000.
- Maughan R, Shirreffs. Exercise in the heat : challenges and opportunities, *J Sports Sci* 22(10), 2004.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL, Exercise Physiology, 5th Edition, Lippincott Williams & Wilkins, Chapter 25, 2001.
- McLellan TM. Review : The importance of aerobic fitness in determining tolerance to uncompensable heat stress, *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128(4), 2001.
- Molloy JM, Smith JEW, Pascoe DD. Effect of a 14 day high intensity exercise protocol on heat acclimation responses, abstract ACSM Annual Conference, 2004.
- Nielsen B, Hales J R S, Strange S, Christensen N J, Warberg J, Saltin B. Human Circulatory and Thermoregulatory Adaptations with Heat Acclimation and Exercise in a Hot, Dry Environment, *J Physiol* 460, 1993.
- Nielsen B, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B. Acute and adaptive responses in humans to exercise in a warm, humid environment, *Pflugers Arch*, 434(1), 1997.

Pandolf KB. Review : Time course of heat acclimation and its decay. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2, 1998.

Sparks SA, Cable NT, Doran DA, Maclaren DP. Influence of environmental temperature on duathlon performance, *Ergonomics* 48(11-14) 2005.

Sunderland C, Nevill ME. High-intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat. *J Sports Sci* 23(5), 2005.

Tatterson AJ, Hahn AG, Martin DT, Febbraio MA. Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *J Sci Med Sport* 3(2), 2000.

The Gatorade Sport Science Institute Europe, *Sport Science Update* 2(1), 1999.

Yaspelkis BB 3rd, Scroop GC, Wilmore KM, Ivy JL, Carbohydrate metabolism during exercise in hot and thermoneutral environments, *Int J Sports Med* 14(1), 1993.

2.2. Réaction du corps à la pollution atmosphérique (smog)

Auteur : Beat Villiger, beat.villiger@paranet.ch

2.2.1. Polluants atmosphériques

A chaque inspiration, des gaz tels que les oxydes d'azote (NO_x), l'ozone (O₃) et le dioxyde de soufre (SO₂), ainsi que des milliers de particules fines, entrent dans nos voies respiratoires et nos poumons. Ils se déposent dans les bronches et les alvéoles pulmonaires, où ils peuvent avoir un effet néfaste. Plus les particules sont petites, plus elles pénètrent en profondeur dans les poumons, d'où elles sont réparties dans tout le corps, par l'intermédiaire du sang. En cas de forte pollution, on voit apparaître avant tout des gênes et maladies des voies respiratoires (asthme, toux sèche ou avec expectoration, bronchite et infections respiratoires), mais aussi des symptômes généraux (irritations des muqueuses, fatigue, épuisement, maux de tête et maladies cardio-vasculaires). Les sportifs et les sportives sont particulièrement exposés aux problèmes liés à la pollution atmosphérique, parce qu'en cas d'effort, ils respirent de grandes quantités d'air et, par conséquent, inhalent plus de substances nocives également. Ils sont donc davantage touchés par les symptômes susmentionnés et leurs performances en sont affectées.

2.2.2. Situation en Chine

Durant les Jeux Olympiques en Chine, il faut s'attendre à une pollution atmosphérique élevée sur tous les sites de compétition. Alors que les effets biologiques nocifs du smog estival dépendent généralement de la concentration en gaz irritants agressifs tels que l'ozone (O₃) et ses précurseurs que sont les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV), la situation en Chine (surtout à Pékin) est en outre aggravée par une concentration très élevée en particules fines et un taux de dioxyde de soufre considérable. Les expériences réalisées à l'occasion des compétitions préolympiques ont révélé que la plupart des sportifs et des coaches souffraient du smog. En raison de ses concentrations élevées, le smog n'affecte pas que les sportifs de plein air, mais également les sportifs d'intérieur : d'une part, parce que le taux de particules fines est également considérable à l'intérieur et, d'autre part, parce qu'une brève exposition à l'extérieur suffit à déclencher des symptômes typiques des gaz irritants (principalement des irritations des muqueuses et des difficultés respiratoires), ainsi que des effets secondaires (baisse des performances, fatigue, maux de tête).

- Durant les Jeux Olympiques en Chine, il faut s'attendre à de très fortes concentrations en polluants atmosphériques. La combinaison d'ozone (O₃), d'oxydes d'azote (NO_x), de dioxyde de soufre (SO₂) et de particules fines (PM 10) rend le smog très agressif. La plupart des sportifs et des coaches développeront probablement des effets secondaires et des symptômes.

2.2.2.1. Ozone (O₃)

L'ozone, un gaz incolore à l'odeur douceâtre, résulte, sous l'effet de la chaleur estivale, de la réaction photochimique entre le rayonnement UV du soleil et les gaz précurseurs que sont les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Ces derniers sont produits principalement par les gaz d'échappement. C'est pourquoi le trafic routier dense des grandes villes chinoises et le fort rayonnement UV estival provoquent une augmentation de la concentration en ozone.

La valeur maximale autorisée en Suisse est de 120 µg/m³. Le pic d'ozone se situe dans les premières heures de l'après-midi. Globalement, les concentrations à l'intérieur sont de cinq à dix fois inférieures. Les concentrations locales à l'extérieur sont très variables à Pékin (d'après les mesures directes effectuées sur place) et semblent dépendre fortement du vent, du trafic et de l'ensoleillement. Durant les Jeux Olympiques, grâce à une collaboration avec d'autres

nations, nous serons en mesure d'informer nos sportifs et leurs coaches de la situation locale à Pékin, en temps réel.

Selon la concentration et la durée d'exposition, l'ozone affecte principalement les muqueuses des voies respiratoires. Les symptômes les plus courants (par fréquence décroissante) sont la toux, les démangeaisons de la gorge, les détresses respiratoires et les sensations d'oppression, le nez bouché et les maux de tête. La sensibilité à l'ozone comporte une part génétique. La partie « sensible à l'ozone » de la population (20 % environ) réagit déjà à une concentration de 120 µg/m³ en présentant ces symptômes. Les groupes les plus sensibles sont les jeunes et les personnes âgées (plus de 40 ans), ainsi que les asthmatiques. Ces derniers doivent donc augmenter leur dose de médicaments en fonction de l'augmentation de la concentration d'ozone.

- Sous la chaleur estivale, l'ozone résulte d'une réaction entre le rayonnement UV du soleil et des gaz précurseurs que sont les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. L'ozone touche avant tout les muqueuses et entraîne des affections respiratoires, ainsi que des démangeaisons aux yeux et au nez. Il existe une sensibilité individuelle à l'ozone. Les asthmatiques réagissent déjà à une légère augmentation de la concentration en ozone et doivent augmenter leur dose de médicaments.

En cas d'effort physique, la capacité de performance du corps est aussi affectée par plusieurs réactions biologiques. Outre l'effet direct sur le système nerveux, des symptômes annonciateurs d'inflammation des voies respiratoires apparaissent, limitant la fonction pulmonaire. Ces symptômes dépendent de la concentration en ozone, de la durée de l'exposition et de l'intensité de l'effort. Des réactions asthmatiques, des réductions de la capacité respiratoire, un schéma respiratoire modifié (profondeur et fréquence), ainsi qu'un abaissement de la ventilation maximale sont autant de facteurs qui entravent la capacité de performance. Une étude réalisée par l'EPFZ a révélé qu'une concentration de 180 µg/m³ d'ozone entraînait déjà une baisse des performances en endurance. Le seuil semble toutefois très fluctuant, pour les symptômes comme pour la fonction pulmonaire.

L'ozone gazeux, agressif, endommage les muqueuses par oxydation et déclenche une réaction inflammatoire du tissu. A ces affectations de la fonction pulmonaire et des performances, il convient d'ajouter une baisse locale de l'immunité, qui va multiplier le risque d'infection des voies respiratoires (voir chapitre 3.4).

- Chez les personnes sensibles et les asthmatiques, une concentration de 180 µg/m³ d'ozone suffit à provoquer une baisse de la fonction pulmonaire et des performances. Pour des concentrations d'ozone supérieures (plus de 200 µg/m³), le défaut d'immunité des muqueuses favorise l'apparition d'infections respiratoires.

2.2.2.2. Oxydes d'azote (NO_x)

Sous l'appellation oxydes d'azote (NO_x), on regroupe les gaz irritants que sont le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde d'azote (NO).

Les oxydes d'azote sont issus de la combustion de combustibles et de carburants. La source principale en est le trafic routier. Les principaux précurseurs responsables de la formation d'ozone (O₃) sont les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV) (voir chapitre 2.2.2.1). En outre, les NO_x gazeux et l'ammoniac forment ensemble du nitrate d'ammonium, qui contribue largement à la pollution sous la forme de particules fines (voir chapitre 2.2.2.4). Les oxydes d'azote irritent les muqueuses et les voies respiratoires, provoquant asthme et bronchite. A concentration identique, leur effet est toutefois moindre que celui de l'ozone, mais l'effet nocif des deux gaz combinés ne s'additionne pas, il se multiplie.

Contrairement à l'ozone, néanmoins, aucun effet négatif direct sur les performances ni sur le taux d'infections n'a pu être identifié.

2.2.2.3. Dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre (SO₂) est un gaz incolore, à odeur piquante lorsqu'il est fortement concentré, issu de la combustion de combustibles et de carburants contenant du soufre. Les sources principales en sont les chaudières industrielles et domestiques, ainsi que la combustion de carburants soufrés. La valeur maximale autorisée en Suisse est de 100 µg/m³. Chez nous, le SO₂ est surtout élevé en hiver, alors qu'en Chine, le grand nombre de centrales électriques et d'installations industrielles qui brûlent du charbon à base de soufre, ainsi que l'utilisation de carburants soufrés, augmentent également en été la concentration en SO₂. Le SO₂ entraîne une irritation des voies respiratoires et des réactions de type bronchite. Chez les personnes asthmatiques, il peut déclencher des crises d'asthme nécessitant une augmentation de la dose médicamenteuse. En forte concentration, le SO₂ affecte aussi la consommation d'oxygène.

- Les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO₂) entraînent des affections des muqueuses semblables à celles que provoque l'ozone. Les NO_x provoquent surtout des réactions asthmatiques et le SO₂ des bronchites.

2.2.2.4. Particules fines (PM 10)

Les particules fines sont un mélange de particules solides et liquides. Elles diffèrent par leur taille, leur forme, leur couleur, leur origine et leur production, ainsi que par leur composition chimique et leurs propriétés physiques. Les particules d'un diamètre inférieur à 10 µm (micromètre = 1 millième de millimètre) sont appelées PM 10, celles d'un diamètre inférieur à 2,5 µm PM 2,5.

On distingue principalement deux types de particules, celles d'origine naturelle et celles liées à l'activité humaine. Les premières sont émises directement dans l'atmosphère (rouille, sable, poussière, particules d'érosion), les secondes sont issues de processus chimiques, à partir d'autres substances (nitrate d'ammonium, dioxyde de soufre, NO_x). Les principales sources à Pékin sont l'industrie, le transport motorisé, le sable (désert au sud de Pékin), ainsi que l'agriculture et la sylviculture à la périphérie de la ville. Les pics et valeurs moyennes en été sont constamment plus élevés que la valeur journalière moyenne maximale autorisée en Suisse, à savoir 50 µg/m³. A l'intérieur, la concentration est à peine moins élevée, contrairement aux gaz irritants.

En raison de leur petite taille, les particules fines peuvent atteindre les plus petites bronchioles et les alvéoles pulmonaires, où elles entraînent des inflammations. Elles peuvent également passer dans le sang, où elles sont diffusées dans tout le corps. Les effets secondaires qu'elles provoquent dans les différents organes ne sont pas encore connus avec précision. Toutefois, une exposition prolongée semble augmenter le risque de maladies cardio-vasculaires. Au niveau des muqueuses et dans les poumons, les particules fines entraînent des réactions inflammatoires semblables à celles de l'ozone et des oxydes d'azote. En outre, les particules fines semblent favoriser les infections de la trachée et augmenter le risque de cancer. On ne dispose encore d'aucune donnée scientifique sur leur effet sur les performances physiques des sportifs.

- A l'instar de l'ozone et des oxydes d'azote, les concentrations de particules fines (PM 10) à Pékin pourraient entraîner des inflammations des muqueuses et des poumons, voire des problèmes cardio-vasculaires si elles sont élevées.

2.2.3. Bibliographie

<http://www.bafu.admin.ch/luft/00585/index.html?lang=fr>

<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/index.html?lang=fr>

<http://www.lung.ch/fr/themenschwerpunkte/luftverschmutzung.html>

Bayer-Oglesby L et al. Living near main street and respiratory symptoms in adults. *Am J Epidem* 164 : 1190-1198, 2006.

Brunekreef B, Holgate ST. Air Pollution and Health. *The Lancet*, 360, 1233-1244, 2002.

Braun-Fahrlander CH. Luftqualität, Lungenerkrankungen und öffentliche Gesundheit. *Praxis* 92 : 1403-1406, 2003.

Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004 : The Pollution Climate and Athletic Performance. *Journal of Sports Science* 22, 967-980, 2004.

Mudway IS, Kelly FJ. Ozon and the Lung : a sensitive Issue. *Molecular Aspects of Medicine* 21 : 1-48, 2000.

Rothen-Rutishauser BM et al. Interaction of fine particles and nanoparticles with red blood cells, *Sci, Technol.* 40 : 4353-4359, 2006.

Yang Z. Smog may choke Games. *The Wall Street Journal Europe*, 15.02.2007.

2.3. Réaction du corps par rapport à l'heure et au décalage horaire

Auteur : Kerstin Warnke, kerstin.warnke@kws.ch

2.3.1. Heure

Chaque sportif est soumis aux variations de ses performances en fonction du moment de la journée. Ces variations s'accroissent lorsqu'il voyage et traverse différents fuseaux horaires. La science qui s'intéresse à l'effet du facteur temps sur les personnes s'appelle la chronobiologie.

Facteurs chronobiologiques :

- capacité de performance maximale entre 12h et 21h ;
- pic de performance maximal de nombreuses capacités trois heures avant le début de la phase de sommeil (« wake maintenance zone ») ;
- capacité de performance minimale entre 3h et 6h ;
- meilleure heure pour le coaching et la stratégie +/- 15h ;
- les douleurs consécutives à des blessures graves sont moindres dans les premières heures de la matinée ;
- les douleurs diffuses sont moindres en fin de matinée ;
- la sensibilité à la douleur est la plus aiguë entre 3h et 6h30.

2.3.2. Décalage horaire

Par rapport à notre heure d'été, il y a une différence de six fuseaux horaires entre Pékin, Qingdao, Hong Kong et la Suisse (voir illustration 11). Etant donné que la Chine se trouve à l'est de la Suisse, nous devons avancer notre horloge biologique et notre montre de six heures. Ce changement d'heure nécessite une adaptation.

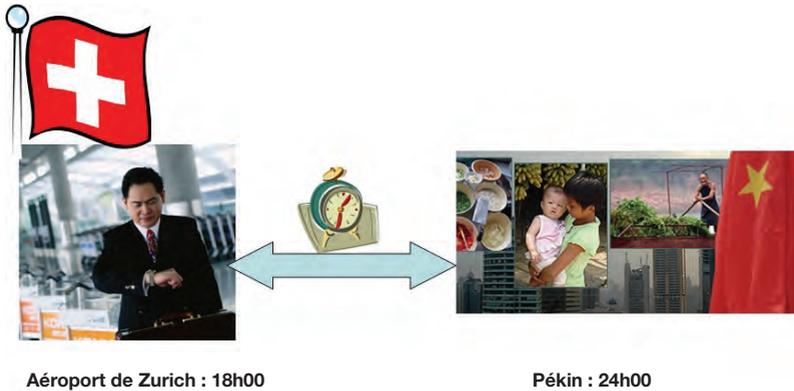


Illustration 11 : Décalage horaire Zurich-Pékin.

Les symptômes qui affectent notre corps lorsque nous changeons d'heure sont appelés « symptômes du décalage horaire » (voir illustration 12). Lorsque l'on voyage vers l'est – c'est à dire lorsque l'on avance sa montre – les symptômes du décalage horaire sont plus marqués que lorsque l'on voyage vers l'ouest (lorsque l'on recule sa montre). Plus on traverse de fuseaux horaires, plus les symptômes sont intenses et durables. Pour une adaptation rapide et optimale, il faut compter une journée de temps d'adaptation par fuseau horaire. En moyenne, cela représente 7 à 14 jours.

Les symptômes typiques du décalage horaire sont les suivants :

- fatigue pendant la journée, incapacité de s'endormir la nuit ;
- diminution des performances, motivation et attention réduites ;
- irritabilité, maux de tête, désorientation ;
- manque d'appétit, problèmes gastro-intestinaux, constipation, nausées ;
- chez les femmes, cycles menstruels irréguliers.



Illustration 12 : Décalage horaire.

Cette adaptation est largement réglée par le repère-temps externe, la lumière, et par le repère-temps interne, la mélatonine. La mélatonine est une hormone régulée dans notre corps sous l'effet de la lumière et qui règle le rythme d'éveil et de sommeil. Si on recourt à un apport externe de mélatonine pour accélérer l'adaptation au changement d'heure, la diffusion de lumière doit être adaptée en conséquence, afin que notre corps comprenne correctement les signaux.

2.3.3. Physiologie de l'effet de la lumière, de la mélatonine et du décalage horaire

La libération de mélatonine dans le corps commence avec l'apparition de l'obscurité, atteint son apogée vers minuit, et diminue à nouveau plus on approche du matin au fur et à mesure que la clarté augmente. La hausse de mélatonine provoque une diminution de la température corporelle, les vaisseaux périphériques se dilatent, ce qui entraîne un réchauffement des mains et des pieds, et favorise le sommeil (voir illustration 13).

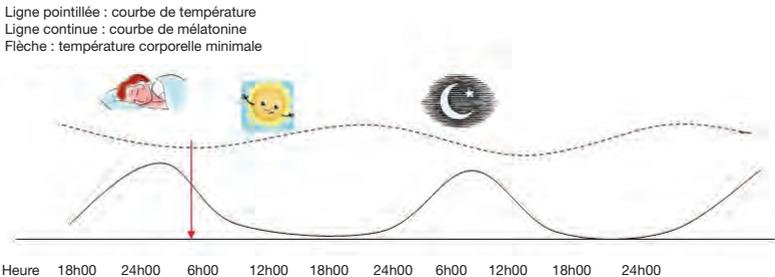


Illustration 13 : Interaction mélatonine / clarté – obscurité / température au cours de la journée pendant l'été.

Pour gérer l'adaptation, il importe de connaître l'heure à laquelle la température corporelle atteint son minimum, car le fait que la diffusion de lumière et l'apport de mélatonine supplémentaire interviennent avant ou après cette température minimum influence nettement notre horloge biologique. Si j'ingère des comprimés de mélatonine le soir, et donc avant que la température corporelle n'atteigne son minimum, j'avance mon horloge biologique, ce qui revient à avancer l'heure. Par contre, si je prends de la mélatonine le matin, soit après que la température corporelle a atteint son minimum, je recule mon horloge biologique, ce qui revient à reculer l'heure (voir illustration 14).

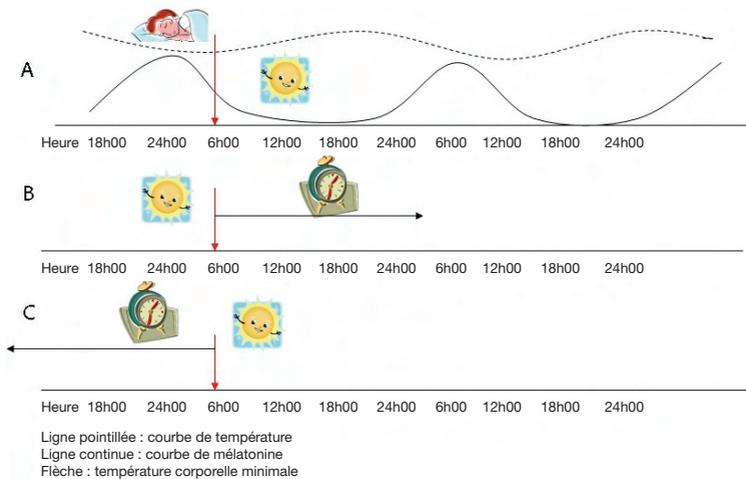


Illustration 14 : Influence de la lumière (soleil / source de lumière artificielle) sur l'horloge biologique (A = situation normale en Suisse ; B = diffusion de lumière avant que la température corporelle n'atteigne son minimum ; C = diffusion de lumière après que la température corporelle a atteint son minimum).

La situation est inversée en cas d'apport externe de mélatonine. Si je prends des comprimés de mélatonine le soir, et donc avant que la température corporelle n'atteigne son minimum, j'avance mon horloge biologique. Par contre, si je prends de la mélatonine le matin (après le minimum de température corporelle), je recule mon horloge biologique (voir illustration 14). Par conséquent, si je prends de la mélatonine dans l'intention de modifier le réglage de mon horloge biologique, je dois coordonner cette prise avec l'action de la lumière. Si cette coordination fait défaut, on modifie l'horloge dans des directions différentes. La perturbation liée au changement d'heure s'en trouve donc renforcée ou lieu d'être diminuée.

- Le décalage horaire réduit la capacité de performance physique et psychique, renforce les variations de la capacité de performance au fil de la journée et influence négativement le système neurovégétatif (appétit, digestion, orientation, sommeil, récupération, humeur). Une adaptation est par conséquent nécessaire.
- Si le voyage se fait au départ de la Suisse, il faut avancer sa montre de six heures.
- Les principaux repères-temps naturels de l'horloge biologique sont la lumière et la mélatonine.

2.3.4. Bibliographie

Armstrong LE. Performing in extreme environments, Human kinetics, 2000, 250-270.

Cajochen C. Schlafstörungen bei Schichtarbeit & Jet Lag und die Rolle der inneren Uhr. Mini-Review. Praxis, 2005,94, 1479-1483.

Lagarde D, Chappuis B, Billaud BC, Ramont L, Chauffard F, French J. Evaluation of pharmacological performance after a transmeridian flight, Medicine and Science, 2001.

Leger D, Metlaine A, Choudat D. Insomnia and Sleep Disruption : Relevance for Athletic Performance. Clin Sports Med, 24, 2005, 269-285.

Lemma B, Kern R-I, Nold G, Lohrer H. Jet Lag in Athletes after Eastward and Westward Time-Zone Transition, Chronobiology International, 2002, 19, 743-764.

Monk TH. The Post-Lunch Dip in Performance. @ doi:10.1016/j.csm.2004.12.002.

- Reilly Th, Akerstedt G, Edwards B, Waterhouse J. Coping with jet-lag : a position statement for the European College of Sport Science.
- Reilly Th, Edwards B, Waterhouse J. Jet Lag and Air Travel : Implications for Performance, *Clin Sports Med*, 24, 2005, 367-380.
- Van Dongen HPA, Dinges DF. Sleep, Circadian Rhythms, and Psychomotor Vigilance. *Clin Sports Med*, 24, 2005, 237-249.
- Waterhouse J, Reilly T, Edwards B. The stress of travel. *Journal of Sports Science*, 22, 2004, 946-966.
- Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G, Edwards B. Jet lag : Trends and coping strategies, *Lancet*, 369, 2007.
- Wilber R. : Jet Lag : Preparation for Beijing 2008, Comité National Olympique américain, 2006.
- Wilber RL : Preparation for Beijing 2008 : Environmental Issues, Comité National Olympique américain, 2006.
- Winget Ch, DeRoshia Ch, Holley D. Circadian rhythms and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 1985, 498-516.
- Youngstedt SD. Effects of Exercise on Sleep. *Clin Sports Med*, 24, 2005, 355-365.

3. Conséquences pratiques

3.1. Acclimatation à la chaleur et à l'humidité à Pékin

Auteur : Jon Wehrlin, jon.wehrlin@baspo.admin.ch

Au moment des Jeux Olympiques à Pékin, il faut s'attendre à des températures avoisinant les 30°C. Elles ne sont pas tellement élevées en soi, mais combinées à un très fort taux d'humidité de l'air (voir chapitre 1.1), elles représentent un sérieux défi. Différentes équipes qui ont déjà séjourné à Pékin au mois d'août 2006 ont rapporté que ces conditions ambiantes posaient d'énormes difficultés aux sportifs, et que cet aspect avait été sous-estimé. A Pékin, le climat influence négativement la capacité de performance. Le fait que notre corps s'habitue à ces conditions ambiantes est appelé **acclimatation**. Dans le processus d'acclimatation, le corps s'adapte petit à petit à cet environnement chaud et humide. Cette acclimatation peut contribuer à minimiser la baisse de performance.

- L'acclimatation à la chaleur et à l'humidité à Pékin peut minimiser de façon décisive la baisse de performance à l'entraînement et en compétition.

3.1.1. Qui doit s'acclimater à la chaleur et à l'humidité, et combien de temps ?

Pour estimer le temps nécessaire à l'acclimatation à la chaleur et à l'humidité, il convient de faire une distinction entre les spécialités sportives d'intérieur et de plein air, et de prendre en compte la durée des compétitions, l'intensité des compétitions et le potentiel de déshydratation dû à la réduction à court terme du poids corporel.

Types de spécialités sportives	Durée d'acclimatation recommandée
1A : en plein air + efforts de longue durée et très intenses marathon, 10 000 mètres, cyclisme sur route, VTT, triathlon, beach-volleyball, football, hockey sur gazon, tennis, pentathlon moderne	14 à 21 jours (longue)
1B : en plein air + efforts de plus courte durée et très intenses ou efforts de longue durée d'une intensité moyenne athlétisme, aviron, canoë slalom, canoë régata, voile, équitation, tir, tir à l'arc	14 jours (moyenne)
2A : à l'intérieur + potentiel de déshydratation dû à la réduction à court terme du poids corporel gymnastique, gymnastique sportive rythmique, taekwondo, judo, lutte	14 jours (moyenne)
2B : à l'intérieur natation, natation synchronisée	10 à 14 jours (moyenne)

Tableau 5 : Durée d'acclimatation recommandée pour diverses spécialités sportives.

Nous recommandons à tous les sportifs (et également aux fonctionnaires) de s'acclimater à la chaleur et à l'humidité pendant au moins 10 à 14 jours. Cela vaut également pour les spécialités sportives dont les compétitions ont lieu à l'intérieur. Les salles sont certes climatisées, mais l'humidité de l'air peut malgré tout être élevée. Par ailleurs, à l'extérieur des installations, les sportifs sont soumis à la chaleur et à l'humidité.

- A Pékin, la durée de l'acclimatation à la chaleur et à l'humidité varie entre 10 et 21 jours en fonction de la spécialité sportive !

3.1.2. Quelles sont les possibilités dont je dispose pour m'acclimater à la chaleur et à l'humidité ?

Nous avons la possibilité de nous acclimater à la chaleur et à l'humidité dans un environnement naturel ou artificiel.

- **Méthodes d'acclimatation artificielles** : les méthodes artificielles telles que le sauna, la chambre climatique et le port de vêtements supplémentaires ne peuvent remplacer une acclimatation en milieu naturel. Les méthodes artificielles permettent toutefois de réduire la durée d'acclimatation sur place (Pékin) et par conséquent d'allonger la durée de l'entraînement à la maison. Ainsi par exemple, pendant un entraînement en altitude en Suisse avant les Jeux Olympiques, on peut obtenir les premiers effets d'acclimatation à la chaleur et à l'humidité en portant des vêtements supplémentaires à l'entraînement ou en s'entraînant dans une chambre climatique. Les Américains font état d'expériences positives avec le port de vêtements supplémentaires pendant l'entraînement en altitude dans le cadre de la préparation en vue des Jeux Olympiques d'Athènes en 2004.
- **Méthodes d'acclimatation naturelles** : la meilleure méthode consiste à s'acclimater dans un environnement naturel présentant les mêmes conditions ambiantes que le site de compétition. Outre l'adaptation physique, il ne faut pas sous-estimer l'adaptation psychique (voir chapitre 3.6) qui, idéalement, s'effectue sur le site de compétition.

- L'acclimatation peut se faire dans des conditions artificielles et/ou naturelles. Les deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients et peuvent être combinées.

3.1.3. Où puis-je m'acclimater aux conditions ambiantes de Pékin ?

Outre un environnement chaud et humide, Pékin présente une très mauvaise qualité de l'air (forte concentration en particules fines, ozone, dioxyde de soufre et oxydes d'azote ; voir chapitre 2.2.1). Le corps ne peut s'acclimater à cette mauvaise qualité de l'air, à l'exception de l'ozone. Au contraire, les particules fines peuvent se déposer dans les poumons et dans les tissus, et exercent assurément un effet négatif sur la capacité de performance. Pour les spécialités sportives avec une durée d'acclimatation plus longue, nous recommandons donc de ne pas effectuer la majeure partie de l'acclimatation à Pékin, mais dans des endroits présentant les mêmes conditions climatiques, avec si possible une pollution atmosphérique moindre. Idéalement, il s'agit d'endroits situés en Asie (même fuseau horaire) rapidement accessibles en avion depuis Pékin. En Asie, les endroits envisageables (voir chapitre 3.11) sont Tokyo, Hong Kong, Kuala Lumpur, Singapour ou la Corée du Sud. Le Comité National Olympique américain recommande à ses sportifs d'effectuer leur acclimatation en Corée du Sud. Dans ce pays, il semble que **Daegu** soit un endroit idéal, doté d'une bonne infrastructure (Championnats du monde d'athlétisme 2011).

- Pour une longue période d'acclimatation, Pékin n'est pas l'endroit idéal, car la qualité de l'air est mauvaise et les polluants peuvent s'accumuler dans le corps. A l'exception de l'ozone, le corps ne peut s'acclimater à cette mauvaise qualité de l'air. Idéalement, la majeure partie de l'acclimatation devrait par conséquent s'effectuer dans un autre endroit en Asie présentant des conditions climatiques similaires, et l'arrivée à Pékin devrait se faire seulement quelques jours avant la compétition.

3.1.4. Dois-je m'acclimater passivement ou activement à la chaleur et à l'humidité ?

La méthode d'acclimatation la plus efficace consiste à s'entraîner dans des conditions chaudes et humides. L'acclimatation à la chaleur sans entraînement est beaucoup moins efficace. Lors d'une acclimatation efficace, la température interne du corps augmente fortement. Cela déclenche une réaction de sudation importante. Aussi, 60 à 100 minutes d'entraînement quotidien dans des conditions de chaleur devraient déjà suffire. Le Comité National Olympique britannique subdivise cet entraînement en fonction du degré d'intensité :

Intensité de l'effort	Durée (par jour)
Intensité faible (submaximale)	100 minutes
Intensité moyenne (zone seuil)	40 à 60 minutes ou 2 à 3 fois 20 minutes
Intensité élevée, entraînement par intervalles	20 fois 1 minute avec 1 minute de pause de récupération chaque fois
Sprints	12 fois 20 à 30 secondes avec 4 à 5 minutes de pause de récupération

Tableau 6 : Durée d'entraînement recommandée par jour pendant la période d'acclimatation à la chaleur et à l'humidité, subdivisée en différentes intensités d'effort à l'entraînement.

- Pour une acclimatation efficace à la chaleur et à l'humidité, il faut s'entraîner pendant 60 à 100 minutes par jour dans des conditions de chaleur.

3.1.5. Quels principes dois-je observer pour l'entraînement pendant la période d'acclimatation ?

En raison de la capacité de performance réduite dans des conditions de chaleur, il est absolument indiqué de réduire l'intensité et la durée de l'entraînement pendant les trois à quatre premiers jours du processus d'acclimatation. Ensuite, on les augmente progressivement. L'heure des unités d'entraînement très intensive va être lentement déplacée des premières heures matinales fraîches vers les heures de midi plus chaudes, ou vers l'heure à laquelle la compétition aura lieu. Le « programme d'acclimatation » ci-après démontre comment un programme d'entraînement peut être aménagé pendant une période d'acclimatation de 14 jours, pour une spécialité sportive avec une durée d'acclimatation « moyenne » et une compétition qui se déroule en fin de matinée.

Jour	Matin		Midi		Après-midi	
1 à 3		LI				LI
4 à 6	HI				LI	
7 à 9		HI				LI
10 à 12			HI			LI
13 à 14, 15, etc.			LI			

Tableau 7 : Programme d'acclimatation (HI = high intensity = entraînement de forte intensité, LI = low intensity = entraînement de faible intensité).

- Dans les premiers jours de la période d'acclimatation, l'entraînement doit uniquement être de faible intensité. La durée et l'intensité de l'entraînement vont être progressivement augmentées. L'heure des unités d'entraînement très intensives va être lentement déplacée des premières heures matinales fraîches vers les heures de midi plus chaudes ou vers l'heure à laquelle la compétition aura lieu.

3.1.6. Exemple d'une préparation d'acclimatation pour Pékin

L'illustration 15 donne l'exemple d'une préparation d'acclimatation pour une spécialité sportive d'extérieur avec une longue période d'effort de forte intensité (1A). La majeure partie de l'acclimatation (jour 1 à 14) se déroule par exemple à Daegu (Corée du Sud) car cette ville présente des conditions climatiques identiques à Pékin, mais la qualité de l'air y est nettement meilleure.

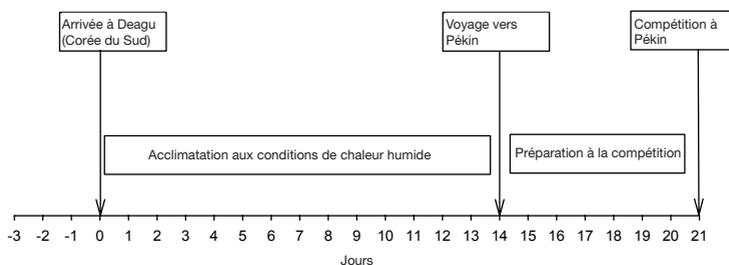


Illustration 15 : Exemple d'une préparation d'acclimatation de 21 jours pour Pékin.

3.1.7. Comment dois-je m'échauffer dans des conditions chaudes et humides ?

Pour les spécialités sportives d'extérieur caractérisées par une longue période d'effort et une forte intensité (1A), l'augmentation de la température interne du corps pendant la compétition limite les performances. A partir d'une température interne de 39 à 40°C, le corps travaille de façon non économique car il consomme beaucoup d'énergie pour se débarrasser de la chaleur corporelle. Si la température corporelle atteint un seuil critique (à partir d'environ 40°C), la performance physique s'amenuise nettement ou doit même être interrompue dans des cas extrêmes (voir chapitre 2.1). Lors d'un long échauffement (normal) dans des conditions chaudes et humides, la température interne augmente encore. Nous démarrons déjà avec une température interne plus élevée, notre capacité à absorber de la chaleur s'en trouve réduite. Il convient par conséquent de respecter les principes suivants :

- Idéalement, pour les spécialités sportives 1A et 1B, l'échauffement de la musculature doit être combiné avec des mesures de refroidissement des parties du corps qui ne sont pas sollicitées (veste réfrigérante). La musculature est ainsi échauffée, et dans le même temps, la veste réfrigérante limite la hausse de la température interne. C'est particulièrement important avant la compétition (voir chapitre 3.9.1).
 - L'échauffement est effectué dans des locaux frais ou à l'ombre.
 - L'échauffement du corps est réduit (à un niveau acceptable).
- Idéalement, pour les spécialités sportives 1A et 1B, l'échauffement est combiné au port d'une veste réfrigérante.

3.1.8. Pendant la période d'acclimatation à la chaleur et à l'humidité, est-ce que je profite de mes expériences antérieures ?

Grâce aux périodes antérieures d'acclimatation à la chaleur et à l'humidité, le sportif peut accumuler ce que l'on appelle une « **heat experience** ». Il s'agit avant tout de mettre au point des stratégies individuelles, sur la façon de gérer au mieux la chaleur, et d'accumuler des expériences importantes. Nous vous recommandons dès lors si possible de tester entièrement ces procédures d'acclimatation avant les Jeux Olympiques à Pékin. Cela ne concerne pas uniquement les sportifs, mais si possible tous les membres de la délégation.

3.2. Préparation à la compétition

Auteur : Jon Wehrlin, jon.wehrlin@baspo.admin.ch

3.2.1. Qui doit procéder à une réfrigération préalable à la compétition ?

Lorsque l'on produit un effort sportif de longue durée dans des conditions chaudes et humides, la température interne augmente plus rapidement que dans des conditions normales. Comme nous l'avons déjà indiqué, à partir d'une température interne de 39 à 40°C, le corps travaille de façon non économique car il consomme beaucoup d'énergie pour se débarrasser de la chaleur corporelle. La température interne critique est d'environ 40°C. Le corps essaie intuitivement d'appliquer une stratégie pour que cette température interne critique ne soit pas dépassée. Il mesure le taux d'augmentation de la chaleur et règle l'intensité de l'effort de façon à ne pas dépasser la température interne critique.

Plusieurs études réalisées avec des sportives et des sportifs de haut niveau démontrent que grâce à une réfrigération du corps avant la compétition, la température interne est inférieure au début de la compétition. De ce fait, la capacité de stockage de la chaleur du corps est augmentée, le sportif est moins vite en « surchauffe » pendant la compétition et les baisses de performance provoquées par la chaleur apparaissent plus tard dans la compétition. De telles mesures de réfrigération sont principalement conseillées pour les spécialités sportives classées 1A (à l'extérieur + efforts de longue durée très intenses), mais aussi pour certaines spécialités sportives 1B (à l'extérieur + efforts de longue durée d'intensité moyenne). Dans les spécialités sportives caractérisées par des périodes d'effort plus courtes (moins de 20 minutes), les sportifs n'atteignent vraisemblablement pas la température corporelle critique. Différentes études sur des sportifs révèlent néanmoins des résultats contradictoires à cet égard.

Etant donné que des muscles froids sont moins performants, nous déconseillons aux spécialités sportives impliquant des composantes de force-vitesse, ou celles dans lesquelles les aspects liés à la technique et à la coordination sont très importants, d'appliquer des mesures de refroidissement corporelle. Toutefois, les sportifs dont les périodes d'efforts sont inférieures à 20 minutes ne doivent pas s'exposer inutilement à la chaleur lors de la préparation précédant la compétition.

- Dans les spécialités sportives impliquant une compétition de longue durée à l'extérieur avec une intensité d'effort élevée ou moyenne (1A et 1B), on peut augmenter la capacité de stockage de la chaleur du corps en faisant baisser la température corporelle par réfrigération. La capacité de performance durant la compétition s'en trouve augmentée. Dans les spécialités sportives impliquant des périodes d'efforts plus courtes, le risque est d'amoindrir la performance en refroidissant le corps au préalable.

3.2.2. Comme dois-je me réfrigérer avant la compétition ?

La réfrigération doit permettre une diminution de la température interne. Il importe par conséquent que le refroidissement n'abaisse pas uniquement la température cutanée, mais également la température interne. Le meilleur moyen pour ce faire est de refroidir les parties du corps les moins sollicitées dans la spécialité sportive. Pour le refroidissement, nous recommandons l'utilisation d'une veste réfrigérante.

En ce qui concerne les autres méthodes de refroidissement (voir chapitre 3.9.1), il faut veiller à ce que le corps ne soit pas refroidi pendant un bref laps de temps à des températures très basses. Le corps doit plutôt être refroidi doucement, avec une différence de température plutôt faible entre le corps et le système de refroidissement. L'objectif est d'abaisser la température interne du corps d'environ 1°C.

La méthode choisie doit être préalablement testée et la température interne doit être contrôlée. La musculature sollicitée (par ex. : les muscles des jambes chez le coureur) ne doit

pas être refroidie. Cela peut se faire en refroidissant le haut du corps avec une veste réfrigérante.

Dans une étude australienne (Arngrimsson, 2004), le port d'une veste réfrigérante pendant l'échauffement (40 minutes) a permis d'améliorer la performance sur 5000 mètres (32°C, 50 % d'humidité dans l'air) de 13 secondes (pour une course de 17 minutes).

- Lors du refroidissement, il faut abaisser la température interne et pas uniquement refroidir la peau. La meilleure façon d'obtenir ce résultat est de refroidir les parties du corps les moins sollicitées (par ex. : le tronc). Nous recommandons donc l'utilisation des vestes réfrigérantes. Le refroidissement doit impérativement être testé au préalable et dans des conditions contrôlées.

3.2.3. Bibliographie

- Aoyagi A, McLellan TM, and Shepard RJ. Interactions of physical training and heat acclimatisation. *Sports Med* 23 : 173-210, 1997.
- Arngrimsson SA, Pettitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, and Cureton KJ. Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. *J Appl Physiol* 96 : 1867-1874, 2004.
- Bolster DR, Trappe S, and Sheffield-More MA. Effects of pre-cooling on thermoregulation during subsequent exercise. *Med Sci Sports Exerc* 31 : 251-257, 1999.
- Booth J, Marino F, and Ward JJ. Improved running performance in hot humid conditions following whole body pre cooling. *Med Sci Sports Exerc* 29 : 943-949, 1997.
- Budget R, Harries M, Aldridge J, Jaques R, and Jennings D. Lessons learnt at the 1996 Atlanta Olympic Games. *Br J Sports Med* 31 : 76-81, 1997.
- Buono MJ, Heaney JH, and Canine KM. Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am J Physiol* 1998.
- Buono MJ, Heaney JH, and Canine KM. Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 274 : 1295-1299, 1998.
- Castle PC, MacDonald AL, Philip A, Webborn A, Watt PW, and Maxwell NS. Precooling leg muscles improves sprint exercise performance in hot, humid conditions. *J Appl Physiol* 100 : 1377-1384, 2006.
- Cheuvront SN, and Haymes EM. Thermoregulation and marathon running : biological and environmental influences. *Sports Med* 31 : 743-762, 2001.
- Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, and Febbraio MA. Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp Biochem Physiol* 128 : 667-677, 2001.
- Dawson B. Exercise training in sweat clothing in cool conditions to improve heat tolerance. *Sports Med* 17 : 233-244, 1994.
- Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitzsimons M, and Lawrence S. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/humid conditions. *Br J Sports Med* 37 : 164-169, 2003.
- Florida-James G, Donaldson K, and Stone W. Athens 2004 : the pollution climate and athletic performance. *J Sports Sci* 22 : 967-980, 2004.
- Kay D, Taaffe DR, and Marino FE. Whole-body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid conditions. *J Sports Sci* 17 : 937-944, 1999.
- Martin DT, Hahn AG, Ryan-Tanner R, Yates K, Lee H, and Smith JA. Ice Jackets are cool. sports-science.org/jour/9804/dtmhtml 1998.
- Maughan RJ, and Shirreffs SM. Preparing athletes for competitions in the heat : Developing an effective acclimatization strategy. *Chin J Sports Med* 17 : 1998.
- Mitchell JB, McFarlin BK, and Dugas JP. The effect of pre-exercise cooling on high intensity running performance in the heat. 24 : 118-124, 2003.
- Neumann G. Hitzebelastung und Hitzeakklimatisation im Sport. *Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol* 47 : 101-105, 1999.
- Nielsen B, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, and Saltin B. Acute and adaptive responses in human to exercise in a warm, humid environment. *Plug Arch* 434 : 49-56, 1997.
- Qoud MJ, Martin DT, and Laursen PB. Cooling the Athletes before Competition in the Heat. *Sports Med* 36 : 671-682, 2006.
- Reilly T, Atkinson G, Edwards B, Waterhouse J, Akerstedt T, Davenne D, Lemmer B, and Wirz-Justice A. Coping with jet-lag : a position statement for the European College of Sport Science *Eur J Sport Science* 7 : 1-7, 2007.

Shirreffs SM, and Maughan RJ. Exercise in the heat : challenges and opportunities. *J Sports Sci* 22 : 917-927, 2004.
Takeno Y, Kamijo Y, and Nose H. Thermoregulatory and aerobic changes after endurance training in a hypobaric and warm environment. *J Appl Physiol* 91 : 1520-1528, 2001.

3.3. Récupération

Auteur : Daniel Birrer, daniel.birrer@baspo.admin.ch

3.3.1. Généralités

Par récupération, on entend l'ensemble des mesures destinées à rendre au corps et à l'esprit ses capacités de performance initiales. Par conséquent, la récupération se fixe des objectifs physiques et psychiques permettant de restaurer, respectivement, les capacités physiques ou psychiques du sportif. Tout planning d'entraînement qui se respecte doit comprendre une phase de récupération bien pensée, au même titre que l'entraînement proprement dit. L'importance de la récupération est identique quelles que soient les conditions de chaleur. Toutefois, étant donné que l'évacuation de la chaleur accumulée durant l'entraînement est essentielle, il convient d'employer des méthodes de récupération qui favorisent cette évacuation. On peut citer, entre autres, les bains de glace ou les bains d'eau froide. Pour ce faire, on remplit une baignoire à moitié d'eau et à moitié de glace. Le sportif s'immerge jusqu'aux hanches. Durée recommandée : 20 minutes au maximum. Une autre solution consiste à pratiquer la thérapie contraste : alternance de bains chaud et froid (trois minutes en piscine à 40°C environ, suivies de 30 à 60 secondes en bassin d'eau froide à 11°C environ) ou de douches chaude et froide (30 secondes sous l'eau chaude à très chaude, puis 30 secondes sous l'eau froide). On répète le processus trois fois. Une liste complète des diverses mesures de récupération et de leurs effets figure dans le manuel « Alto'06 » disponible uniquement en allemand (www.swissolympic.ch → Sport d'élite → Sciences appliquées au sport → Documents).

Procédé	Effets	Inconvénients éventuels
Sommeil	Mécanismes encore méconnus	Durée
Alimentation	Restauration de l'équilibre en eau, électrolytes et substrats Optimisation de divers processus métaboliques	Sensibilisation excessive dans le domaine de la diététique
Techniques de relaxation	Paix intérieure Meilleure résistance au stress Equilibre émotionnel Sommeil de meilleure qualité	Nécessité d'une phase d'entraînement plus longue pour l'appropriation
Thérapie contraste (bains alternés / douches alternées)	Diminution de la concentration en lactate sanguin Diminution des douleurs musculaires	Acceptation
Retour au calme / en natation / en gymnastique douce	Diminution des douleurs musculaires Diminution du lactate (en association avec des mesures passives)	Parfois perçu comme un effort physique supplémentaire
Massage sous l'eau (par buse)	Diminution de la fatigue nerveuse	Dégâts musculaires microscopiques
Massage	Diminution des tensions musculaires Diminution de l'activité nerveuse	Durée
Vêtements de soutien	Diminution de la concentration en lactate sanguin Amélioration des performances	
Détente sociale	Diminution du stress social Equilibre émotionnel	Peut aussi être génératrice de tensions sociales

Tableau 8 : Les différentes méthodes de récupération et leurs effets.

3.3.2. Bibliographie

- Berry, M. J. & R. G. McMurray (1987). Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am J Phys Med.* 66, 121-132.
- Coffey, V., M. Leveritt, & N. Gill (2004). Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7, 1-10.
- Lane, A. M., Terry, P. C., Stevens, M., Barney, S., & Dinsdale, S. L. (2004). Mood responses to athletic performance in extreme environments. *Journal of Sport Sciences*, 22, 886-897.
- Halson, S., Brockett, C., Vaile, J. & Fricker, P. (2004). Benchmarking Report Recovery. Rapport de travail interne. Canberra : Australian Sports Commission.
- Mayberry, J. C., G. L. Moneta, R. D. DeFrang, & J. M. Porter (1991). The influence of elastic compression stockings on deep venous hemodynamics. *J Vasc Surg.* 13, 91-99.
- Rodenburg, J. B., D. Steenbeek, P. Schiereck, & P. R. Bar (1994). Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int J Sports Med*, 15, 414-419.

3.4. Aspects médicaux

Auteur : Beat Villiger, beat.villiger@paranet.ch

3.4.1. Pourquoi les Jeux Olympiques de Pékin posent-ils des problèmes médicaux particuliers ?

Lorsqu'on a l'habitude de vivre sous un climat tempéré, les conditions climatiques subtropicales de villes comme Pékin, Qingdao et Hong Kong (chaleur et humidité élevées, énorme pollution atmosphérique) mettent le corps à très rude épreuve et constituent un stress psychophysique considérable. Qui plus est, les sportifs et leurs coaches doivent fournir des efforts importants dans de telles conditions climatiques. S'ils n'y prennent pas garde, leur organisme va réagir en développant une série de symptômes et de maladies qui pourraient affecter gravement leurs performances. Grâce à des mesures préventives appropriées, il est possible d'éviter ces maladies ou, si elles surviennent, d'agir rapidement et de les traiter avec succès.

Etant donné que les mesures adaptatives, les directives nutritionnelles et les conseils généraux en matière d'entraînement et de compétition dans cet environnement « agressif » font l'objet de chapitres distincts, nous nous contenterons d'évoquer dans ce chapitre les aspects médicaux les plus importants pour la période des Jeux Olympiques de Pékin.

- Les maladies spécifiques à Pékin peuvent être maîtrisées au mieux à l'aide de mesures générales (adaptation, repos suffisant, alimentation) et de mesures spécifiques (prévention, hygiène adaptée, masques de protection, médicaments).

3.4.2. Quelles maladies risquent d'affecter le plus les performances des sportifs d'élite à Pékin ?

Sur la base des expériences de précédentes compétitions à Pékin et de données épidémiologiques, on peut isoler les problèmes suivants :

- Maladies liées à la chaleur, c'est-à-dire sensation subjective de malaise, crampes de chaleur, épuisement de chaleur, voire coup de chaleur potentiellement mortel ;
- Affections des voies respiratoires, avec « asthme lié au smog » et bronchite, pneumonie éventuelle, irritations des muqueuses ;
- Affections gastro-intestinales, avec diarrhée et vomissements, liées à la consommation d'aliments et d'eau infectés, au manque d'hygiène et à des intolérances alimentaires ;
- Infections diverses liées au stress de chaleur et à l'endommagement des muqueuses par le smog ;
- Risque lié aux médicaments qui diminuent la résistance à la chaleur.

- A Pékin, les sportifs et les coaches risquent, outre les pathologies liées à la chaleur, des maladies respiratoires et des muqueuses, des troubles gastro-intestinaux et des infections.

3.4.2.1. Affections liées à la chaleur

Les affections liées à la chaleur sont des pathologies qui surviennent à la suite d'une exposition prolongée à la chaleur, surtout lorsque cette exposition est associée à un effort physique simultané et à une carence en eau et/ou en sel. Elles sont souvent les conséquences des pertes d'eau et de sel dues à la transpiration abondante destinée au refroidissement du corps. Nous distinguons les crampes de chaleur, l'épuisement de chaleur et le coup de chaleur. Les principaux symptômes en sont des crampes musculaires, une faiblesse générale, des frissons et une confusion croissante. Les signes avant-coureurs à prendre au sérieux sont illustrés ci-dessous. Dans tous les cas, les principales mesures à prendre sont les suivantes :

- Chercher un endroit frais et refroidir activement la personne avec de l'eau ;
- Allonger la personne et surélever ses pieds ;
- Administrer à la personne suffisamment de liquide hypotonique légèrement salé ;
- Consulter un médecin en cas de crampes, à défaut d'amélioration spontanée ; consulter systématiquement un médecin en cas d'épuisement de chaleur ; appeler systématiquement un secours d'urgence en cas de coup de chaleur, car la personne est en danger de mort !

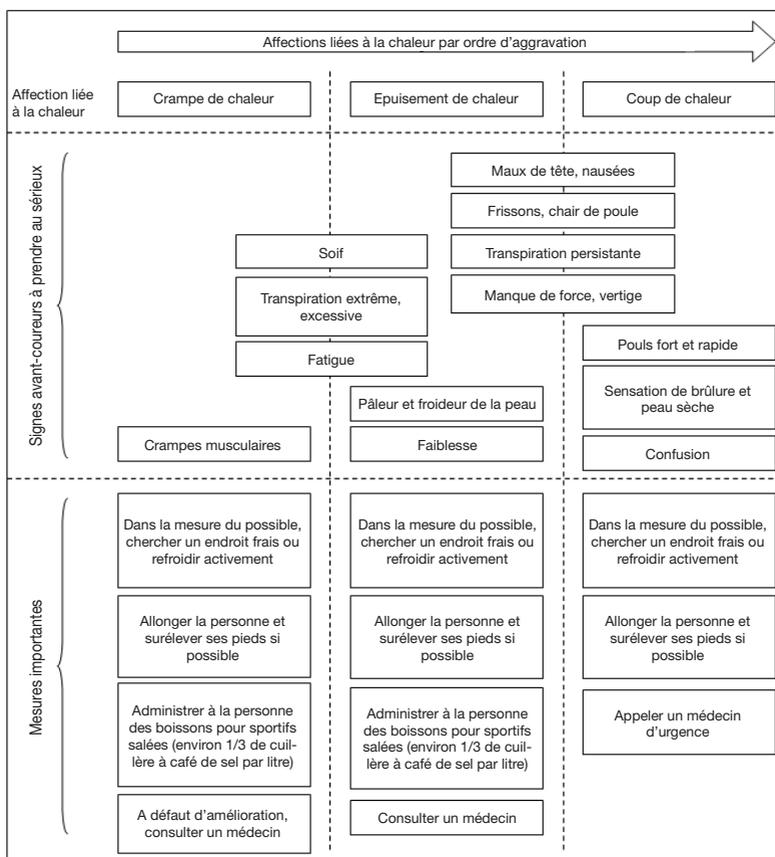


Illustration 16 : Les affections liées à la chaleur et leurs symptômes.

- Par affections liées à la chaleur, on entend les pathologies résultant d'une exposition prolongée à la chaleur, aggravées par une activité physique et un approvisionnement insuffisant en eau et en sel. Chacun doit en connaître les signes avant-coureurs et les principales mesures d'urgence. L'essentiel, dans tous les cas, est de refroidir et d'hydrater le malade.

3.4.2.2. Asthme lié au smog ou à l'effort : quelle est l'ampleur du problème chez les sportifs pratiquant un sport d'été ?

Au début des années 1990, des études ont montré que les sportifs pratiquant un sport d'été souffraient moins souvent d'asthme que ceux pratiquant un sport d'hiver. Ce n'est que partiellement vrai. Des données plus récentes indiquent que l'augmentation de la pollution atmosphérique a également entraîné une augmentation de l'asthme lié au smog et à l'effort chez les sportifs pratiquant un sport d'été. Les plus exposés sont les sportifs d'endurance qui inhalent durant les entraînements et les compétitions de grandes quantités de polluants responsables des affections asthmatiques.

D'après les « sévères » critères de diagnostic fixés par le CIO pour les Jeux Olympiques, la fréquence de l'asthme lié au smog et à l'effort chez les sportifs suisses ayant participé aux JO d'été à Athènes était de 16 %. Etant donné que la pollution atmosphérique est nettement plus élevée à Pékin qu'à Athènes et, qu'en outre, à Pékin, les voies respiratoires sont fragilisées par l'inhalation de particules fines et de SO₂ (voir chapitre 2.2), le nombre de sportifs souffrant de problèmes respiratoires sera encore plus élevé. On estime qu'il se situera entre 20 et 25 %.

- Parmi les sportifs pratiquant un sport d'été, un sur cinq, voire un sur quatre souffre d'asthme lié au smog ou à l'effort.

Comment apparaît l'asthme lié au smog ou à l'effort ?

La cause de toute réaction asthmatique est une inflammation des bronches. Chez les sportifs pratiquant un sport d'été, cette inflammation est non seulement due à des allergies, des infections ou des prédispositions, mais surtout à un effort intense fourni dans une forte pollution atmosphérique. Cette inflammation liée au smog entraîne une hypersensibilité (hyper-réactivité) des bronches, responsable de la crampe bronchique (spasme bronchique). Il en découle une gêne respiratoire et une diminution des performances.

Comme la réaction des bronches est d'autant plus forte que la pollution atmosphérique est élevée (surtout en oxydants : ozone et oxydes d'azote) et que la respiration est intense, les sportifs développent surtout des crises d'asthme lié au smog ou à l'effort lorsqu'ils font des efforts intenses en étant exposés à des concentrations en ozone et/ou oxydes d'azote supérieures à 200 µg/m³. Le spasme bronchique aggrave cette baisse des performances, déjà attestée sans crampe, lorsque la concentration en ozone est élevée ; cette baisse s'élève à 10 % lorsque la concentration en ozone est supérieure à 200 µg/m³.

On ne sait pas encore comment les concentrations en particules fines et en SO₂, également très élevées à Pékin, vont se répercuter sur l'asthme. On sait de façon expérimentale que ces substances renforcent la tendance aux inflammations et infections bronchiques, et entraînent une aggravation de l'asthme.

- Chez le sportif pratiquant un sport d'été, l'asthme lié au smog ou à l'effort est déclenché ou aggravé par une activité intense dans une atmosphère fortement polluée. Les symptômes sont d'autant plus marqués que la concentration en ozone et en oxydes d'azote est élevée.

Quels sont les symptômes de l'asthme lié au smog ou à l'effort ?

Le principal symptôme est une toux irritative sèche, qui apparaît durant l'effort ou après. D'autres symptômes sont la respiration sifflante, une sensation d'oppression dans la poitrine ou, simplement, une baisse des performances. Ces symptômes apparaissent typiquement entre six à huit minutes après le début de l'effort et peuvent disparaître spontanément après 20 à 30 minutes (« running through »). Si l'asthme n'est pas traité, l'inflammation asthmatique peut s'aggraver et les performances peuvent continuer de baisser.

- Lorsqu'un sportif souffre de symptômes typiques de l'asthme (surtout toux sèche pendant et après l'effort), il doit le signaler au médecin de l'équipe, ou se faire examiner avant les Jeux Olympiques par un pneumologue et se faire soigner.

Comment prévenir l'asthme lié au smog ou à l'effort ?

La meilleure prévention consiste à renoncer aux efforts intenses dans des environnements où les concentrations en polluants atmosphériques sont élevées. Dans ces conditions, on privilégiera des efforts aussi courts et aussi peu intenses que possible. Il est également possible de protéger partiellement les bronches des substances nocives à l'aide de masques (des masques adaptés sont actuellement à l'étude). Etant donné que les concentrations élevées en particules fines et en SO₂ entraînent une multiplication des infections bronchiques et que chaque infection des voies respiratoires aggrave la situation, il convient de prévenir les infections au maximum (voir chapitre 3.4.2.4). En cas d'hypersensibilité bronchique, le sportif inhalera un médicament adéquat avant la compétition ou l'entraînement (voir ci-dessous). En outre, une longue mise en train d'intensité modérée est favorable à la stabilité des bronches.

L'organisme s'adapte, au moins en partie, relativement vite à des concentrations en ozone supérieures. Contrairement à l'adaptation à la chaleur, qui dure de dix à quatorze jours, l'adaptation à l'ozone ne prend pas plus de cinq jours chez la majorité des personnes, pour une exposition de deux heures par jour seulement. Lorsque le taux d'ozone est très élevé, une partie des symptômes et des pertes de performance subsiste toutefois. Une adaptation plus longue ne peut remédier à ce problème.

Pour repérer à temps les sportifs qui souffrent d'asthme et pour prendre les mesures nécessaires à leur égard, tous les sportifs sélectionnés seront examinés pour déterminer s'ils présentent déjà un asthme lié à l'effort ou une prédisposition.

- La meilleure prévention de l'asthme lié au smog est de renoncer aux efforts intenses par de fortes concentrations en polluants atmosphériques, en particulier lorsque la concentration en ozone dépasse 200 µg/m³.

Comment traiter l'asthme lié au smog ou à l'effort ?

Le traitement de l'asthme lié au smog ou à l'effort se compose d'un traitement anti-asthmatique de base et d'un traitement préventif, avant l'effort physique. La thérapie de base comporte un anti-inflammatoire associé à un bronchospasmolytique à effet retard.

Aujourd'hui, ils sont le plus souvent combinés en une seule préparation, à inhaler une à deux fois par jour (par ex. : Symbicort Turbuhaler), elle-même associée à des comprimés anti-inflammatoires (Singulair) et à des acides gras Omega 3. Pour se prémunir de la crampe bronchique lors de l'effort dans le smog, on inhalera également un bronchospasmolytique à temps (au moins 15 minutes avant le début de l'effort), par exemple Oxis TH ou « pompe » de Ventolin. De nouveaux anti-inflammatoires en comprimés sont actuellement à l'étude pour savoir s'ils permettent de réduire, voire de supprimer les inflammations bronchiques déclenchées par les particules fines et l'ozone. Toutes les mesures thérapeutiques et prophylactiques ne peuvent toutefois être prises que sous contrôle médical constant et leur efficacité doit être régulièrement vérifiée.

- Le traitement de base de l'asthme lié à l'ozone se compose de substances anti-inflammatoires et bronchospasmolytiques. Pour prévenir la crise d'asthme, il convient de prendre également, 15 minutes au moins avant l'effort, une inhalation de bronchospasmolytique (Oxis, Ventolin).

Les médicaments contre l'asthme doivent-ils être signalés aux autorités antidopage ?

L'usage des médicaments susmentionnés est permis, tant que l'asthme a été correctement diagnostiqué et qu'une attestation médicale en ce sens a été transmise à l'autorité antidopage (demande d'AUT). Dans la liste des interdictions, les médicaments contre l'asthme autorisés sont clairement mentionnés. Cette liste peut être consultée sur www.swissolympic.ch ou sur www.dopinginfo.ch. Dès que le médecin a faxé à Swiss Olympic la demande signée par le sportif et lui-même, le médicament peut être pris pendant un an. Certaines fédérations internationales (par ex. : l'IAAF) doivent également être informées. Il existe des dispositions propres aux Jeux Olympiques en matière de médicaments contre l'asthme. Ainsi, les critères de diagnostic de l'asthme lié à l'effort sont beaucoup plus stricts. De plus, une demande doit être introduite à temps auprès de la commission médicale du CIO pour l'usage de tels médicaments dans le cadre des Jeux.

- Certains médicaments anti-asthmatiques sont autorisés. Ils doivent toutefois être déclarés aux autorités antidopage à l'aide d'un formulaire spécial (demande d'AUT), faute de quoi ils seront considérés comme produits dopants ! Des « lois » spéciales sont d'application pour les Jeux Olympiques.

3.4.2.3. Diarrhées et vomissements

La diarrhée survient lorsque la quantité de liquide dans l'intestin augmente et que les selles deviennent « trop abondantes, trop fréquentes, trop liquides ». On parle de diarrhée à partir de trois « selles molles » par jour. Un cas classique est la fameuse « turista », avec son lot de douleurs abdominales et de nausées/vomissements, voire de fièvre et de sang dans les selles, dans les cas les plus graves. Sans mesures prophylactiques, 30 à 60 % des Européens qui se rendent en Chine souffrent de diarrhée, la moitié d'entre eux doivent interrompre leur voyage et un cinquième ont besoin d'une aide médicale. La maladie apparaît trois à dix jours après l'arrivée dans le pays, et parfois même plus tard.

- Trois selles molles par jour = diarrhée. Sans mesure prophylactique et mesures d'hygiène adéquates, 30 à 60 % des voyageurs attrapent une diarrhée dans les dix premiers jours de leur séjour en Chine.

Pourquoi souffre-t-on souvent de diarrhée lorsqu'on voyage dans les régions subtropicales ?

Les principales causes en sont les eaux et/ou denrées alimentaires infectées et, dans une moindre mesure, des intolérances alimentaires. Dans 50 à 80 % des cas, les germes responsables sont des dérivés de bactéries intestinales normales chez les autochtones, auxquels ceux-ci sont habitués et adaptés, mais qui rendent les touristes malades. Les bactéries se fixent à la muqueuse intestinale, parviennent dans les cellules et y produisent une toxine qui force les cellules à produire du chlore. Les ions du chlore attirent de l'eau dans l'intestin et la diarrhée survient. Dans de rares cas, les responsables sont des virus, parasites ou bactéries particulières (salmonelles, campylobactère, etc.).

- Les diarrhées sont principalement dues aux eaux et denrées alimentaires infectées, à de la nourriture avariée ou à des intolérances alimentaires.

Comment prévenir les diarrhées ?

La prévention repose sur quatre piliers :

- hygiène alimentaire (eau comprise)
- immunoprophylaxie
- chimioprophylaxie
- probiotiques

Hygiène alimentaire et de l'eau : Selon les organisateurs, l'eau du village olympique sera sans danger. Il est toutefois recommandé de ne boire et de n'utiliser pour la préparation des boissons que de l'eau minérale. Au-dehors du village olympique, notre expérience nous pousse à recommander la plus grande prudence, même dans les hôtels 4 ou 5 étoiles : brossez-vous les dents à l'eau minérale !

Dans le village olympique, la propreté bactériologique des aliments sera contrôlée plusieurs fois par jour – ils ne devraient donc pas poser de problème. Au-dehors du village toutefois, surtout lors des phases d'acclimatation dans d'autres régions du Sud-est asiatique, une extrême prudence est de mise. Le principe de base est : « Boil it, cook it, peel it – or forget it ! » (Bouillir ! Cuire ! Eplucher ! - Ou oublier !). Outre les infections, des intolérances alimentaires peuvent entraîner des problèmes gastro-intestinaux. Vous trouverez un résumé à ce sujet, ainsi que d'autres règles à suivre au chapitre 3.5.

Immunoprophylaxie : Disponible depuis peu, le vaccin à boire « Dukoral » constitue un immunoprophylaxie efficace contre les maladies à diarrhée. La vaccination au Dukoral entraîne la formation d'anticorps à action superficielle spéciaux (IgA) qui neutralisent les bactéries et leur colonisation des cellules de la paroi intestinale. Il est particulièrement efficace contre les colibacilles pathogènes. Selon le type de bactérie, il arrête la diarrhée dans 15 à maximum 60 % des cas ou, au moins, la réduit. La vaccination de base se compose de deux doses à prendre à intervalle de une à cinq semaines en respectant scrupuleusement la prescription. Les effets secondaires sont négligeables.

Chimioprophylaxie : La chimioprophylaxie avec de nouveaux antibiotiques qui ne sont pas assimilés par l'intestin, donc n'affectent pas l'organisme, est en cours de discussion. Elle est déjà employée à titre préventif, par l'équipe médicale, dans certains cas spécifiques.

Probiotiques : Les bactéries intestinales sont un élément essentiel du fonctionnement correct de l'intestin. Les probiotiques sont des bactéries non-pathogènes qui exercent des effets positifs spécifiques sur le système gastro-intestinal. On utilise principalement comme probiotiques les lactobacilles et les bifidobactéries des yaourts et autres produits laitiers, ainsi que le *Saccharomyces boulardii* (Perenterol) et l'*Enterococcus faecium* (Bioflorin), autorisés en Suisse pour la prophylaxie et le traitement, et qui, à ce titre, peuvent être employés (voir indications dans la pharmacie personnelle des sportifs).

- Les quatre piliers de la prophylaxie de la diarrhée sont : l'hygiène alimentaire et de l'eau, l'immunoprophylaxie, la chimioprophylaxie et (dans une moindre mesure) les probiotiques.

Les diarrhées sont des cas d'urgence

Les diarrhées entraînent de grands dysfonctionnements dans l'organisme : la perte considérable de liquide et d'électrolytes entraîne un défaut de répartition de l'eau et des sels dans le corps. Ce défaut de répartition affecte notablement les performances physiques et doit être rapidement soigné. Les diarrhées qui durent plus de 24 heures peuvent abaisser les performances pendant plusieurs jours. C'est pourquoi il faut y remédier le plus rapidement possible et par voie médicamenteuse (Immodium de la pharmacie personnelle des sportifs : deux capsules après chaque diarrhée et jusqu'à huit capsules par jour), sans oublier d'avertir l'équipe médicale. Pour rétablir l'équilibre en eau et électrolytes, il est conseillé de prendre des boissons électrolytes diluées avec des boissons bien tolérées et contenant une légère dose de glucides comme le Coca Cola. Dans de rares cas, la mise sous perfusion est nécessaire.

- La turista n'est certes pas agréable, mais est rarement « catastrophique ». Non traitée toutefois, elle entraîne pour les sportifs une baisse de la capacité de performance d'autant plus grave qu'elle dure longtemps. De plus, par défaut d'hygiène, elle peut se transmettre à d'autres membres de l'équipe. Les diarrhées sont donc toujours des urgences médicales. Elles doivent être traitées immédiatement et signalées à l'équipe médicale.

- Fruits de mer crus ou cuits à la vapeur (poissons, crustacés, coquillages ou produits tels que pizzas, calamars, pâtés, entrées froides)
- Œufs crus (tiramisu, mayonnaise, salade de pommes de terre, crèmes aux œufs)
- Salade de poulet, poulet froid
- Soft ices
- **A l'étranger** : crudités en grande quantité, fruits sans peau, salade, glaçons/crème glacée (souvent préparés à partir d'eau du robinet), eau du robinet (attention : utiliser de l'eau minérale pétillante pour le brossage des dents et les préparations de boissons pour sportifs, éliminer éventuellement le gaz carbonique en agitant ou en secouant), charcuteries (saucissons, etc.)
- Aliments présentant des moisissures (cottage cheese, confitures, etc.)
- Aliments consommés longtemps après la date de péremption (par ex. : produits laitiers)
- Lait frais non pasteurisé

Tableau 9 : Aliments présentant un risque élevé d'infection et de diarrhée.

3.4.2.4. Infections courantes

Endommagement des muqueuses

Les agressions chimiques et physiques (polluants, particules fines) que subissent les muqueuses du nez et des bronches favorisent le passage des virus et bactéries dans le sang et compliquent l'auto-nettoyage de la muqueuse. Une muqueuse irritée par des polluants produit plus de liquide. Cet excès d'humidité favorise la croissance des virus et bactéries, en particulier parce la quantité d'anticorps superficiels spécifiques de la muqueuse (IgA) diminue.

Mesures à prendre :

- **A l'extérieur** : Il est important de réduire au maximum les agressions des muqueuses par les fortes concentrations de polluants (entraînements brefs, de faible intensité, ou à l'intérieur) ou d'affaiblir ces agressions par le biais de masques de protection (des masques adéquats sont actuellement à l'étude).

- **A l'intérieur** : La climatisation des locaux est plus ou moins bien supportée par les sportifs. Lorsque les températures intérieures sont basses, il convient de porter des vêtements adéquats. Contre l'assèchement des muqueuses nasales, on recourra à des pommades nasales, des vaporisateurs et douches nasales de liquide physiologique ou des masques (Humidyflyer).

- L'endommagement pathogène des muqueuses peut être réduit par une réduction en conséquence de l'exposition aux polluants et par des soins appropriés.

Baisse de l'immunité

Le stress psychosomatique du sportif d'élite, associé à la chaleur et au smog, entraîne assurément un abaissement de ses défenses immunitaires. Son corps émet plus d'hormones de stress telles que l'adrénaline et la cortisone. En outre, le fonctionnement de certains globules blancs est affecté (cellules tueuses, monocytes). Le corps produit donc en moins grande quantité les substances dont il a besoin pour se défendre : interféron gamma IF et facteurs de nécrose tumorale TNF.

Le stress psychophysique peut être maîtrisé par une diminution de l'effort physique (surtout dans la phase d'acclimatation, voir chapitre 3.1) et un renforcement des mesures de récupération (voir chapitre 3.3). Pour adapter le système immunitaire (immunomodulation), il existe des mesures spécifiques et des mesures non spécifiques.

Spécifiques :

- Vaccination : Pour les participants aux Jeux Olympiques en Chine, les vaccins suivants sont indiqués : hépatite A/B, tétanos, polio et le vaccin à boire Dukoral contre les maladies à diarrhée. Pour les séjours prolongés au-dehors du village olympique (par ex. : durant l'acclimatation ou lors de séjours externes), il est recommandé de se faire vacciner contre le typhus également.

Non spécifiques :

- Veiller à ingérer des nutriments énergétiques et des macronutriments en suffisance (par ex. : glucides, protéines).
- Boire des boissons pour sportifs contenant suffisamment de glucides pendant et après l'effort.
- Respecter une alimentation optimale, régénérante (voir chapitre 3.5).
- Eviter les carences en micronutriments (fer, zinc, vitamines A, C, E et B) (voir chapitre 3.5) : optimiser son alimentation de base, consommer des préparations de micronutriments correctement et faiblement dosées (par ex. : comprimés « Salt Lake City ») et contenant de la vitamine C. Des préparations mal dosées ou surdosées peuvent être néfastes !
- Réduire les réactions inflammatoires et le stress oxydant : consommer suffisamment de glucides avant et pendant les efforts intensifs et/ou prolongés, ainsi que des acides gras Omega 3 (huiles de qualité supérieure ou poisson de pêche). Prendre des antioxydants en complément (vitamine C surtout). Attention ! Ne procéder de la sorte qu'après en avoir parlé au médecin ou au nutritionniste car des antioxydants mal utilisés peuvent avoir un effet néfaste.
- Réduire le stress ! (voir chapitre 3.6.3)

- Le système immunitaire des sportifs de haut niveau est affaibli par le stress psychophysique lié à la chaleur (pas par la chaleur elle-même) et l'exposition aux polluants.
- Pour prévenir les infections, outre réduire l'effort fourni et allonger le temps de récupération, il convient de se faire vacciner en conséquence, de pratiquer une immunomodulation avec des composants bactériens et de se nourrir de façon adéquate, avec des compléments alimentaires.

Si je soupçonne un début d'infection, que dois-je faire ?

Etant donné que le taux d'infection est plus élevé lorsque les entraînements et les compétitions ont lieu dans des conditions de chaleur et dans de fortes concentrations en polluants atmosphériques (principalement diarrhées durant les 10 premiers jours, infections des voies respiratoires à partir de la deuxième semaine), un diagnostic et un traitement précoces, ainsi que l'éviction de la contagion aux autres membres de l'équipe, sont très importants. Cela concerne non seulement les sportifs, mais également le reste de l'équipe (coach, entraîneur, techniciens).

Mesures individuelles :

- Avertir immédiatement le personnel médical (équipe médicale).
- S'administrer soi-même des soins immédiatement (voir directives dans la pharmacie personnelle des sportifs).
- Informer l'entraîneur ou le coach.
- Avoir le moins de contacts possibles avec les autres membres de l'équipe jusqu'à la visite chez le médecin.
- Respecter soigneusement les mesures d'hygiène.

Si l'infection est confirmée :

- Intensifier les mesures d'hygiène (lavage des mains, désinfection des mains, etc.), pas de repas communs et pas de contacts avec les autres membres de l'équipe (personnel technique compris !).
- En cas d'affection grave, respecter une quarantaine dans une chambre distincte (jusqu'à en être libéré par le médecin traitant uniquement).
- Eventuellement, retour à la maison (selon diagnostic).

- Chacun est responsable de la rapidité de sa guérison et de la prévention de la contagion aux autres membres de l'équipe !
- Mesures à prendre : informer immédiatement le personnel médical à des fins de diagnostic et d'action, se soigner, renforcer les mesures d'hygiène, informer l'entraîneur, éviter spontanément les contacts.
- La dissimulation consciente de symptômes est dangereuse et terriblement injuste, compte tenu du risque de contagion !

3.4.2.5. Risque lié aux médicaments qui diminuent la résistance à la chaleur

Heureusement, la chaleur n'a aucune influence sur l'efficacité de la plupart des médicaments pris, tant que l'équilibre en eau est maintenu. Néanmoins, toutes les substances qui modifient l'équilibre en eau et en électrolytes doivent être considérées comme des « facteurs perturbateurs ». Attirez l'attention de votre médecin sur votre prochaine exposition à de fortes chaleurs. Les catégories de substances médicamenteuses suivantes constituent un danger potentiel lorsqu'elles sont associées à la chaleur :

- **L'alcool** (sur la liste des interdictions pour certaines spécialités sportives) : pertes d'eau plus importantes, à cause du blocage de l'hormone antidiurétique ADH. Dans des conditions de chaleur, cela entraîne une déshydratation grave et une déstabilisation de la tension artérielle.
- **Les diurétiques** (médicaments favorisant la production d'urine = domaine du dopage : demande d'AUT régulière nécessaire) : les pertes répétées de liquide et de sel peuvent constituer un problème dans des conditions de chaleur ; il peut s'avérer nécessaire de réduire la dose.
- **Médicaments contre l'hypertension** (dont certains figurent sur la liste des interdictions) : dans des conditions de chaleur, leur effet est souvent renforcé (réduction du dosage !) et peut provoquer une augmentation de la perte de liquide.

- **Psychotropes** (dont certains figurent sur la liste des interdictions) : problèmes de régulation de la température et sensation de soif.

- Consulter un médecin au sujet de tous les médicaments pris et de leur éventuelle interaction avec la chaleur. Faire éventuellement adapter les doses prescrites.
- Éviter toutes les substances qui font perdre de l'eau (alcool, diurétiques, etc.), même si elles ne figurent pas – ou plus – sur la liste des interdictions, car elles déstabilisent l'hydratation.

3.4.3. Bibliographie

www.ispmz.ch (en allemand)

www.safetravel.ch

Anderson SD, Kippelen P. Exercise-induced Bronchoconstriction : Pathogenesis. *Current Allergy and Asthma Reports* 5 : 116-122, 2005.

Brunekreef B, Holgate ST. Air Pollution and Health. *The Lancet*, 360, 1233-1244, 20 Ericsson CD, Dupont HL, Steffen R (ed.) : *Travellers diarrhea*. Hamilton, Canada : BC Decker ; 2003.

Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004 : The Pollution Climate and Athletic Performance. *Journal of Sports Science* 22, 967-980, 2004.

Holzer B. Impfungen für Auslandsreisende. *Pharma-Kritik* 29 : 9-12, 2007-09-17.

Hoos R. Zur Prophylaxe der Reisediarrhoe. *Ars Medici* 4 : 165-170, 2007.

Mickleborough TD, Lindley MR, Ionescu AA, Fly AD. Protective Effect of Fish Oil Supplementation on Exercise-Induced Bronchoconstriction in Asthma. *Chest* 129 : 39-49, 2006.

Mudway IS, Kelly FJ. An Investigation of Inhaled Ozone Dose and the Magnitude of Airway Inflammation Healthy Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 169 : 1089-95, 2004.

Kelly JF. Dietary Antioxidants and Environmental Stress. *Proc Nutr Soc* 63 : 579-585, 2004.

Parsons JP, Mastronade JG : Exercise-induced Bronchoconstriction in Athletes. *Chest* 128 : 3966-3974, 2005.

Pierson WE, Covert DS, Koenig JQ, Kim YS. Implications of Air Pollution Effects on Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18 : 322-327, 1986.

Rhoden CR, Lawrence J, Godleski JJ, Gonzalez-Flecha B. NAC prevents lung inflammation after short-term inhalation to concentrated ambient particles. *Toxicological Sciences* 97 : 296-303, 2004.

Rundell KW, Spiering BA, Baumann JM, Evans TM : Bronchoconstriction provoked by exercise in an high-particulate-matter environment is attenuated by montelukast. *Inhalation Toxicology*, 17 : 99-105, 2005.

Walsh PW, Whitham M. Exercising in Environmental Extremes. A greater Threat to Immune Function. *Sports Med* 36 : 941-976, 2006.

3.5. Alimentation en environnement chaud et humide

Auteur : Christof Mannhart, christof.mannhart@baspo.admin.ch

3.5.1. Introduction

Dans votre parcours en direction des Jeux Olympiques, vous avez déjà participé à de nombreuses compétitions et accumulé une grande expérience en matière d'alimentation et de compléments alimentaires en cas de chaleur ou d'humidité élevée. Les explications ci-dessous ont pour but de vous encourager à vérifier, au cours des mois qui précèdent les Jeux, vos habitudes alimentaires et vos compléments, et à les adapter si nécessaire. Les éventuels changements d'alimentation et de compléments doivent être planifiés et soigneusement testés à l'entraînement et lors des compétitions qui ont lieu avant les Jeux, en termes de potentiel d'accroissement de la capacité de performance.

- Les changements dans l'alimentation et la prise de compléments alimentaires ne peuvent être appliqués que s'ils ont été testés avec succès à l'entraînement et lors des compétitions précédant les Jeux Olympiques.

3.5.2. Bases de l'alimentation

Quels sont les facteurs alimentaires susceptibles d'affecter les performances en environnement chaud et humide ?

La chaleur et l'humidité, qui entraînent de fortes pertes de liquide et de sel, ainsi que d'autres phénomènes liés à l'alimentation, sont susceptibles d'affecter les performances. Ces facteurs sont repris dans le tableau ci-dessous :

Facteur alimentaire influençant les performances	Causes possibles
• Déshydratation	Diarrhée, boissons insuffisantes
• Insuffisance de sodium dans le sang	Trop de liquide absorbé, consommation de sel insuffisante, acclimatation insuffisante
• Problèmes gastro-intestinaux	Diarrhée d'origine alimentaire
• Changements alimentaires rapides	Changements alimentaires insuffisamment testés, régimes intensifs
• Hypoglycémie	Consommation de glucides insuffisante lors d'efforts de longue haleine, épuisement des glucides, acclimatation insuffisante
• Epuisement des glucides	Alimentation insuffisante, consommation de glucides insuffisante, entraînement trop intensif, acclimatation insuffisante
• Carences alimentaires	Calories ingérées insuffisantes, manque de fer, d'antioxydants, etc.

Tableau 10 : Facteurs liés à l'alimentation et limitant les performances en environnement chaud et humide.

Comment se restaurer correctement ?

Les restaurants du village olympique proposent des repas de haute qualité. En outre, on trouvera sur les lieux de compétition de l'eau minérale, des boissons pour sportifs, des boissons sucrées, des barres énergétiques et des gels. La qualité des aliments et boissons vendus dans la rue (par ex. : stands) ne pouvant être vérifiée, il est fortement déconseillé de consommer des aliments frais, inconnus, non emballés avant et pendant les compétitions, en raison du risque élevé de diarrhée qu'ils comportent.

Y aura-t-il de l'eau potable de qualité à notre disposition ?

Pour boire, se brosser les dents ou préparer des boissons pour sportifs, des shakes reconstituants, etc., il faut employer de l'eau pétillante en bouteilles ou proposée par les fournisseurs officiels. L'eau pétillante est considérée comme plus sûre que l'eau plate. Vous pouvez réduire ou éliminer le gaz carbonique en agitant ou en secouant la bouteille, ou en ajoutant du sel.

Quels sont les aliments qui présentent un risque élevé d'intoxication alimentaire et de diarrhée ?

Le tableau 11 indique les aliments considérés comme « à risque » en termes de diarrhée et d'intoxication alimentaire.

Aliment	Aspects importants
Eau du robinet, eau	<ul style="list-style-type: none">• même pour se brosser les dents, préparer des shakes et des boissons pour sportifs, utilisez toujours de l'eau pétillante en bouteilles scellées (secouer si nécessaire)• utilisez de nouvelles gourdes aussi souvent que possible• pour nettoyer les gourdes, utilisez de l'eau de qualité et ne laissez aucun résidu dans les gourdes
Glaçons, glace	<ul style="list-style-type: none">• ne consommez que de la glace ou des glaçons fabriqués de façon industrielle dans le village olympique
Crudités, salade	<ul style="list-style-type: none">• n'en consommez que dans les restaurants officiels, rabattez-vous autant que possible sur les légumes cuits ou les jus de légumes emballés
Fruits sans peau	<ul style="list-style-type: none">• ne consommez pas de fruits sans peau, rabattez-vous autant que possible sur les jus de fruit emballés
Fruits de mer crus ou cuits à la vapeur	<ul style="list-style-type: none">• évitez les poissons crus, cuits à la vapeur, les crustacés, les coquillages ou les produits à base de fruits de mer (par ex. : calamars, pâtés)
Aliments crus, œufs, viande, lait, viandes froides, algues	<ul style="list-style-type: none">• évitez le tiramisù, la mayonnaise, la salade de pommes de terre, les crèmes aux œufs, le lait non pasteurisé, la salade de poulet, les sandwichs à la viande, le cottage cheese et le fromage frais
Sorbets, soft ice	<ul style="list-style-type: none">• ne consommez que des produits originaux emballés
Aliments frais, inconnus, non emballés, achetés à des marchands de rue ou à de petits commerçants	<ul style="list-style-type: none">• évitez les snacks, sandwichs, et, de manière générale, tout ce qui est vendu dans la rue et en petit commerce

Tableau 11 : Aliments à risques pour la diarrhée et les intoxications alimentaires.

Pourquoi faut-il se peser souvent et contrôler la couleur de ses urines ?

Les efforts intensifs et de longue durée en environnement chaud et humide provoquent souvent une déshydratation excessive du corps et, par conséquent, des fluctuations du poids corporel. Lorsque le corps perd trop d'eau, il faut s'attendre à une augmentation de la température corporelle, une sollicitation excessive du système cardio-vasculaire, des dysfonctionnements du système nerveux central et autres changements métaboliques qui réduisent nettement les

performances. Outre ces effets de la déshydratation, une carence en eau dans le corps peut ralentir la récupération (par ex. : la reconstitution des réserves, la formation de protéines musculaires) et affecter le système immunitaire. Pour optimiser sa capacité de performance et sa capacité de récupération, il faut suivre de près son taux d'hydratation, par une pesée régulière et un examen de la couleur des urines. Le tableau 12 en reprend les principaux aspects.

Aspect	Spécialités sportives	Exemples de spécialités sportives	Mesures à prendre	Objectif
Journée avec efforts brefs et peu intenses (par ex. : acclimatation)	Toutes	Toutes	<p>Pesée du matin : après la première miction, en sous-vêtements</p> <p>Pesée du soir : après le souper, en sous-vêtements</p> <p>Contrôle de la couleur des urines : aussi souvent que possible</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poids normal ① dans une fourchette de +/- 1 % - Poids normal ① dans une fourchette de +/- 1 % - Couleur de l'urine : 1 – 4②
Journées avec efforts prolongés et intenses (par ex. : préparation à une compétition ou compétition proprement dite)	Spécialités sportives essentiellement d'endurance (durée de l'effort : >1 heure)	<ul style="list-style-type: none"> - Athlétisme, marathon - VTT - Cyclisme sur piste - Cyclisme sur route - Natation, marathon - Voile - Triathlon 	<p>Pesée avant effort : si possible directement avant l'effort, en sous-vêtements</p> <p>Pesée après effort : si possible directement après l'effort, en sous-vêtements</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poids normal ① dans une fourchette de +/- 1 % - Perte de poids tolérée : moins de 2 % du poids normal - Pas de prise de poids durant l'effort
	Spécialités sportives essentiellement de coordination fine (durée de l'effort : >1 heure)	<ul style="list-style-type: none"> - Beach-volleyball - Athlétisme, concours multiples - Hockey sur gazon - Pentathlon moderne - Equitation, concours complet - Equitation, dressage - Equitation, saut d'obstacles - Tir (3 pos.) - Tennis 	<p>Pesée avant effort : si possible directement avant l'effort, en sous-vêtements</p> <p>Pesée après effort : si possible directement après l'effort, en sous-vêtements</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poids normal ① dans une fourchette de +/- 1 % - Perte de poids tolérée : moins de 2 % du poids normal - Pas de prise de poids durant l'effort
	Spécialités sportives essentiellement de force ou avec effort exclusivement anaérobie (durée de l'effort : chaque effort de quelques minutes)	<ul style="list-style-type: none"> - BMX - Canoë, slalom - Judo - Lutte - Aviron - Taekwondo 	<p>Pesée officielle : Contrôle de la catégorie</p> <p>Pesée avant effort : si possible directement avant l'effort, en sous-vêtements</p> <p>Pesée après effort : si possible directement après l'effort, en sous-vêtements</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de poids tolérée : moins de 4 % du poids normal - Poids normal ① dans une fourchette de +/- 1 % - Perte de poids tolérée : moins de 4 % du poids normal - Pas de prise de poids durant l'effort

- ① - chez les dames, le poids normal peut varier en fonction du moment du cycle menstruel
 - un excédent de réserves en glucides peut entraîner une prise de poids de 1 à 1,5 kg
 - un excédent de réserves en liquides peut entraîner une prise de poids de 0,5 à 1 kg

- ② - les préparations vitaminées, les barres énergétiques ou les grandes quantités de liquide absorbées en peu de temps (réhydratation) peuvent fausser les mesures

Tableau 12 : Pesée et saisie de la couleur des urines.

Exemple 1 : Nageur

Effort : jour d'entraînement avec efforts peu intenses

Poids normal : 68 kg

Pesée du matin : 68 kg. Couleur de l'urine : environ 2

Pesée du soir : 66 kg. Couleur de l'urine : environ 5

Perte de poids : 2 kg

Perte de poids en % : $2 \text{ kg} : 68 \text{ kg} \times 100 = 2,9 \%$

Objectif : poids normal +/- 1 % (voir tableau 12)

Conclusion : perte d'eau excessive, restaurer l'équilibre hydrique le plus vite possible

Exemple 2 : Judoka (le jour de la pesée de contrôle de la catégorie)

Poids normal : 59 kg

Pesée de contrôle de la catégorie : 57 kg. Couleur de l'urine : environ 5

Perte de poids : 2 kg

Perte de poids en % : $2 \text{ kg} : 59 \text{ kg} \times 100 = 3,4 \%$

Objectif : perte de poids inférieure à 4 % (voir tableau 12)

Conclusion : perte d'eau tolérable mais combler la carence en eau le plus rapidement possible après la pesée

Lors d'efforts prolongés, nécessitant essentiellement de l'endurance ou de la coordination fine, de légères pertes d'eau de l'ordre de 2 % du poids normal suffisent à affecter visiblement les performances. Lors d'efforts brefs, intenses et de force, ou lors d'efforts exclusivement anaérobies, le corps supporte des pertes d'eau de l'ordre de 4 % du poids normal sans que les performances en soient affectées. Néanmoins, dans les spécialités sportives à catégories de poids, ces valeurs sont souvent largement dépassées dans la phase de réduction à court terme du poids corporel et doivent être considérées comme nettement défavorables aux performances.

Que penser des changements de régime alimentaire à court terme ?

Dans les jours qui précèdent une compétition et le jour de la compétition, les changements de régime alimentaire, non testés (par ex. : cures d'amaigrissement par le jeûne, suppression des boissons, régimes intenses) provoquent le plus souvent une baisse des performances.

A quoi doit ressembler le schéma nutritionnel d'un jour d'entraînement typique, en principe ?

Spécialité sportive : Triathlon

Contenu principal : Jour d'entraînement réparti à vélo, à la course à pied

Axe temporel	N° du module	Activité	Type de repas / aliments possibles	Remarques
06h00			<p>8</p> <p>Petits repas avant ou après effort :</p> <p>a) <i>Si la tolérance est garantie :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - en-cas pauvres en graisses comme pain blanc, galettes de céréales (par exemple galettes de riz) combinés avec bananes mûres ou miel, barres de céréales pauvres en graisses, év. riz au lait, flan à la semoule, biscottes, sticks salés, év. corn flakes non sucrés avec banane, miel avec lait très dilué ou jus de fruits très dilué - gorgées de boisson (eau, infusion de fruit, etc.) <p>b) <i>En cas de suspicion d'intolérance ou durant l'échauffement :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - gorgées de boissons pour sportifs bien tolérées (préparation « maison ») 	Constante de glycémie
07h00	8			
07h00	4	Natation		
08h00				
08h00	4			
09h00	1	Petit-déjeuner		
09h00				
10h00				
10h00	4			
11h00				
11h00	1	Petit-déjeuner		
11h00				
12h00	4	Entraînement de vélo		
12h00				
13h00				
13h00	4			
14h00				
14h00	5			
15h00	6	Dîner		
15h00				
16h00				
16h00	8			
17h00	6			
17h00				
18h00	4	Entraînement de course à pied		
18h00				
19h00	3			
19h00	5			
20h00	3	Souper		
20h00				
21h00	2			
21h00				
22h00	2			

Illustration 17 : Exemple de schéma nutritionnel (triathlon).

Dans l'alimentation du sportif, les aspects de tolérance et de disponibilité des aliments sont prioritaires. C'est pourquoi on privilégiera des repas légers et digestes dans la perspective d'efforts intenses qui mettent le système gastro-intestinal à rude épreuve (par ex. : un entraînement de course à pied), tandis que les aliments plus lourds et moins digestes seront réservés aux repas pris quelques heures avant ou après un effort intensif.

- Les facteurs liés à l'alimentation peuvent réduire fortement les performances.
- La consommation d'aliments frais, inconnus et non emballés doit être évitée à tout prix avant et pendant les compétitions.
- Utiliser de l'eau pétillante en bouteilles ou distribuée par les fournisseurs officiels.
- Choisir des aliments sûrs, les cuire, les peler, les bouillir... ou y renoncer.
- Le contrôle quotidien du poids corporel et de la couleur des urines sert à mesurer la quantité d'eau disponible dans le corps (qui sert de « liquide réfrigérant »). En situation de chaleur et d'humidité, trop peu de liquide réfrigérant réduit les capacités de performance et de récupération.
- Les changements brutaux de régime alimentaire insuffisamment testé durant les jours qui précèdent une compétition ou le jour de la compétition affectent également les performances.
- Avant, pendant et après l'effort, préférer des aliments légers et digestes.

3.5.3. Alimentation avant un effort intense ou une compétition

Les réserves de glucides doivent-elles être en excès dans les derniers jours précédant une compétition ?

Dans les trois derniers jours précédant une compétition, de gros apports en glucides, de l'ordre de 10 grammes par kilo de poids corporel et par jour, associés à une forte diminution du niveau d'entraînement, provoquent une surcharge des réserves en glucides dans le foie et les muscles. Parallèlement à cette surcharge, les cellules des muscles et du foie accumulent nettement plus d'eau. Si les réserves en glucides sont excessives, il faut s'attendre à une prise de poids de 1 à 1,5 kg. Sous des climats tempérés, dans les efforts d'endurance (marathon, par exemple) ou les efforts intermittents (VTT) de plus de 60 à 90 minutes, l'excès de réserves en glucides a un effet vraisemblable d'accroissement des performances. Bien que le corps consomme plus de glucides en situation de chaleur et d'humidité, cet effet d'accroissement des performances par surcharge des réserves est moins marqué. En effet, des conditions chaudes et humides associées à des efforts intenses peuvent entraîner une augmentation de la température corporelle, ce qui peut contribuer à faire baisser les performances, voire à les interrompre, avant que les réserves en glucides ne soient épuisées.

Peut-on surcharger de façon ciblée ses réserves en eau ?

En présence de chaleur/humidité et d'efforts prolongés et intenses, la capacité de performance physique semble être davantage affectée par une augmentation de la température corporelle que par un manque d'énergie. C'est pourquoi, en plus de l'hydratation peu avant et durant l'effort, il est conseillé d'emmagasiner le plus d'eau possible comme moyen de réfrigération. Grâce à des systèmes de régulation bien pensés, une absorption de grandes quantités de liquide à moyen terme peut entraîner de plus grandes pertes de liquide et éviter ainsi une surcharge des réserves en liquide. Ces systèmes peuvent être surchargés dans les deux heures qui précèdent la compétition, à l'aide de glycérine ou de solutions de bicarbonate de sodium et sel de cuisine fortement concentrées. Chez les personnes qui perdent plus de 2 % de leur poids normal durant les compétitions dans des conditions de chaleur et d'humidité, malgré un apport ciblé en liquide, ces surcharges en eau peuvent améliorer leurs performances. Les surcharges en eau peuvent toutefois s'accompagner d'effets secondaires indésirables, aussi doivent-elles être testées plusieurs mois avant les compétitions importantes, en collaboration avec des spécialistes compétents.

Quel est l'effet d'une prise de liquide et/ou de glucides peu avant un effort intensif ou une compétition ?

La quantité de liquide absorbée, déterminée d'après la pesée et la couleur de l'urine, permet de débiter la compétition avec des réserves en liquide remplies (poids normal +/- 1 %). Si la compétition est telle qu'il faille s'attendre à une carence en liquide de plus de 2 % malgré un apport régulier, on pourra avaler dans les dernières minutes avant la compétition 3 dl environ d'une boisson pour sportifs contenant du sel et des glucides. Cette prise de dernière minute permet, d'une part, d'emmagasiner 3 dl de liquide supplémentaires dans le corps et, d'autre part, d'activer de façon ciblée le métabolisme nerveux et cérébral. Même un rinçage de la bouche avec ce type de boisson dans les minutes précédant l'effort suffit à favoriser l'activité du métabolisme nerveux et cérébral. Les deux mesures décrites peuvent ainsi contribuer positivement aux performances physiques. Toutefois, si l'on ingère plusieurs litres de liquide dans les dernières heures avant la compétition alors que le poids corporel reste normal (+/- 1 %), les performances peuvent en être affectées, voire la vie menacée.

Que manger dans les dernières heures avant un effort intensif ?

Dans les dernières heures avant une compétition, il faut optimiser ses réserves en liquide et en glucides. Selon les valeurs mesurées (poids corporel, couleur de l'urine), il faut rétablir le poids normal et, en tenant compte de l'adaptation psychologique, remplir les réserves en glucides avec des aliments aussi digestes que possible.

Spécialité sportive : VTT

Contenu principal : Journée de course : départ 10h00

Axe temporel	N° du module	Activité	Type de repas / aliments possibles	Remarques	
06h00 15 30 45	7	Petit-déjeuner	Repas copieux d'avant effort, avec part importante de graisses, de fibres alimentaires et de protéines a) Si la tolérance est garantie - Variante 1 Pain blanc (év. pain bis) avec miel et/ou recouvert de morceaux de banane - Variante 2 Corn flakes nature avec un peu de banane mûre et, éventuellement, flocons d'avoine avec lait dilué ou jus de fruits dilué - Variante 3 Bouillie de céréales, bouillie de semoule, bouillie d'avoine avec un peu de banane, raisins secs - Variante 4 Pâtes (sans œufs), riz, maïs, év. purée de pommes de terre, avec sauce allégée (par ex. : sauce tomates sans oignons, ail, etc., év. sauce claire allégée), év. bouillon et pain blanc 0,5 litre environ de boisson sous la forme d'infusion de fruits, d'eau, d'eau minérale ou de jus de fruits très dilué (dilution : au moins 1/3 de jus de fruits, 2/3 d'eau)	Optimisation du glycogène pour une capacité de performance maximale	
07h00 15 30 45	8?				
08h00 15 30 45	4	Echauffement			
09h00 15 30 45					
10h00 15 30		Départ			
			b) En cas de suspicion d'intolérance : - Variante 1 Bouillie pour enfants enrichie d'un peu de banane mûre + 0,5 litre environ de boisson sous la forme d'infusion de fruits, d'eau, d'eau minérale ou de jus de fruits très dilué (dilution : au moins 1/3 de jus de fruits, 2/3 d'eau) - Variante 2 Jusqu'à 2 litres de boisson pour sportifs bien tolérée (préparation « maison ») à base de maltodextrine, ingérée en petites quantités (environ 1,5 – 2 dl), avec quelques bouchées de pain blanc, banane, biscottes, barres pauvres en graisse, év. riz au lait, etc.		
			8	Petits repas avant ou après effort : a) Si la tolérance est garantie : - en-cas pauvres en graisses comme pain blanc, galettes de céréales (par ex. : galettes de riz) combinés avec bananes mûres ou miel, barres de céréales pauvres en graisses, év. riz au lait, flan à la semoule, biscottes, sticks salés, év. corn flakes non sucrés, miel avec lait très dilué ou jus de fruits très dilué - gorgées de boisson (eau, infusion de fruits, etc.) b) En cas de suspicion d'intolérance ou durant l'échauffement : - gorgées de boissons pour sportifs bien tolérées (faites « maison »)	Constante de glycémie
			4	Optimisation des performances - Environ 5 minutes avant le début de l'effort, boire 3 à 5 dl de boisson pour sportifs contenant du sel et des glucides, ou de l'eau. Pendant les efforts intensifs (> 1 heure), consommer par heure environ 0,4 à 0,8 litre d'une boisson pour sportifs contenant du sel et des glucides. Variante de boisson pour sportifs 1 : boisson pour sportifs bien tolérée, disponible dans le commerce et provenant de fabricants agréés Variante de boisson pour sportifs 2 : mixture « maison » avec sel - Eventuellement, aliments solides en-en-cas (par ex. : morceaux de banane, morceaux de barres de céréales, sticks salés, morceaux de pain blanc, biscotte, leckerli bâlois, etc.) - En cas d'entraînement pratiqué sciemment à jeun ou en régime brûle-graisse, on renoncera à boire des boissons contenant des glucides.	

Illustration 18 : Exemple de schéma nutritionnel – les dernières heures avant un effort intensif (VTT).

- La surcharge ciblée des réserves en glucides avant des efforts intermittents ou d'endurance de plus de 60 à 90 minutes peut améliorer la capacité de performance mais doit être testée au préalable dans les mêmes conditions de chaleur et d'humidité.
- Les personnes qui présentent des pertes de liquide élevées et non compensables durant les efforts longs et intensifs verront leurs performances s'améliorer du fait d'une surcharge en eau, à condition que l'utilisation de glycérine ou de solutions hautement concentrées de bicarbonate et sel de cuisine ait été soigneusement testée et qu'elle ne présente aucun effet secondaire susceptible d'affecter la capacité de performance.

- Avaler des boissons pour sportifs contenant du sel et des glucides ou se rincer la bouche avec ces boissons quelques minutes avant le départ peut également influencer positivement sur la capacité de performance.

3.5.4. Alimentation pendant un effort intense ou une compétition

Boisson : quelle est la quantité suffisante ?

La réaction du corps à la chaleur et à l'humidité (quantité de sueur, composition de la sueur, etc.) varie fortement d'une personne à l'autre. Comme le montre le tableau 12, il convient de vérifier préalablement aux Jeux Olympiques, à l'aide de la couleur des urines et du poids corporel relevés avant et après des efforts intenses dans des conditions chaudes et humides, dans quelle mesure le régime de boissons d'une personne convient à ses objectifs. Pour prévenir toute baisse des performances dans les spécialités sportives comportant une large part d'endurance et de fine motricité, la perte de poids corporel immédiatement après l'effort ne peut excéder 2 % du poids normal. Dans les spécialités sportives comportant une large part de force ou d'effort anaérobie, elle ne peut dépasser 4 %. La surveillance des habitudes de boisson est donc essentielle, car une prise de poids durant l'effort révèle une trop grande ingestion de liquide qui peut s'avérer néfaste pour les performances, voire dangereuse pour la vie du sportif. Selon le sexe, le poids corporel, la spécialité sportive, l'environnement et d'autres facteurs encore, l'apport de liquide durant un effort intense doit être de l'ordre de 0,4 à 0,8 litre par heure.

Que doivent contenir les boissons ?

La chaleur associée à l'effort intense entraîne souvent une plus grande perméabilité de la paroi intestinale, notamment pour des substances qui, normalement, ne passent pas dans l'intestin. Ces substances sont susceptibles de réduire la capacité de performance et d'accroître le risque d'affections liées à la chaleur. Pour ne pas surcharger le système gastro-intestinal plus que nécessaire dans ces conditions, on ne consommera pendant un effort intensif que des boissons suffisamment testées et bien tolérées (voir tableau 13).

Boissons	Part de glucides par litre de boisson, osmolalité, type de glucides	Quantité de sel de cuisine par litre de boisson
Eau qualitativement irréprochable	–	–
Eau salée qualitativement irréprochable	–	1-2 g (équivalent à environ 0,4 à 0,8 g de sodium par litre de boisson)
Boisson salée et contenant des glucides	80 g environ, mélanges glucose/fructose hypotoniques et isotoniques	1-2 g (équivalent à environ 0,4 à 0,8 g de sodium par litre de boisson)

Tableau 13 : Composition de boissons bien tolérées lors d'efforts intenses dans des conditions de chaleur et d'humidité élevées.

L'idéal serait de tester des boissons pour sportifs à base de sel et de glucides lors d'efforts brefs mais très intenses de moins d'une heure et lors d'efforts intenses de plus d'une heure, dans la perspective des Jeux Olympiques, afin de vérifier que les procédés sont bien tolérés. Ces boissons peuvent favoriser les capacités de performance et de récupération par grande chaleur. La consommation de boissons pour sportifs qui contiennent, outre du sel et des

glucides, de grandes quantités de protéines, n'a pas été étudiée en situation de chaleur et d'humidité élevées. Consommées lors d'efforts prolongés et intenses, ces boissons sont susceptibles de poser des problèmes de tolérance et de réduction des disponibilités en liquide. Nous en déconseillons donc l'usage dans ces conditions.

Peut-on préparer soi-même des boissons pour sportifs bien tolérées ?

Si les boissons pour sportifs à base de sel et de glucides proposées par les vendeurs agréés ne sont pas bien tolérées, on pourra préparer ses propres boissons à l'aide du tableau 14 ci-dessous.

Ingrédients	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Eau qualitativement irréprochable ou infusion de fruits ou infusion d'herbes (par ex. : camomille, fenouil)	1 litre	1 litre	1 litre	1 litre
Sucre	30 g		15 g	
Fructose		30 g	15 g	
Maltodextrine	50 g	50 g	50 g	50 g
Sirop				30 g
Sel de cuisine	1,5 g	1,5 g	1,5 g	1,5 g

Tableau 14 : Boissons pour sportifs « maison » et bien tolérées.

Comment se nourrir pendant les efforts intenses et les compétitions ?

Spécialité sportive : Beach-volleyball

Contenu principal : Journée de compétition

Axe temporel	N° du module	Activité	Type de repas / aliments possibles	Remarques	
08h00 30 45 15 30 45	4	Préparation au match	<p>Optimisation des performances</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environ 5 minutes avant le début de l'effort, boire 3 à 5 dl de boisson pour sportifs contenant du sel et des glucides, ou de l'eau. Pendant les efforts intenses (> 1 heure), consommer par heure environ 0,4 à 0,8 litre d'une boisson pour sportifs contenant du sel et des glucides. - Variante de boisson pour sportifs 1 : boisson pour sportifs bien tolérée, disponible dans le commerce et provenant de fabricants agréés - Variante de boisson pour sportifs 2 : mixture « maison » avec sel - Eventuellement, aliments solides en en-cas (par ex. : morceaux de banane, morceaux de barres de céréales, sticks salés, morceaux de pain blanc, biscotte, leckerli bâlois, etc.) - En cas d'entraînement pratiqué sciemment à jeun ou en régime brûle-graisse, on renoncera à boire des boissons contenant des glucides 		
09h00 15 30 45	4	Match			
10h00 15 30					

Illustration 19 : Exemple de schéma nutritionnel durant un effort intense (beach-volleyball).

Les boissons pour sportifs contenant du sel et des glucides apportent du liquide, des glucides et du sel et peuvent être associées à des en-cas solides, faciles à digérer.

- Pour prévenir les baisses de performances, il faut boire la quantité nécessaire pour ne pas perdre durant l'effort plus de 2 % de son poids corporel normal dans le cas d'une spécialité sportive comportant une grande part d'endurance et de motricité fine et plus de 4 % dans le cas d'une spécialité sportive comportant une grande part de force ou de dépense d'énergie anaérobie.
- De l'eau ou de l'eau salée de qualité irréprochable sont des boissons bien tolérées qui favorisent les performances. On attribue aux boissons pour sportifs contenant du sel et des glucides des vertus d'augmentation des capacités de performance et de récupération.
- Si les boissons pour sportifs à base de sel et de glucides proposées par les vendeurs agréés sont mal supportées, on pourra préparer ses propres mixtures pour accroître ses capacités de performance et de récupération.

3.5.5. Alimentation après un effort intense ou une compétition

Quel est le rapport entre alimentation et récupération ?

Souvent, le sportif ne dispose que de quelques heures de récupération entre deux compétitions. Le tableau 15 montre ce que l'alimentation doit apporter pour une récupération aussi rapide que possible.

Aspect	But
Liquide et électrolytes	Remplissage des réserves en liquide et en électrolytes consommés (sel, par exemple)
Réserves de glucides	Remplissage des réserves épuisées
Muscles	Soutien ciblé du métabolisme des protéines, particulièrement sollicité sous la chaleur
Système immunitaire	Stabilisation du système immunitaire
Graisses intramusculaires	Remplissage des réserves de graisses intramusculaires

Tableau 15 : Liens entre alimentation et récupération.

Pourquoi faut-il retrouver son poids normal six heures après un effort prolongé et intensif ?

Pour que les réserves se reconstituent le plus rapidement possible, que les structures cellulaires détruites se remplacent et que le système immunitaire se stabilise, il faut que la quantité d'eau disponible, au-dedans et au-dehors des cellules, soit suffisante. Afin de pouvoir fournir quotidiennement des efforts longs et intenses dans un environnement chaud et humide, il faut une prise ciblée de liquide, d'électrolytes et d'aliments, fondée sur des mesures nutritionnelles coordonnées dans les six heures suivant l'effort.

Boisson : que boire et en quelle quantité durant les six heures suivant l'effort ?

Pour remplir les réserves en eau (réhydratation) et en sel, il convient de boire environ 1,5 litre de liquide par kilo de poids perdu (pesée directement après l'effort ou avant le repas), avec une quantité suffisante de sel. Si l'on ne boit que de l'eau, sans sel, cette eau ne sera pas suffisamment stockée dans le corps et absorbée par les cellules. Outre les boissons pour sportifs contenant du sel et des glucides, les boissons de récupération fortement salées et les boissons de récupération aux glucides et protéines ont fait leurs preuves, surtout lorsqu'elles

sont associées à des aliments salés et à des quantités de liquide suffisantes (voir tableau 16). L'alcool et les boissons contenant de la caféine ne sont pas indiqués pour une réhydratation rapide.

Combinaisons liquide-sel nécessaires par kilo de poids corporel perdu (d'après pesée)
• environ 1,5 litre de boisson pour sportifs contenant du sel et des glucides ou mixture « maison » avec sel
• environ 1,5 litre d'eau + 2 g de sel de cuisine
• environ 4 dl de bouillon de légumes + 1,1 litre de liquide
• environ 50 g de chips ou biscuits salés + 1,5 litre de liquide
• environ 100 g de pain + 1,5 litre de liquide
• environ 128 g de crackers + 1,5 litre de liquide
• environ 80 g de corn flakes + 1,5 litre de liquide
• environ 80 g de muesli croquant + 1,5 litre de liquide
• environ 100 g de sandwich à la viande séchée* + 1,5 litre de liquide
• environ 130 g de sandwich au fromage* + 1,5 litre de liquide
• environ 130 g de sandwich au thon* + 1,5 litre de liquide
• environ 100 g de noix (de toute sorte) salées ou grillées + 1,5 litre de liquide

* uniquement de qualité irréprochable et provenant d'un fournisseur officiel

Tableau 16 : Combinaisons liquide-sel pour un remplissage rapide des réserves en liquide et en électrolytes.

Exemple : triathlète

Poids normal : 69 kg

Pesée avant le souper : 67 kg

Perte de poids corporel : 2 kg

Quantité de liquide nécessaire associée à suffisamment de sel pour la réhydratation : 2 x 1,5 litre = 3 litres

Quels sont les avantages des boissons de récupération contenant des protéines et des glucides ?

Après l'effort, les boissons de récupération qui contiennent des protéines et des glucides sont, d'un point de vue gustatif, une alternative bienvenue et digeste. Elles contribuent à remplir les réserves de glucides, à reconstituer les protéines musculaires, à stabiliser le système immunitaire et à augmenter la capacité de rétention d'eau du corps. Ces boissons doivent toutefois être préparées à partir d'eau de qualité, pour des raisons de propreté microbiologique. Elles peuvent être conservées dans les récipients hygiéniques et bien réfrigérés durant quelques heures.

A quoi ressemble un schéma nutritionnel pour récupérer lorsqu'on ne dispose que de six heures après un effort intensif ?

Compte tenu du fait que le système gastro-intestinal est fortement malmené par la chaleur, il est conseillé d'entamer la récupération à l'aide de nourriture liquide digeste et immédiatement assimilable, le plus rapidement possible après la fin de l'effort. Ensuite, de petits en-cas solides et digestes sont conseillés, associés à de l'eau et du sel, ou des en-cas liquides. 90 minutes environ après la fin de l'effort, on prendra un repas plus important et digeste, complété d'une préparation poly-vitaminée équilibrée et de haute qualité. Pour un

repas moins digeste et à assimilation lente, on attendra trois à quatre heures après la fin de l'effort. L'illustration 20 explique ce schéma plus en détail.

Temps écoulé depuis l'effort	N° du module	Aspect	Type de repas / aliments possibles
		Effort	
0h00	①	↓	① Repas d'après effort riche en glucides (70 g) et en protéines immédiatement après l'effort (1 g de glucides (gl.) par kilo de masse corporelle (MC) + protéines + liquide + sel) <i>soit</i> • Boisson de récupération spécifique à base de gl. et protéines (105 g de poudre), diluée dans environ 5-6 dl de liquide (eau, év. lait très dilué ou jus de fruits très dilué) + év. sel <i>soit</i> • Si boissons de récupération indisponibles et lait bien toléré : environ 7 dl de « Energy Milk » ou de « Choco Drink » <i>soit</i> • Si boissons de récupération indisponibles : environ 70 g de barre protéinée + environ 7 dl de boisson aux glucides et électrolytes ou mixture « maison » avec maltodextrine + sel
0h30	②		
1h00	②	↓	② Petits en-cas aux glucides (42 g) <i>soit</i> • 1,5 à 2 dl de boisson aux glucides fortement concentrée (250 g de glucides par litre) <i>soit</i> • 4 dl de boisson sucrée (sans caféine) + sel <i>soit</i> • 60 g de barre aux glucides + eau + sel <i>soit</i> • 70 g de barre énergétique + eau + sel <i>soit</i> • 5 dl de boisson aux glucides et électrolytes (8 % de gl.) <i>soit</i> • 75 g de pain blanc (2 morceaux moyens) avec miel + eau + sel <i>soit</i> • 60 g de leckerli bâlois (7-8 biscuits) + eau <i>soit</i> • 75 g de biscôme (environ 1 morceau) + eau <i>soit</i> • 200 g de banane mûre (environ 2 bananes moyennes) + eau <i>soit</i> • 60 g de barre Farmer Soft (3 barres env.) + eau <i>soit</i> • Bouillon + environ 40 g de maltodextrine <i>soit</i> • 280 g de pommes de terre cuites (environ 3 pommes de terre) + eau + sel <i>soit</i> • 55 g de sticks salés + eau <i>soit</i> • 65 g de dattes (environ 5 à 6 dattes moyennes) + eau <i>soit</i> • 210 g de sorbet emballé ou 130 g de sorbet emballé + eau <i>soit</i> • 50 g d'anneaux de Willisau (environ 10 biscuits) + eau <i>soit</i>
1h30	③		
2h00	④	↓	③ Petits en-cas aux glucides (42 g) et protéines (environ 0,6 g de glucides (gl.) + 0,2 g de protéines par kg de masse corporelle (MC) + liquide + sel) <i>soit</i> • Boisson de récupération spécifique à base de gl. et protéines (60 g de poudre), diluée dans environ 3 dl de liquide (eau, év. lait très dilué ou jus de fruits fortement dilué) + év. sel <i>soit</i> • Si boissons de récupération indisponibles et lait bien toléré : environ 4 dl de « Energy Milk » ou de « Choco Drink » <i>soit</i> • Si boissons de récupération indisponibles : environ 50 g de barre protéinée + environ 4 dl de boisson aux glucides et électrolytes ou mixture « maison » avec maltodextrine + sel
2h30	②		
3h00	②	↓	④ Repas digeste aux glucides (environ 84 g) (environ 1,2 g de glucides (gl.) par kg de masse corporelle (MC) + liquide + sel) <i>soit</i> • 280 g de pâtes sans œufs cuites (1 grande assiette env.) avec une sauce légère (légumes, tomates) ou compote de pommes + eau + sel <i>soit</i> • 400 g de riz cuit (1 grande assiette env.), avec une sauce légère (légumes, tomates) ou compote de pommes + eau + sel <i>soit</i> • 100 g de corn flakes, év. avec banane mûre + lait très dilué + eau <i>soit</i> • 150 g de pain blanc (environ 3-4 morceaux) avec bouillon ou soupe de légumes légère + eau <i>et</i> • préparation multivitaminée équilibrée et de qualité
3h30	⑤		
4h00	⑤	↓	⑤ Repas principal copieux à haute teneur en glucides (>84 g) (> 1,2 g de glucides (gl.) par kg de masse corporelle (MC) + liquide + sel) environ 0,5 litre d'eau, d'eau minérale, d'infusion de fruits, de jus de fruits ou de légumes fortement dilué, etc. + év. 1 assiette de soupe + environ 250 g (environ 1 assiette à soupe) de salade avec sauce de qualité (préparée avec des huiles pour salades de qualité : colza, germes de blé, soja, (lin), éventuellement associées à de l'huile d'olive), <i>soit</i> environ 200 à 300 g de légumes (cuits ou à la vapeur) + environ 150 g (2 morceaux) de cuisse de poulet + 200 g de petits pois, <i>soit</i> environ 200 g de blanc de poulet, <i>soit</i> environ 180 g de viande maigre, <i>soit</i> environ 200 g de poisson maigre, <i>soit</i> environ 100 g de viande séchée, <i>soit</i> environ 150 g de jambon, <i>soit</i> 250 g de légumineuses, <i>soit</i> environ 200 g de steak de tofu, <i>soit</i> environ 100 g de fromage + ½ verre de demi-crème acidulée sur pommes de terre en robe des champs, etc. + environ 500 g de pommes de terre cuites, <i>soit</i> environ 350 g de pâtes cuites, <i>soit</i> environ 300 g de gratin de pommes de terre, <i>soit</i> environ 400 g de riz cuit, <i>soit</i> environ 250 g de risotto + év. 1 ou 2 fruits ou baies, si aucun fruit ou aucune baie n'a été mangé auparavant + thé, eau, jus de fruits dilué
4h30	②		
5h00	②	↓	
5h30	②		
6h00	②	↓	
6h30	②		
7h00			

1) Selon sa corpulence, chacun peut adapter les quantités à son poids corporel.

Illustration 20 : Exemple de schéma nutritionnel – Récupération nutritionnelle complète sur six heures pour une personne de 70 kilos.

- S'il s'agit de fournir un effort intense en peu de temps, des mesures nutritionnelles ciblées vers une récupération rapide sont nécessaires.
- Pour pouvoir fournir le plus rapidement possible des efforts intensifs à l'entraînement et en compétition, il faut avoir récupéré son poids normal en six heures après la fin de l'effort précédent.
- Pour remplir rapidement des réserves en eau et en électrolytes, il faut ingérer environ 1,5 litre de liquide par kilo de poids perdu (d'après pesée), avec suffisamment de sel.
- Les boissons de récupération interviennent activement dans les divers processus de récupération et y contribuent.
- Directement après un effort intensif, consommer d'abord des liquides salés, digestes et facilement assimilables. Trois à quatre heures après la fin de l'effort, on pourra envisager un repas moins digeste et à assimilation lente.

3.5.6. Compléments alimentaires

Quels sont les compléments alimentaires qui peuvent influencer positivement la capacité de performance et de récupération du corps ?

Compléments alimentaires	Compléments alimentaires
<ul style="list-style-type: none"> • Boissons pour sportifs contenant du sel et des glucides ou mixture « maison » + sel 	<ul style="list-style-type: none"> • Citrate / bicarbonate de sodium (en une ou plusieurs prises)
<ul style="list-style-type: none"> • Boissons de récupération contenant des glucides et des protéines 	<ul style="list-style-type: none"> • Glycérine
<ul style="list-style-type: none"> • Boissons aux glucides fortement concentrés 	<ul style="list-style-type: none"> • Caféine
<ul style="list-style-type: none"> • Créatine 	<ul style="list-style-type: none"> • HMB

Tableau 17 : Compléments alimentaires à potentiel d'optimisation des performances et de la récupération avéré, selon la spécialité sportive, chez des personnes non carencées.

Compléments alimentaires	Compléments alimentaires
<ul style="list-style-type: none"> • Colostrum 	<ul style="list-style-type: none"> • Ribose
<ul style="list-style-type: none"> • Probiotiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Vitamine C
<ul style="list-style-type: none"> • Leucine 	<ul style="list-style-type: none"> • Divers antioxydants
<ul style="list-style-type: none"> • Solutions salées fortement concentrées 	

Tableau 18 : Compléments alimentaires à potentiel d'optimisation des performances et de la récupération pas encore entièrement avéré, selon la spécialité sportive, chez des personnes non carencées.

Avant d'envisager la prise de compléments alimentaires à potentiel d'optimisation des performances et de la récupération avéré ou pas encore entièrement avéré selon la spécialité sportive, il convient de consulter le médecin du sport pour exclure toute carence dans l'alimentation courante (par ex. : carence en énergie, en fer, en magnésium). Si la prise de

substances non interdites est acceptable pour le sportif concerné, on peut alors élaborer et tester un programme de compléments alimentaires en collaboration avec le médecin du sport et des spécialistes compétents dans ce domaine, de façon adaptée à la spécialité sportive pratiquée. Utilisés incorrectement (dosage, moment de la prise, durée d'utilisation, etc.), les compléments alimentaires mentionnés dans les tableaux 17 et 18 peuvent avoir un effet très néfaste sur les performances.

Quels sont les compléments alimentaires qui peuvent être utiles dans le cas spécifique de la chaleur et de l'humidité ?

• Boissons pour sportifs contenant du sel et des glucides ou mixture « maison » + sel
• Boissons de récupération contenant des glucides et des protéines ou préparations protéinées de qualité
• Boissons aux glucides fortement concentrées
• Préparations multi-vitaminées et multi-minéralisées de qualité et équilibrées
• Probiotiques
• Vitamine C et/ou autres préparations antioxydantes

Tableau 19 : Quelques compléments alimentaires utiles en cas de chaleur et d'humidité.

Les préparations reprises au tableau 19 doivent être testées dans des conditions de chaleur et d'humidité élevées, dans la perspective des Jeux Olympiques, en concertation avec le médecin du sport et des spécialistes. On pourra souvent utiliser des compléments en poudre, comprimés ou capsules. En cas d'utilisation de compléments alimentaires en poudre (par ex. : boissons pour sportifs), il convient de discuter avec les responsables de la fédération des modalités de transport (modalités douanières, par exemple). Des aspects hygiéniques tels que le nettoyage des récipients à boisson (gourdes), un lieu de stockage avec accès réservé aux membres du staff, la disponibilité d'eau potable de qualité irréprochable pour la préparation et le stockage au réfrigérateur des boissons préparées par les sportifs, doivent absolument être respectés.

Les compléments alimentaires peuvent-ils être contaminés par des substances interdites ?

Il convient de n'acheter que des compléments alimentaires fournis par des fabricants agréés qui garantissent le respect de normes de qualité minimales, comme par exemple les normes GMP. Il est fortement déconseillé de consommer des compléments de fabricants inconnus appliquant des normes de qualité non éprouvées. Des contaminations par des substances interdites entraînent des tests antidopage positifs, avec les conséquences que l'on sait.

- Les compléments alimentaires à potentiel d'optimisation des performances et de la récupération avéré ou pas entièrement avéré ne peuvent être pris qu'en concertation avec le médecin du sport et des spécialistes. Une utilisation incorrecte de ces substances peut faire baisser les performances !
- Pour chaque complément alimentaire testé en prévision des Jeux Olympiques et utile pour le sportif concerné, il convient de tenir compte des aspects tels que le transport, le stockage et l'hygiène.
- **Ne pas consommer de compléments alimentaires de fabricants inconnus et de qualité douteuse (commandés sur Internet, par exemple).**

3.5.7. Bibliographie

- Cheung SS, McLellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. *Physiological manipulations and individual characteristics. Sports Med* 29 : 329-59, 2000.
- Webb P. The physiology of heat regulation. *Am J Physiol* 268 : R838-50, 1995.
- Kenney WL. Heat flux and storage in hot environments. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2 : S92-5, 1998.
- Sawka MN, Coyle EF. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc Sport Sci Rev* 27 : 167-218, 1999.
- Cheung SS, McLellan TM. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. *J Appl Physiol* 84 : 1731-9, 1998.
- Cheuvront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running : biological and environmental influences. *Sports Med* 31 : 743-62, 2001.
- Cheung SS, Sleivert GG. Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. *Exerc Sport Sci Rev* 32 : 100-6, 2004.
- Lambert GP. Role of gastrointestinal permeability in exertional heatstroke. *Exerc Sport Sci Rev* 32 : 185-90, 2004.
- Lambert GP, Gisolfi CV, Berg DJ, Moseley PL, Oberley LW, Kregel KC. Selected contribution : Hyperthermia-induced intestinal permeability and the role of oxidative and nitrosative stress. *J Appl Physiol* 92 : 1750-61; discussion 1749, 2002.
- Deibert P, Koenig D, Dickhuth HH, Berg A. The gastrointestinal system : the relationship between an athlete's health and sport performance. *Int SportMed J* 6 : 130-40, 2005.
- Strid H, Simren M. The effects of physical activity on the gastrointestinal tract. *Int SportMed J* 6 : 151-61, 2005.
- Febbraio MA. Does muscle function and metabolism affect exercise performance in the heat ? *Exerc Sport Sci Rev* 28 : 171-6, 2000.
- Noakes TD. Exercise in the heat : old ideas, new dogmas. *Int SportMed J* 7 : 58-74, 2006.
- Febbraio MA. Alterations in energy metabolism during exercise and heat stress. *Sports Med* 31 : 47-59, 2001.
- Yamashita Y, Kaya M, Koyama K, Tsujita J, Hori S. Decreased energy expenditure during prolonged sub-maximal exercise in a warm environment. *Eur J Sport Sci* 5 : 153-8, 2005.
- Mohr M, Rasmussen P, Drust B, Nielsen B, Nybo L. Environmental heat stress, hyperammonemia and nucleotide metabolism during intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol* 97 : 89-95, 2006.
- Anonymous Joint Position Statement : nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc* 32 : 2130-45, 2000.
- Burke LM. Nutritional needs for exercise in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128 : 735-48, 2001.
- Hargreaves M, Hawley JA, Jeukendrup A. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion : effects on metabolism and performance. *J Sports Sci* 22 : 31-8, 2004.
- Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci* 22 : 15-30, 2004.
- Loucks AB. Energy balance and body composition in sports and exercise. *J Sports Sci* 22 : 1-14, 2004.
- Cheuvront SN, Carter R 3rd, Montain SJ, Sawka MN. Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14 : 532-40, 2004.
- Shirreffs SM. Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness* 40 : 80-4, 2000.
- Sawka MN, Cheuvront SN, Carter R 3rd. Human water needs. *Nutr Rev* 63 : S30-9, 2005.
- Kleiner SM. Water : an essential but overlooked nutrient. *J Am Diet Assoc* 99 : 200-6, 1999.
- Maresh CM, Whittlesey MJ, Armstrong LE, Yamamoto LM, Judelson DA, Fish KE, Casa DJ, Kavouras SA, Castracane VD. Effect of hydration state on testosterone and cortisol responses to training-intensity exercise in collegiate runners. *Int J Sports Med* 27 : 765-70, 2006.
- Schliess F, Richter L, vom Dahl S, Haussinger D. Cell hydration and mTOR-dependent signalling. *Acta Physiol (Oxf)* 187 : 223-9, 2006.
- Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 22 : 39-55, 2004.
- Convertino VA, Armstrong LE, Coyle EF, Mack GW, Sawka MN, Senay LC Jr, Sherman WM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 28 : i-vii 1996.
- Anonymous American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 39 : 377-90, 2007.
- Shirreffs SM, Armstrong LE, Cheuvront SN. Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *J Sports Sci* 22 : 57-63, 2004.
- Sawka MN, Montain SJ, Lutzka WA. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128 : 679-90, 2001.

- Kay D, Marino FE. Fluid ingestion and exercise hyperthermia : implications for performance, thermoregulation, metabolism and the development of fatigue. *J Sports Sci* 18 : 71-82, 2000.
- Epstein Y, Armstrong LE. Fluid-electrolyte balance during labor and exercise : concepts and misconceptions. *Int J Sport Nutr* 9 : 1-12, 1999.
- Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr* 72 : 564S-72S, 2000.
- Chevront SN, Carter R 3rd, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep* 2 : 202-8, 2003.
- Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Leithauser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 20 : 651-6, 2004.
- Burke LM, Hawley JA. Fluid balance in team sports. Guidelines for optimal practices. *Sports Med* 24 : 38-54, 1997.
- Horswill CA. Effective fluid replacement. *Int J Sport Nutr* 8 : 175-95, 1998.
- Hew-Butler T, Verbalis JG, Noakes TD. Updated fluid recommendation: position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). *Clin J Sport Med* 16 : 283-92, 2006.
- Montain SJ, Sawka MN, Wenger CB. Hyponatremia associated with exercise : risk factors and pathogenesis. *Exerc Sport Sci Rev* 29 : 113-7, 2001.
- Noakes TD, Sharwood K, Speedy D, Hew T, Reid S, Dugas J, Almond C, Wharam P, Weschler L. Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia : evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances. *Proc Natl Acad Sci USA* 102 : 18550-5, 2005.
- Nguyen MK, Kurtz I. New insights into the pathophysiology of the dysnatremias : a quantitative analysis. *Am J Physiol Renal Physiol* 287 : F172-80, 2004.
- Sims ST, van Vliet L, Cotter JD, Rehrer NJ. Sodium loading aids fluid balance and reduces physiological strain of trained men exercising in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 39 : 123-30, 2007.
- Robertson HT, Pellegrino R, Pini D, Oreglia J, DeVita S, Brusasco V, Agostoni P. Exercise response after rapid intravenous infusion of saline in healthy humans. *J Appl Physiol* 97 : 697-703, 2004.
- Ladell WS. The effects of water and salt intake upon the performance of men working in hot and humid environments. *J Physiol* 127 : 11-46, 1955.
- Konikoff F, Shoenfeld Y, Magazanik A, Epstein J, Shapira Y. Effects of salt loading during exercise in a hot dry climate. *Biomed Pharmacother* 40 : 296-300, 1986.
- Hargreaves M, Morgan TO, Snow R, Guerin M. Exercise tolerance in the heat on low and normal salt intakes. *Clin Sci (Lond)* 76 : 553-7, 1989.
- Luks AM, Robertson HT, Swenson ER. An ultracyclist with pulmonary edema during the Bicycle Race Across America. *Med Sci Sports Exerc* 39 : 8-12, 2007.
- Watson P, Black KE, Clark SC, Maughan RJ. Exercise in the heat : effect of fluid ingestion on blood-brain barrier permeability. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 2118-24, 2006.
- Kenefick RW, O'Moore KM, Mahood NV, Castellani JW. Rapid IV versus oral rehydration : responses to subsequent exercise heat stress. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 2125-31, 2006.
- Schwellnus MP, Nicol J, Laubscher R, Noakes TD. Serum electrolyte concentrations and hydration status are not associated with exercise associated muscle cramping (EAMC) in distance runners. *Br J Sports Med* 38 : 488-92, 2004.
- Maughan RJ. The sports drink as a functional food : formulations for successful performance. *Proc Nutr Soc* 57 : 15-23, 1998.
- Leiper JB. Intestinal water absorption -- implications for the formulation of rehydration solutions. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2 : S129-32, 1998.
- Murray R. Rehydration strategies -- balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2 : S133-5, 1998.
- Maughan RJ. Restoration of water and electrolyte balance after exercise. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2 : S136-8, 1998.
- Mack GW. Recovery after exercise in the heat -- factors influencing fluid intake. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2 : S139-41, 1998.
- Chevront SN, Carter R 3rd, Haymes EM, Sawka MN. No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1093-7, 2006.
- Armstrong LE, Whittlesey MJ, Casa DJ, Elliott TA, Kavouras SA, Keith NR, Maresh CM. No effect of 5 % hypohydration on running economy of competitive runners at 23 degrees C. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1762-9, 2006.
- Chevront SN, Carter R 3rd, Castellani JW, Sawka MN. Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *J Appl Physiol* 99 : 1972-6, 2005.
- Nikolopoulos V, Arkinstall MJ, Hawley JA. Reduced neuromuscular activity with carbohydrate ingestion during constant load cycling. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14 : 161-70, 2004.

Carter JM, Jeukendrup AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 36 : 2107-11, 2004.

Backhouse SH, Bishop NC, Biddle SJ, Williams C. Effect of carbohydrate and prolonged exercise on affect and perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 37 : 1768-73, 2005.

Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1h time trial cycling performance. *Int J Sports Med* 18 : 125-9, 1997.

Palmer GS, Clancy MC, Hawley JA, Rodger IM, Burke LM, Noakes TD. Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20 km time trial performance in well trained cyclists. *Int J Sports Med* 19 : 415-8, 1998.

Nassis GP, Williams C, Chisnall P. Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. *Br J Sports Med* 32 : 248-52, 1998.

Nicholas CW, Tsintzas K, Boobis L, Williams C. Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Med Sci Sports Exerc* 31 : 1280-6, 1999.

Desbrow B, Anderson S, Barrett J, Rao E, Hargreaves M. Carbohydrate-electrolyte feedings and 1h time trial cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14 : 541-9, 2004.

Nicholas CW, Williams C, Lakomy HK, Phillips G, Nowitz A. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J Sports Sci* 13 : 283-90, 1995.

Manninen AH. Hyperinsulinaemia, hyperaminoacidaemia and post-exercise muscle anabolism : the search for the optimal recovery drink. *Br J Sports Med* 40 : 900-5, 2006.

Seifert J, Harmon J, DeClercq P. Protein added to a sports drink improves fluid retention. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16 : 420-9, 2006.

Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 36 : 1233-8, 2004.

van Essen M, Gibala MJ. Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1476-83, 2006.

Romano-Ely BC, Todd MK, Saunders MJ, Laurent TS. Effect of an isocaloric carbohydrate-protein-antioxidant drink on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1608-16, 2006.

Koopman R, Pannemans DL, Jeukendrup AE, Gijsen AP, Senden JM, Halliday D, Saris WH, van Loon LJ, Wagenmakers AJ. Combined ingestion of protein and carbohydrate improves protein balance during ultra-endurance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 287 : E712-20, 2004.

Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 13 : 382-95, 2003.

Millard-Stafford ML, Sparling PB, Roskopf LB, Snow TK. Should carbohydrate concentration of a sports drink be less than 8 % during exercise in the heat ? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15 : 117-30, 2005.

Morris JG, Nevill ME, Thompson D, Collie J, Williams C. The influence of a 6.5 % carbohydrate-electrolyte solution on performance of prolonged intermittent high-intensity running at 30 degrees C. *J Sports Sci* 21 : 371-81, 2003.

Carter J, Jeukendrup AE, Mundel T, Jones DA. Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. *Pflugers Arch* 446 : 211-9, 2003.

Murray R, Bartoli W, Stofan J, Horn M, Eddy D. A comparison of the gastric emptying characteristics of selected sports drinks. *Int J Sport Nutr* 9 : 263-74, 1999.

Murray R, Seifert JG, Eddy DE, Paul GL, Halaby GA. Carbohydrate feeding and exercise : effect of beverage carbohydrate content. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 59 : 152-8, 1989.

Owen MD, Kregel KC, Wall PT, Gisolfi CV. Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 18 : 568-75, 1986.

Febbraio MA, Murton P, Selig SE, Clark SA, Lambert DL, Angus DJ, Carey MF. Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Med Sci Sports Exerc* 28 : 1380-7, 1996.

Febbraio MA, Chiu A, Angus DJ, Arkinstall MJ, Hawley JA. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol* 89 : 2220-6, 2000.

Mettler S, Rusch C, Colombani PC. Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland. *Schweiz ZS für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 54 : 92-5, 2006.

Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 22 : 65-79, 2004.

Watson P, Shirreffs SM, Maughan RJ. The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. *Eur J Appl Physiol* 93 : 306-14, 2004.

Cheuvront SN, Carter R 3rd, Kolka MA, Lieberman HR, Kellogg MD, Sawka MN. Branched-chain amino acid supplementation and human performance when hypohydrated in the heat. *J Appl Physiol* 97 : 1275-82, 2004.

Mittleman KD, Ricci MR, Bailey SP. Branched-chain amino acids prolong exercise during heat stress in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 30 : 83-91, 1998.

MacLean DA, Graham TE. Branched-chain amino acid supplementation augments plasma ammonia responses during exercise in humans. *J Appl Physiol* 74 : 2711-7, 1993.

AIS Sports Supplement Program. AIS Supplement Group Classification. Accès au lien suivant le 17 novembre 2006 sur le site Internet de l'Australian Institute of Sport : <http://www.ais.org.au/nutrition/SupClassification.asp>.

Faktenblätter nach Klassen. Accès au lien suivant le 26 octobre 2006 sur le site Internet du Service de prévention du dopage de l'Office fédéral du sport à Macolin : <http://www.dopinginfo.ch/de/content/view/297/190/> (en allemand).

Maughan RJ, King DS, Lea T. Dietary supplements. *J Sports Sci* 22 : 95-113, 2004.

McLean C, Graham TE. Effects of exercise and thermal stress on caffeine pharmacokinetics in men and eumenorrhic women. *J Appl Physiol* 93 : 1471-8, 2002.

Edge J, Bishop D, Goodman C. Effects of chronic NaHCO₃ ingestion during interval training on changes to muscle buffer capacity, metabolism, and short-term endurance performance. *J Appl Physiol* 101 : 918-25, 2006.

Douroudos II, Fatouros IG, Gourgoulis V, Jamurtas AZ, Tsitsios T, Hatzinikolaou A, Margonis K, Mavromatidis K, Taxildaris K. Dose-related effects of prolonged NaHCO₃ ingestion during high-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1746-53, 2006.

Latzka WA, Sawka MN. Hyperhydration and glycerol : thermoregulatory effects during exercise in hot climates. *Can J Appl Physiol* 25 : 536-45, 2000.

Volek JS, Mazzetti SA, Farquhar WB, Barnes BR, Gomez AL, Kraemer WJ. Physiological responses to short-term exercise in the heat after creatine loading. *Med Sci Sports Exerc* 33 : 1101-8, 2001.

Kilduff LP, Georgiades E, James N, Minnion RH, Mitchell M, Kingsmore D, Hadjicharalambos M, Pitsiladis YP. The effects of creatine supplementation on cardiovascular, metabolic, and thermoregulatory responses during exercise in the heat in endurance-trained humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14 : 443-60, 2004.

Weiss BA, Powers ME. Creatine supplementation does not impair the thermoregulatory response during a bout of exercise in the heat. *J Sports Med Phys Fitness* 46 : 555-63, 2006.

Mendel RW, Blegen M, Cheatham C, Antonio J, Ziegenfuss T. Effects of creatine on thermoregulatory responses while exercising in the heat. *Nutrition* 21 : 301-7, 2005.

Kern M, Podewils LJ, Vukovich M, Buono MJ. Physiological response to exercise in the heat following creatine supplementation. *JEP online* 4 : 18-27, 2001.

Crowe MJ, Weatherston JN, Bowden BF. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 97 : 664-72, 2006.

Van Thuyne W, Van Eenoo P, Delbeke FT. Nutritional supplements : prevalence of use and contamination with doping agents. *Nutr Res Rev* 19 : 147-58, 2006.

Shing CM, Jenkins DG, Stevenson L, Coombes JS. The influence of bovine colostrum supplementation on exercise performance in highly trained cyclists. *Br J Sports Med* 40 : 797-801, 2006.

Shing CM, Peake JM, Suzuki K, Okutsu M, Pereira R, Stevenson L, Jenkins D, Coombes JS. Effects of Bovine Colostrum Supplementation on Immune Variables of Highly-Trained Cyclists. *J Appl Physiol* 2006.

Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci* 22 : 115-25, 2004.

Gleeson M. Can nutrition limit exercise-induced immunodepression ? *Nutr Rev* 64 : 119-31, 2006.

Clancy RL, Gleeson M, Cox A, Callister R, Dorrington M, D'Este C, Pang G, Pyne D, Fricker P, Henriksson A. Reversal in fatigued athletes of a defect in interferon gamma secretion after administration of *Lactobacillus acidophilus*. *Br J Sports Med* 40 : 351-4, 2006.

Walsh NP, Whitham M. Exercising in environmental extremes : a greater threat to immune function ? *Sports Med* 36 : 941-76, 2006.

Powers SK, DeRuisseau KC, Quindry J, Hamilton KL. Dietary antioxidants and exercise. *J Sports Sci* 22 : 81-94, 2004.

Reid MB. Invited Review : redox modulation of skeletal muscle contraction: what we know and what we don't. *J Appl Physiol* 90 : 724-31, 2001.

McAnulty SR, McAnulty L, Pascoe DD, Gropper SS, Keith RE, Morrow JD, Gladden LB. Hyperthermia increases exercise-induced oxidative stress. *Int J Sports Med* 26 : 188-92, 2005.

Arbogast S, Reid MB. Oxidant activity in skeletal muscle fibers is influenced by temperature, CO₂ level, and muscle-derived nitric oxide. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 287 : R698-705, 2004.

Uchiyama S, Tsukamoto H, Yoshimura S, Tamaki T. Relationship between oxidative stress in muscle tissue and weight-lifting-induced muscle damage. *Pflugers Arch* 452 : 109-16, 2006.

Vollaard NB, Cooper CE, Shearman JP. Exercise-induced oxidative stress in overload training and tapering. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1335-41, 2006.

Zembron-Lacny A, Szyzka K, Sobanska B, Pakula R. Prooxidant-antioxidant equilibrium in rowers : effect of a single dose of vitamin E. *J Sports Med Phys Fitness* 46 : 257-64, 2006.

Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ. Oxidative stress response to aerobic exercise : comparison of antioxidant supplements. *Med Sci Sports Exerc* 38 : 1098-105, 2006.

Morillas-Ruiz J, Zafrilla P, Almar M, Cuevas MJ, Lopez FJ, Abellan P, Villegas JA, Gonzalez-Gallego J. The effects of an antioxidant-supplemented beverage on exercise-induced oxidative stress : results from a placebo-controlled double-blind study in cyclists. *Eur J Appl Physiol* 95 : 543-9, 2005.

- Morillas-Ruiz JM, Villegas Garcia JA, Lopez FJ, Vidal-Guevara ML, Zafrilla P. Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clin Nutr* 25 : 444-53, 2006.
- Douglas RM, Hemila H, D'Souza R, Chalker EB, Treacy B. Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev* CD0009802004.
- Peake JM. Vitamin C : effects of exercise and requirements with training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 13 : 125-51, 2003.
- Patak P, Willenberg HS, Bornstein SR. Vitamin C is an important cofactor for both adrenal cortex and adrenal medulla. *Endocr Res* 30 : 871-5, 2004.
- Davison G, Gleeson M. Influence of acute vitamin C and/or carbohydrate ingestion on hormonal, cytokine, and immune responses to prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15 : 465-79, 2005.
- Goldfarb AH, Patrick SW, Bryer S, You T. Vitamin C supplementation affects oxidative-stress blood markers in response to a 30-minute run at 75 % VO_2max . *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15 : 279-90, 2005.
- Herbert KE, Fletcher S, Chauhan D, Ladapo A, Nirwan J, Munson S, Mistry P. Dietary supplementation with different vitamin C doses : no effect on oxidative DNA damage in healthy people. *Eur J Nutr* 45 : 97-104, 2006.
- Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Holloway C, McArdle F, MacLaren DP. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. *Br J Nutr* 95 : 976-81, 2006.
- Bryer SC, Goldfarb AH. Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16 : 270-80, 2006.
- Davison G, Gleeson M. The effect of 2 weeks vitamin C supplementation on immunoendocrine responses to 2.5 h cycling exercise in man. *Eur J Appl Physiol* 97 : 454-61, 2006.

3.5.8. Liens intéressants

- www.sfsn.ch (langue : français ; thème central : alimentation sportive)
- www.dopinginfo.ch (langue : français ; thèmes centraux : prévention du dopage, liste des interdictions)
- www.ais.org.au/nutrition (langue : anglais ; thèmes centraux : alimentation sportive, compléments)

3.6. Psychisme dans des conditions chaudes et humides

Auteur : Daniel Birrer, daniel.birrer@baspo.admin.ch

Lorsque l'être humain est exposé à des conditions exceptionnelles, telles que par exemple une chaleur extrême, un froid extrême, le smog ou d'importants décalages horaires, cela représente toujours une contrainte ou tout du moins une situation stressante pour son psychisme et pour son corps. Une situation exigeante devient une situation stressante quand une personne a le sentiment de ne pas réagir de façon appropriée – dans une situation importante à ses yeux – et que ses objectifs lui semblent par conséquent menacés. Les situations auxquelles la délégation sera confrontée à Pékin doivent être considérées comme potentiellement stressantes.

Les personnes réagissent différemment au stress. Mais pour qu'une personne reste la plus performante possible, elle doit surmonter cette situation stressante. La perception du stress étant quelque chose de très personnel, trois éléments sont toujours impliqués dans son apparition : une certaine situation, la perception personnelle et le ressenti de cette situation, une réaction psychophysique à la situation, et donc une certaine réaction du corps avec les pensées, les sentiments et les actions qui l'accompagnent (voir illustration 21).

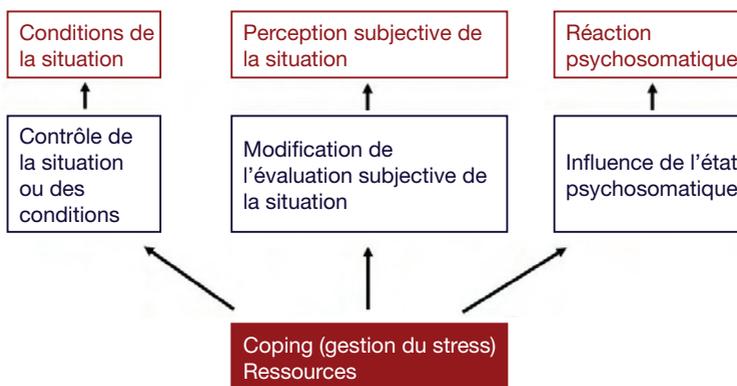


Illustration 21 : Un modèle de gestion du stress avec trois approches possibles : contrôle de la situation, modification de l'évaluation de la situation et influence de l'état psychosomatique.

Pour rester les plus performants possibles, nous avons la possibilité de mettre l'accent sur les trois éléments suivants :

- Nous pouvons modifier les conditions de la situation, par exemple en refroidissant notre corps.
- Nous pouvons modifier nos pensées et notre ressenti en considérant sciemment les situations d'un autre point de vue (voir en particulier le tableau 20) ou en nous informant davantage (par ex. : sur le fait qu'une adaptation à une chaleur extrême dure 21 jours et qu'en raison de la durée d'acclimatation choisie, nous serons en pleine forme le jour de la compétition).
- Nous pouvons tenter d'influer sur la réaction psychosomatique inhérente à la perception du stress (par ex. : respiration calme, épaules détendues).

Les indications suivantes portent précisément sur ces domaines et sont utiles pour la préparation afin d'être bien armé pour les Jeux Olympiques.

3.6.1. Réactions psychiques à la chaleur

En règle générale, avant que des répercussions physiologiques ne soient sciemment perçues à la suite de changements d'environnement, des modifications psychiques apparaissent. Le psychisme fonctionne pour ainsi dire comme un baromètre de la situation globale. En fonction de la personne, le psychisme se montre très sensible aux changements d'environnement. Les changements d'humeur sont un bon indicateur pour de telles répercussions psychologiques. Les répercussions connues sont les suivantes :

- La hausse de la température corporelle s'accompagne en générale d'humeurs négatives.
- L'activité physique dans des conditions de chaleur est liée à des états d'humeur négatifs.
- Les états d'humeur négatifs engendrent une augmentation des pulsations lorsqu'un sportif fournit un effort de faible ou moyenne intensité. De ce fait, des sollicitations déjà minimales peuvent être perçues comme étant relativement pénibles. Les effets de la chaleur peuvent s'en trouver augmentés.
- Dans des conditions de chaleur, le seuil de douleur est plus bas.
- Généralement, les humeurs négatives engendrent une capacité de performance réduite.
- Les humeurs négatives apparaissent moins fréquemment lorsque le sportif boit suffisamment et porte des vêtements adaptés.

Il est donc normal que pendant les premiers jours d'acclimatation, des modifications d'humeur surviennent et que des efforts de faible ou moyenne intensité soient perçus de façon subjective comme étant plus « pénibles ». Ceux qui connaissent ces corrélations courent en général moins de risque de se sentir déconcertés pendant la phase d'acclimatation ou de développer une peur de la compétition.

3.6.2. Influence positive des réactions psychiques à l'exposition à la chaleur

Contrôle de la situation

Dans un premier temps, il importe de développer un sentiment (subjectif) de contrôle. Nous ne pouvons certes pas modifier les conditions climatiques, mais nous pouvons néanmoins commencer à appliquer les solutions susmentionnées pour une meilleure adaptation à la chaleur. Cela donne la certitude d'avoir fait tout ce qui favorise la maîtrise de la situation et qui est en notre pouvoir. Ce sentiment (limité) de contrôle diminue les répercussions du stress. Pour renforcer ce sentiment, il est recommandé de se fixer des petits objectifs d'acclimatation réalisables et de contrôler leur réalisation.

Perception personnelle de la situation

La deuxième possibilité pour réduire le stress lié à la chaleur consiste à considérer la situation d'un autre point de vue. Ainsi par exemple, toutes les répercussions négatives de la chaleur sur la prestation en compétition sont sciemment répertoriées. Toutes ces indications sont ensuite sciemment « reformulées ». Il est important de noter que les reformulations utiles ...

- sont formulées de façon positive, ce qui veut dire qu'elles ne contiennent pas de négation ;
- incluent les avantages et les points forts personnels ;
- portent sur le présent ou sur le futur proche ;
- contiennent le mot « je » ;
- sont formulées en étant axées sur une solution ou une action.

Les reformulations doivent impérativement être réalistes et ne pas revenir à se mentir soi-même. Il importe par ailleurs qu'elles soient suivies par des actions. Le tableau 20 illustre quelques exemples de reformulations.

Répercussions négatives de la chaleur	Reformulation positive
<ul style="list-style-type: none"> • La chaleur engendre une diminution de la capacité de performance en endurance. • La chaleur engendre une importante perte de liquide et par conséquent une diminution de la capacité de performance. • La chaleur m'accable et je deviens de mauvaise humeur. • Les sportifs d'Afrique, de la Méditerranée ou de pays au climat similaire savent mieux gérer la chaleur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puisque j'ai prévu suffisamment de temps pour m'adapter à la chaleur, j'ai un avantage compétitif par rapport aux concurrents qui ne l'ont pas fait. • Je me suis entraîné à boire davantage et suis donc en mesure de couvrir ce besoin accru en liquide. • J'accepte la chaleur grâce à une acclimatation programmée. Après l'acclimatation, les désagréments auront disparu. • Une acclimatation nécessite toujours un certain temps. Tous les autres sportifs doivent eux aussi s'acclimater.
Déclarations personnelles : <ul style="list-style-type: none"> • 	Reformulations personnelles : <ul style="list-style-type: none"> •

Tableau 20 : Exemples de déclarations négatives sur la chaleur et de leur reformulation en déclarations utiles pour la performance.

Influence de son propre état psychophysique

La troisième possibilité consiste à modifier l'état psychophysique. En règle générale, la chaleur engendre des humeurs négatives. Il convient de les contrer activement. Cela commence par une perception consciente de son propre état d'humeur. On se demande donc sciemment comment on se sent. Si l'état d'humeur n'est pas très bon, il faut essayer de le changer. Une méthode simple et très efficace consiste à écouter de la musique. Généralement, s'occuper en s'adonnant à des activités divertissantes (par ex. : résoudre des sudoku, lire un livre captivant, s'entretenir avec des amis, etc.) peut aider. Avant de partir pour Pékin, nous vous recommandons de réfléchir aux formes que vous allez appliquer pour

garder votre bonne humeur. Une règle d'or : les activités doivent vous faire plaisir et ne pas vous fatiguer (physiquement).

Si vous craignez que la compétition ne se passe pas de manière optimale, l'expérience montre qu'il est utile de chercher sciemment des raisons qui plaident en faveur d'une réussite lors de la compétition. Vous pouvez également consigner ces raisons par écrit.

Techniques de relaxation durable

Le recours à des techniques de relaxation telles que le training autogène, la détente musculaire progressive et la méditation engendre un équilibre de l'humeur et favorise en outre la récupération. Les techniques de ce type doivent être exercées bien avant les Jeux afin de pouvoir être utilisées à Pékin de façon routinière.

Après une acclimatation réussie, les humeurs négatives s'estompent à nouveau.

- Tout entreprendre pour minimiser les conséquences négatives de la chaleur.
- Se fixer des petits objectifs pour une acclimatation réussie.
- Rassembler des déclarations négatives sur la chaleur, les reformuler et agir en conséquence.
- Être attentif à sa propre humeur et contrer activement les détériorations de l'humeur.
- Utiliser la musique pour modifier l'humeur.
- Elaborer un programme pour un loisir judicieux qui fait plaisir.
- Chercher sciemment des raisons qui indiquent que l'acclimatation sera couronnée de succès.
- Apprendre suffisamment tôt des techniques de relaxation durables et les appliquer à Pékin.

3.6.3. Bibliographie

Acevedo, E.O. & Ekkekakis, P. (2001). The transactional psychobiological nature of cognitive appraisal during exercise in environmentally stressful conditions. *Psychology of Sport and Exercise*, 2, 47-67.

Beedie, C.J., Terry, P.C. & Lane, A.M. (2000). The Profile of Mood States and Athletic Performance : Two meta-analyses. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12, 49-68.

Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P.A., Raphel, C., Jimenez, C. & Melin, B. (2000). Influences of variations in body hydration on cognitive function : Effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology*, 14, 29-36.

Gendolla, G.H.E. & Krusken, J. (2002). The joint effect of informational mood impact and performance-contingent consequences on effort-related cardiovascular response. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83, 271-283.

Kobrick, J.L. & Johnson, R.F. (1991). Effects of hot and cold environments on military performance. In *Handbook of Military Psychology* (R. Gal and A.D. Mangelsdorff), pp. 215-232. New York : John Wiley and Sons.

Lane, A. M., Terry, P. C., Stevens, M., Barney, S., & Dinsdale, S. L. (2004). Mood responses to athletic performance in extreme environments. *Journal of Sport Sciences*, 22, 886-897.

Sonnenschein, I. (1989). *Das Kölner Psychoregulationstraining* (3. Aufl.). Köln bps-Verlag.

Woodmann, T. & Hardy, L. (2001). Stress and anxiety. In R.N. Singer, H.A. Hausenblas & C.M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (2nd ed., pp. 290-319). New York : Wiley.

3.7. Aspects spécifiquement féminins des efforts par forte chaleur et forte humidité

Auteur : Kerstin Warnke, kerstin.warnke@kws.ch

3.7.1. Cycle menstruel, pilule et performances

Le cycle menstruel de la femme **peut** être perturbé par des éléments extérieurs, le stress, des tensions psychologiques et des maladies. Certaines femmes n'ont aucun problème lié à leur cycle menstruel tandis que d'autres en sont profondément affectées à certaines périodes. Il n'est pas possible de prédire ces éventuels problèmes. Il n'existe pas un type précis de femmes prédisposées à rencontrer ces problèmes, ni aucune cause définie, pas plus qu'une cause propre aux Jeux Olympiques de Pékin, susceptible d'en causer à certaines sportives. On ne peut donc formuler aucune recommandation générale. Les précédentes éditions des Jeux ont montré que des femmes ont remporté des médailles d'or à n'importe quelle période de leur cycle menstruel.

Les témoignages permettent toutefois d'affirmer que les femmes qui connaissent des problèmes pendant leurs règles auraient probablement intérêt à les décaler par rapport aux compétitions. Ce décalage s'obtient à l'aide de préparations hormonales, comme la pilule. La pilule contient des hormones analogues aux hormones féminines naturelles. Il existe sur le marché, aujourd'hui, des préparations très diverses, de sorte que chaque femme trouve généralement la pilule qui lui convient, sans effet secondaire. Avant de prendre la pilule, il est nécessaire de consulter un gynécologue, à des fins d'examen, de conseil et de prescription. La pilule n'est disponible que sur ordonnance. Les réactions du corps à la pilule sont différentes d'une femme à l'autre. Il est recommandé de commencer à prendre la pilule suffisamment longtemps avant les compétitions principales (par ex. : un an auparavant), pour connaître les réactions du corps et ne pas se trouver, en compétition, face à une réaction inattendue.

Les sportives d'endurance qui s'entraînent en climat chaud et humide et y concourent auront intérêt à prendre une pilule monophasique. Dans les pilules monophasiques, la composition de tous les comprimés est la même : progestérone et oestrogènes, de sorte que le cycle menstruel de la femme, qui comporte naturellement plusieurs phases, devient lui aussi monophasique. Cela signifie que les variations de température corporelle provoquées par les changements hormonaux « normaux » ou autres désagréments des menstruations disparaissent. Dans leur adaptation à la chaleur et à l'humidité, les sportives sont donc – en théorie – débarrassées de la composante hormonale.

Un autre avantage de la pilule est le raccourcissement et la diminution des règles. Les réserves en fer des sportives se vident donc moins vite. C'est un avantage pour les femmes qui souffrent de carences chroniques en fer.

- Outre son action purement contraceptive, la pilule peut atténuer les désagréments des règles, leur durée et leur intensité.
- On ne connaît pas d'effet négatif de la pilule sur l'adaptation à la chaleur. Elle aura vraisemblablement un effet positif.
- Lorsqu'une femme se décide à prendre la pilule, elle doit consulter un gynécologue à des fins d'examen, de conseils et de prescription.
- Il est conseillé de commencer à prendre la pilule au moins un an avant les compétitions principales – sur les indications du gynécologue – pour observer les réactions de son corps.

3.7.2. Chaleur et humidité

En règle générale, les femmes ont une plus grande surface de peau par rapport à leur masse corporelle que les hommes. En transpirant, elles évacuent la chaleur plus efficacement et plus rapidement. Leur « taux d'évaporation » est supérieur, ce qui facilite la réfrigération de leur corps.

Le cycle hormonal de la femme est tel qu'avant l'ovulation, leur température corporelle est généralement plus basse et dépend moins de la température ambiante que celle des hommes. Dix à quatorze jours avant le début des règles (phase lutéale), la température corporelle augmente, de sorte qu'en théorie, les femmes supportent moins bien la chaleur à ce moment-là. On ignore dans quelle mesure ces modifications influencent les performances des sportives.

La consultation de la bibliographie et des statistiques à ce sujet montre que les femmes sont moins sujettes aux coups de chaleur que les hommes. Les cas décrits dans les ouvrages sont majoritairement des hommes, bien que les femmes soient de plus en plus nombreuses à pratiquer des sports extrêmes.

3.7.3. Bibliographie

- Anderson GS, Ward R, Mekjavic IB. Gender differences in physiological reactions to thermal stress, *Eur J Appl Occup Physiol*, 71, 1995.
- Cheuvront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running : biological and environmental influences, *Sport Med*, 31, 2001.
- Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The Menstrual Cycle and Sport Performance, *Clinics in Sports Medicine*, 24, 2005, e51-282.
- Graham TE. Thermal, metabolic, and cardiovascular changes in men and women during cold stress, *Med Sci Sports Exerc*, 20, 1988.
- Gruzca R, Pekkarinen H, Titov EK, Kononoff A, Hanninen O. Influence of the menstrual cycle and oral contraceptives on thermoregulatory responses to exercise in Young women, *Eur J Appl Occup Physiol*, 67 (3), 1993.
- Hessemer V, Bruck K. Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic, and heart rate responses to exercise at night, *J Appl Physiol*, 59, 1985.
- Horstman DH, Christensen E. Acclimatisation to dry heat : active men versus active women, *J. Appl Physiol*, 52, 1982.
- Kenny GP, Chen AA, Nurbakshs BA, Denis PM, Proulx CE, Giesbrecht GG. Moderate exercise increases postexercise thresholds for vasoconstriction and shivering, *J Appl Physiol*, 85 (4), 1998.
- Kuwahara T, Inoue Y, Abe M, Sato Y, Kondo N. Effects of menstrual cycle and physical training on heat loss responses during dynamic exercise at moderate intensity in a temperate environment, *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 288, 2005.
- Lopez M, Sessler DI, Walter K, Emerick T, Ozaki M. Rate and Gender dependence of the sweating, vasoconstriction, and shivering thresholds in humans, *Anaesthesiology*, 80, 1994.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology, Exercise Performance and Environmental Stress*, 501-518, 1996.
- McLellan TM. Sex related differences in thermoregulatory responses while wearing protective clothing, *Eur J Appl Physiol*, 78 (1), 1998.
- Sidman RD, Gallagher EJ. Exertional Heat Stroke in a Young Woman : Gender Differences in Response to Thermal stress, *Academic Emergency Medicine*, 2, 1995.
- Tenaglia SA, McLellan TM, Klentrou PP. Influence of menstrual cycle and oral contraceptives on tolerance to uncompensable heat stress, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80, 1999.
- Torii M. Maximal Sweating rate in humans, *J Hum Ergol (Tokyo)*, 24, 1995.

3.8. Tenue vestimentaire par grande chaleur

Auteur : Thomas Burch, thomas.burch@swissolympic.ch

3.8.1. Principe de base

Lorsque les températures sont élevées, il convient de porter des vêtements qui permettent d'évacuer la chaleur produite et de minimiser la chaleur extérieure due à l'ensoleillement. En principe, lorsque l'on pratique un sport dans des conditions de chaleur, il convient de porter le moins de vêtements possible, car c'est par la peau nue que la chaleur corporelle produite peut être évacuée au mieux par le rayonnement et l'évaporation de la sueur. Dans le même temps, il faut veiller à se protéger des rayons du soleil.

Si les vêtements appropriés facilitent la réfrigération du corps, celui-ci doit dépenser moins d'énergie pour se refroidir. L'énergie économisée peut être utilisée pour la performance sportive. Lorsque la sueur du corps est évaporée près du corps, l'évacuation de la chaleur provoque sa réfrigération. Chaque goutte de sueur qui tombe sur le sol ne sert pas au refroidissement du corps.

3.8.2. Matériel

La tenue vestimentaire doit être réalisée dans une matière légère, respirante, pour que la sueur puisse s'évaporer. Une tenue 100 % coton est un très mauvais choix, car le coton absorbe une grande quantité de sueur qui ne s'évapore pas. La tenue vestimentaire doit être en fibres synthétiques qui absorbent la sueur et la répartissent sur toute la surface du vêtement, permettant ainsi une évaporation rapide. Un effet réfrigérant en est la conséquence. Dans la tenue vestimentaire de l'équipe, nous intégrons par conséquent des matières fonctionnelles et respirantes, comme par exemple le Coolmax®.

3.8.3. Couleur

Les matières claires réfléchissent mieux les longueurs d'onde de la lumière que les matières foncées et réduisent de ce fait l'absorption de la chaleur externe.

3.8.4. Protection solaire

Les rayons directs du soleil peuvent endommager la peau, les yeux et le cerveau. Plus les rayons UV sont puissants (augmentation allant jusqu'à 30 % dans l'eau ou sur le sable, l'ombre et les nuages les réduisent d'environ 50 %) et plus le type de peau est clair (type 1 et 2 : peau claire, cheveux blonds roux ou blonds), plus la protection contre les rayons directs du soleil est importante. Pour être bien protégé, il faut appliquer quotidiennement une crème solaire avec un indice de protection d'au moins 30 (sans oublier le visage, les lèvres et la nuque). Pour l'application, il convient de suivre les indications du fabricant. Une paire de lunettes solaires bien couvrantes de type « filtre UV 100 % » (classe 3 ou 4) offre une protection contre les rayons du soleil, le vent et la poussière. Le port d'un couvre-chef (bonnet, foulard, chapeau avec un indice de protection UPF 50+) qui protège également la nuque est recommandé.

3.8.5. Compétition

Le fournisseur officiel de la fédération se charge de remettre la tenue de compétition. Les besoins pour la compétition par grande chaleur doivent être définis au préalable avec le fournisseur. Les nouvelles matières doivent être testées. Il est déconseillé de les porter pour la première fois lors d'une compétition aux Jeux Olympiques.

3.8.6. Tenue vestimentaire et climatisation

Même si les locaux ou les véhicules climatisés offrent une fraîcheur bienvenue ou peuvent même être utilisés comme local de récupération ou avant la compétition, ils peuvent présenter un risque pour la santé parce que l'on passe d'un environnement chaud-humide à un environnement frais-venteux. Il faut par conséquent changer les vêtements trempés de sueur et si nécessaire enfiler un haut chaud. Veillez donc toujours à emporter suffisamment de vêtements de rechange et un haut chaud.

- Lorsque la sueur est évaporée près du corps, l'évacuation de la chaleur contribue à le réfrigérer.
- Si les vêtements appropriés facilitent le refroidissement du corps, celui-ci doit dépenser moins d'énergie pour se refroidir. L'énergie économisée peut être utilisée pour la performance sportive.
- La tenue vestimentaire doit être réalisée dans une matière légère, respirante, pour que la sueur puisse s'évaporer.
- Les matières claires réfléchissent mieux les longueurs d'onde de la lumière que les matières foncées et réduisent de ce fait l'absorption de la chaleur externe.
- Pour être bien protégé, il convient d'appliquer quotidiennement une crème solaire avec un indice de protection 30 ou supérieur.
- Toujours emporter suffisamment de vêtements de rechange. Lorsque l'on se trouve dans des locaux climatisés, changer les vêtements trempés de sueur et si nécessaire enfiler un haut chaud.

3.9. Possibilités de réfrigération du corps

Auteur : Claudio Perret, claudio.perret@paranet.ch

Sous la chaleur, la capacité de performance physique est notablement réduite. Etant donné que la température interne augmente toujours lors d'une activité sportive, le corps a besoin de plus d'énergie pour se débarrasser de cette chaleur excédentaire. Le corps fonctionne de manière non économique, ce qui affecte ses performances. Pour contrer cette baisse des performances, il existe des stratégies telles que l'acclimatation à la chaleur (voir chapitre 3.1) ou l'optimisation du capital en eau (voir chapitre 3.5). Le jour de la compétition, il est utile de prendre des mesures ciblées de refroidissement avant (réfrigération préalable) et pendant l'effort, pour optimiser la capacité de performance. Ces mesures sont particulièrement recommandées pour les compétitions de plus de 30 minutes. En revanche, pour les efforts brefs (sprint, par exemple), les mesures de réfrigération préalable peuvent affecter les performances. Dans une certaine mesure, le choix de la méthode de réfrigération et sa pertinence varient d'un cas à l'autre. Nous allons voir les avantages et les inconvénients des diverses possibilités dont le sportif dispose en la matière. On fera tout d'abord une distinction entre les mesures de réfrigération préalable et pendant l'effort.

3.9.1. Réfrigération préalable

Le fait de refroidir le corps avant la compétition permet d'abaisser la température interne au moment du début de l'effort, de sorte que le sportif est moins vite en « surchauffe » durant la compétition. Les baisses de performance provoquées par la chaleur apparaissent donc plus tard et le sportif est dès lors en mesure de fournir une meilleure performance en compétition. Le corps ne doit toutefois pas être refroidi trop rapidement car il risquerait de se mettre à produire de la chaleur. Nous aborderons ci-après les différentes méthodes de réfrigération. Si l'utilité d'une réfrigération préalable adaptée est incontestable, on ignore encore, d'un point de vue scientifique, quelle stratégie est la plus efficace pour chaque spécialité sportive (voir tableau 21). Cela tient notamment au fait qu'il n'y a pratiquement pas d'étude qui tienne compte des conditions propres aux compétitions. Il est donc difficile de formuler des recommandations précises en la matière. Il va de soi que les mesures de réfrigération préalable doivent être testées suffisamment tôt et adaptées aux besoins individuels avant d'être appliquées pour les compétitions importantes.

Avantages	Inconvénients	Autres remarques	Recommandation
Course modérée, échauffement			
<ul style="list-style-type: none">• simple à mettre en œuvre• possibilité de combinaison avec d'autres mesures de réfrigération préalable (veste réfrigérante, vêtements)	<ul style="list-style-type: none">• risque de blessure vraisemblablement accru	<ul style="list-style-type: none">• utiliser les infrastructures locales disponibles (par ex. : salle, ombre)	++
Vêtements réfrigérants et réfléchissants			
<ul style="list-style-type: none">• utilisables sans problème• peuvent être portés à l'échauffement et durant la compétition	<ul style="list-style-type: none">• pas de données scientifiques disponibles à ce jour	<ul style="list-style-type: none">• confection sur mesure nécessaire• possibilités en cours d'étude (mai 2007)	++
Veste réfrigérante			
<ul style="list-style-type: none">• compatible avec le terrain	<ul style="list-style-type: none">• confort pas toujours optimal	<ul style="list-style-type: none">• la veste réfrigérante doit être bien en place et permettre une certaine	++

<ul style="list-style-type: none"> • simple et économique (\$ 200 environ) • peut être aisément utilisée à l'échauffement et durant la compétition (par ex. : aux pauses de beach-volleyball) • possibilités de réfrigération locale ciblée • disponible en plusieurs tailles • réutilisable dans un bref délai 	<ul style="list-style-type: none"> • en partie interdite durant les compétitions (voir JO 2004 à Athènes : beach-volleyball) → autorisation à obtenir 	<p>liberté de mouvement (choisir la taille adéquate)</p> <ul style="list-style-type: none"> • durée de réfrigération : environ 2 heures • régler les questions logistiques à l'avance • infos sur ces produits, par exemple : http://www.arcticheatusa.com ou http://www.coolvest.com 	
Bain d'eau froide (20-24°C), douche froide (60 minutes)			
<ul style="list-style-type: none"> • méthode simple, économique et efficace • possibilité d'abaisser la température en continu (par ex. : de 29°C à 22°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • durée relativement longue (30 à 60 minutes) • pas toujours possible, d'un point de vue logistique, dans le cadre des compétitions • réfrigération du corps entier, et non de certains groupes de muscles 	<ul style="list-style-type: none"> • régler les questions logistiques suffisamment à l'avance • conteneurs à déchets vides, tonneaux peuvent convenir, éventuellement amener l'eau à la température souhaitée en y ajoutant de la glace 	+
Air froid, ventilateurs			
<ul style="list-style-type: none"> • méthode simple 	<ul style="list-style-type: none"> • durée relativement longue (jusqu'à 2 heures) • besoin de temps pour un nouvel échauffement • souvent perçu comme désagréable (risque de rhume ?) • besoin d'une prise de courant 	<ul style="list-style-type: none"> • effet réfrigérant faible (baisse de la température interne de 0,3°C) par rapport au temps consacré (2 heures) 	-
Chambres et armoires réfrigérantes			
<ul style="list-style-type: none"> • Locaux réfrigérants 	<ul style="list-style-type: none"> • difficile à mettre en œuvre d'un point de vue logistique • souvent perçues comme désagréables (« choc thermique ») • réfrigération du corps entier et non de certains groupes de muscles • besoin de temps pour un nouvel échauffement 	<ul style="list-style-type: none"> • régler les questions logistiques et de transport suffisamment à l'avance 	-
CoreControl™			
<ul style="list-style-type: none"> • simple à utiliser • la musculature active reste chaude pendant la compétition • peut aussi servir à refroidir les pieds (par ex. : pour le sport en fauteuil roulant) 	<ul style="list-style-type: none"> • relativement cher (\$ 3000 environ) • études réalisées durant l'effort uniquement • pourrait être aussi contre-productif (dérégulation) 	<ul style="list-style-type: none"> • infos sur le produit : http://www.avacore.com 	-

++ fortement conseillé, + conseillé, - déconseillé

Tableau 21 : Possibilités de réfrigération préalable.

3.9.2. Réfrigération pendant la compétition

Le but de la réfrigération pendant la compétition est de maintenir la température cutanée et la température interne aussi basses que possible et/ou de favoriser la production de sueur. La capacité d'emmagasinement de chaleur par le corps est ainsi augmentée. Le corps met donc plus de temps à atteindre sa température critique, ce qui augmente sa capacité de performance en endurance. Quant à la réfrigération durant la compétition, elle concerne avant tout la partie du corps qui n'est pas activement sollicitée par la spécialité sportive concernée (il s'agit le plus souvent du haut du corps). Il existe pour cela diverses possibilités (voir tableau 22).

Avantages	Inconvénients	Autres remarques	Recommandation
Vêtements réfrigérants et réfléchissants			
<ul style="list-style-type: none"> utilisable sans problème peuvent être portés à l'échauffement et durant la compétition 	<ul style="list-style-type: none"> pas de données scientifiques disponibles à ce jour 	<ul style="list-style-type: none"> confection sur mesure nécessaire possibilités en cours d'étude (mai 2007) 	++
Liquid Ice™			
<ul style="list-style-type: none"> simple à utiliser économique réutilisable 	<ul style="list-style-type: none"> parfois trop petit pour le refroidissement de grandes surfaces pas encore de résultats d'étude clairs 	<ul style="list-style-type: none"> durée de réfrigération : environ 2 heures projets de recensement de données en cours d'étude (mai 2007) Infos sur le produit : http://www.liquidice.ch 	++
Refroidissement de la peau par éponges et sprays			
<ul style="list-style-type: none"> peut être utilisé pendant la compétition perçu positivement par les sportifs 	<ul style="list-style-type: none"> pas d'abaissement de la température interne 	<ul style="list-style-type: none"> effet psychologique ? 	+
Vestes réfrigérantes			
<ul style="list-style-type: none"> peuvent être portées durant les pauses au cours d'un match (par ex. : de tennis ou de beach-volleyball) simples et économiques (\$ 200 environ) peuvent être utilisées à la mise en train aussi possibilités de refroidissement local ciblé disponibles en plusieurs tailles réutilisables dans un bref délai 	<ul style="list-style-type: none"> confort pas toujours optimal en partie interdites durant les compétitions (voir JO 2004 à Athènes : beach-volleyball) → autorisation à obtenir 	<ul style="list-style-type: none"> la veste réfrigérante doit être bien en place et permettre une certaine liberté de mouvement (choisir la taille adéquate) durée de réfrigération : environ 2 heures régler les questions logistiques à l'avance infos sur ces produits, par ex. : http://www.arcticheatusa.com ou http://www.coolvest.com 	+

Casques, couvre-chefs			
<ul style="list-style-type: none"> simples à utiliser possibilité de combiner des réflecteurs le casque offre un refroidissement supplémentaire en course, grâce au vent 	<ul style="list-style-type: none"> pas de données scientifiques disponibles à ce jour problèmes du sponsor (diverses formes de casque, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> nécessité de réaliser des études pertinentes 	+

++ fortement conseillé, + conseillé

Tableau 22 : Possibilités de réfrigération durant la compétition.

- Sous la chaleur, la capacité de performance physique est notablement réduite. Il est donc conseillé de prendre des mesures adéquates de réfrigération du corps avant et pendant la compétition.

3.9.3. Bibliographie

- Arrngimsson SA, Pettit 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* 96 : 1867-1874, 2004.
- Booth J, Marino F, Ward JJ : Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29 : 943-949, 1997.
- Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, Febbraio MA : Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol. Integr. Physiol.* 128 : 667-677, 2001.
- Grahn DA, Cao VH, Heller HC : Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment. *J. Appl. Physiol.* 99 : 972-978, 2005.
- Hagobian TA, Jacobs KA, Kiratli BJ, Friedlander AL : Foot cooling reduces exercise-induced hyperthermia in men with spinal cord injury. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36 : 411-417, 2004.
- Hsu AR, Hagobian TA, Jacobs KA, Attallah H, Friedlander AL : Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat. *Can. J. Appl. Physiol.* 30 : 87-104, 2005.
- Lee DT, Haymes EM : Exercise duration and thermoregulatory responses after whole body precooling. *J. Appl. Physiol.* 79 : 1971-1976, 1995.
- Marino FE : Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *Br. J. Sports Med.* 36 : 89-94, 2002.
- Mitchell JB, McFarlin BK, Dugas JP : The effect of pre-exercise cooling on high intensity running performance in the heat. *Int. J. Sports Med.* 24 : 118-124, 2003.
- Price MJ, Mather MI : Comparison of lower- vs. upper-body cooling during arm exercise in hot conditions. *Aviat Space Environ Med.* 75 : 220-226, 2004.
- Quod MJ, Martin DT, Laursen, PB : Cooling athletes before competition in the heat. Comparison of techniques and practical considerations. *Sports Med* 35 : 671-682, 2006.
- Sleivert GG, Cotter JD, Roberts WS, Febbraio MA : The influence of whole-body vs. torso pre-cooling on physiological strain and performance of high-intensity exercise in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol. Integr. Physiol.* 128 : 657-666, 2001.
- Webborn N, Price MJ, Castle PC, Goosey-Tolfrey VL : Effects of two cooling strategies on thermoregulatory responses of tetraplegic athletes during repeated intermittent exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* 98 : 2101-2107, 2005.
- Webster J, Holland EJ, Sleivert G, Laing RM, Niven BE : A light-weight cooling vest enhances performance of athletes in the heat. *Ergonomics* 48 : 821-837, 2005.
- Wilson TE, Johnson SC, Petajan JH, Davis SL, Gappmaier E, Luetkemeier MJ, White AT : Thermal regulatory responses to submaximal cycling following lower-body cooling in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 88 : 67-75, 2002.

3.10. Pollution atmosphérique

Auteur : Beat Villiger, beat.villiger@paranet.ch

L'extrême pollution atmosphérique sur les sites de compétition des Jeux Olympiques de Pékin nécessite des contre-mesures ciblées. Nous distinguons deux types de mesures : les mesures contre les substances gazeuses (O₃, NO_x, SO₂) et les mesures contre la poussière (particules fines).

3.10.1. Acclimatation

Dès 1986, il a pu être prouvé que notre organisme pouvait s'adapter partiellement à l'ozone. Contrairement à l'adaptation à la chaleur, qui dure de dix à quatorze jours, l'adaptation à l'ozone est effective après quatre à cinq jours et reste active durant deux à trois semaines. Les mécanismes responsables de l'adaptation sont nombreux et encore partiellement inconnus. Des données récentes semblent indiquer qu'une exposition quotidienne de quatre heures suffit. L'effort physique n'est pas nécessaire durant ces quatre heures mais il contribue à réduire le temps d'exposition nécessaire. Les processus d'adaptation réduisent les inflammations des muqueuses liées à l'inhalation d'ozone ainsi que les dysfonctionnements pulmonaires, en particulier le déclenchement du spasme bronchique (crampes bronchiques de type asthmatique).

Des mécanismes d'adaptation semblables sont connus pour les oxydes d'azote (NO_x) lorsque ceux-ci sont présents en de très fortes concentrations. En revanche, pour le dioxyde de soufre (SO₂), ils sont tout bonnement absents.

Il est également impossible de s'adapter aux particules fines. L'effet est uniquement déterminé par la concentration et la composition.

- L'adaptation à l'ozone semble possible, du moins en partie. Elle est effective en quatre à cinq jours. Des processus semblables sont connus pour les NO_x. En revanche, il est impossible de s'adapter au SO₂ et aux particules fines.

3.10.2. Entraînement à l'extérieur

3.10.2.1. Ozone

Les longues séances d'entraînement à l'extérieur doivent idéalement avoir lieu dans les premières heures du matin ou en fin de soirée, lorsque les concentrations en ozone sont les plus faibles. Il n'est pas conseillé de s'entraîner en périphérie des grandes villes, parce que les concentrations en polluants y sont encore plus élevées qu'au centre.

De brefs entraînements à l'extérieur (moins d'une heure) sont envisageables après une période d'adaptation de quatre à cinq jours, même lorsque les concentrations en ozone sont élevées (plus de 200 µg/m³), à moins que le sportif souffre déjà d'asthme ou qu'il perçoive subjectivement l'entraînement comme pénible.

Malheureusement, l'effet protecteur des masques courants est faible contre les polluants gazeux, car ces masques sont initialement conçus comme protection contre les particules fines (poussières, etc.) et laissent passer les gaz. Quant aux masques avec filtre à gaz à destination des sportifs tels que vendus dans le commerce, ils ne sont utilisables qu'au repos ou durant les entraînements extensifs, en raison de leur forte résistance respiratoire. Lorsque l'entraînement est intensif, ils ne peuvent plus être portés car ils entravent trop la respiration. Des masques filtrants sont actuellement à l'étude.

3.10.2.2. Particules fines

Au repos et dans le cadre d'un entraînement extensif, les filtres à particules fines réduisent les effets néfastes. A l'instar des filtres à gaz, ils ne peuvent plus être portés lorsque l'entraînement est intensif car ils entravent trop la respiration. Les masques filtrants à grosses particules sont **sans** effet. Des masques filtrants pour particules fines sont actuellement à l'étude.

3.10.2.3. Quand doit-on porter un filtre à polluants ?

Le CIO a récemment interdit de porter des filtres lors des Jeux Olympiques, à savoir durant la préparation directe aux compétitions (sans autre précision) et durant les compétitions. C'est pourquoi le port de masques filtrants sera limité aux entraînements à l'extérieur et aux loisirs à l'extérieur. Un plan d'utilisation définitif sera élaboré, avec des collègues américains et des collègues de l'OFEFP, sur la base des résultats de tests réalisés à l'automne 2007.

- Les particules fines et les gaz irritants ne sont retenus que par des masques filtrants spéciaux. En raison de leur forte résistance respiratoire, ils ne sont toutefois utilisables qu'au repos ou lors d'efforts de faible intensité.

3.10.3. Substances favorisant les fonctions respiratoires

De fortes concentrations en ozone donnent naissance à des radicaux et composés d'oxygène agressifs. Pour réduire l'inflammation des muqueuses et des poumons qui en résulte, outre une adaptation de son alimentation (voir chapitre 3.10.4), on peut recourir aux antioxydants suivants pour aider le corps à mettre en œuvre ses mécanismes de protection : vitamines E et C en compléments quotidiens. Pour les sportifs sensibles à l'ozone et les asthmatiques, la prise supplémentaire de N-acétylcystéine et d'acides gras Omega 3 (« huile de poisson ») est hautement recommandée. Lorsque les concentrations en ozone sont particulièrement élevées, on peut en outre prendre des antagonistes de leucotriènes (anti-inflammatoires spéciaux agissant sur les poumons) après en avoir discuté avec le service médical. Pour toutes les mesures et les compléments médicamenteux, la prise doit débuter au moins une à quatre semaines avant le départ pour Pékin et les éventuels effets secondaires doivent être déterminés (si possible pas dans la dernière phase préparatoire !). Lorsque le taux de particules fines est élevé, les mesures à appliquer pour contrôler l'inflammation des poumons sont les mêmes que celles contre les gaz irritants (voir ozone) : adaptation de l'alimentation, compléments visant à protéger les voies respiratoires ou, dans les cas graves, anti-inflammatoires.

- Grâce à une alimentation spécifique, à des compléments et à des médicaments destinés à protéger les voies respiratoires (après consultation du service médical uniquement), les effets nocifs des polluants atmosphériques peuvent être réduits.

3.10.4. Alimentation

Auteur : Christof Mannhart, christof.mannhart@baspo.admin.ch

Les concentrations élevées en oxydes d'azote, oxydes de soufre, ozone et particules fines dans l'air des sites olympiques à Pékin, associées à la chaleur, donnent naissance à des radicaux agressifs et à des composés d'oxygène qui peuvent provoquer des réactions inflammatoires. Ces réactions peuvent affecter diverses fonctions respiratoires. Si la surface des muqueuses tapissant les voies respiratoires est recouverte de substances suffisantes pour capter les radicaux et composés d'oxygène provenant des polluants, il semble possible de

limiter ces affections respiratoires. Après avoir consulté le médecin traitant, les personnes qui réagissent à la pollution atmosphérique par de fortes affections des fonctions respiratoires peuvent tester, en prévision des Jeux Olympiques, l'effet individuel et la tolérance des substances auxiliaires suivantes :

Substances	Dosage possible	Durée d'utilisation
<ul style="list-style-type: none"> • Concentrés de fruits et de légumes 	?	Les semaines qui précèdent l'exposition à la pollution atmosphérique et pendant l'exposition
<ul style="list-style-type: none"> • Vitamine C 	1 à 4 x 500 mg par jour	7 jours avant et 7 jours pendant l'exposition à la pollution atmosphérique
<ul style="list-style-type: none"> • Vitamine E 	1 x 100 à 300 mg par jour	7 jours avant et 7 jours pendant l'exposition à la pollution atmosphérique
<ul style="list-style-type: none"> • N-acétylcystéine 	1 à 3 x 600 mg par jour	7 jours avant et 7 jours pendant l'exposition à la pollution atmosphérique
<ul style="list-style-type: none"> • Huiles de poisson (EPA + DHA) 	2 à 3 g EPA + DHA par jour	Durant environ les 4 semaines qui précèdent l'exposition à la pollution atmosphérique et pendant l'exposition

Tableau 23 : Substances favorisant les fonctions respiratoires.

Outre ces substances précises, il semble que les deux portions conseillées de fruits ou les trois portions de légumes, frais et en quantité équivalente à la taille d'un poing environ, ou encore sous forme de jus, offrent un mélange de substances présentant un net potentiel de protection des fonctions respiratoires.

- Les personnes qui réagissent à la pollution atmosphérique par un fort dysfonctionnement des fonctions pulmonaires peuvent tester, en prévision des Jeux Olympiques et en concertation avec leur médecin, l'effet et la tolérance de substances favorisant les fonctions respiratoires.

3.10.4.1. Bibliographie

- Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004 : the pollution climate and athletic performance. *J Sports Sci* 22 : 967-80 ; discussion 980, 2004.
- Gurgueira SA, Lawrence J, Coull B, Murthy GG, Gonzalez-Flecha B. Rapid increases in the steady-state concentration of reactive oxygen species in the lungs and heart after particulate air pollution inhalation. *Environ Health Perspect* 110 : 749-55, 2002.
- Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet* 360 : 1233-42, 2002.
- Furst A. Can nutrition affect chemical toxicity ? *Int J Toxicol* 21 : 419-24, 2002.
- Kelly FJ. Dietary antioxidants and environmental stress. *Proc Nutr Soc* 63 : 579-85, 2004.
- Hu G, Cassano PA. Antioxidant nutrients and pulmonary function : the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *Am J Epidemiol* 151 : 975-81, 2000.
- Romieu I. Nutrition and lung health. *Int J Tuberc Lung Dis* 9 : 362-74, 2005.

Mickleborough TD, Rundell KW. Dietary polyunsaturated fatty acids in asthma- and exercise-induced bronchoconstriction. *Eur J Clin Nutr* 59 : 1335-46, 2005.

Mickleborough TD, Murray RL, Ionescu AA, Lindley MR. Fish oil supplementation reduces severity of exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. *Am J Respir Crit Care Med* 168 : 1181-9, 2003.

Mickleborough TD, Lindley MR, Ionescu AA, Fly AD. Protective effect of fish oil supplementation on exercise-induced bronchoconstriction in asthma. *Chest* 129 : 39-49, 2006.

Walsler B, Giordano RM, Stebbins CL. Supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids augments brachial artery dilation and blood flow during forearm contraction. *Eur J Appl Physiol* 97 : 347-54, 2006.

Dekhuijzen PN. Antioxidant properties of N-acetylcysteine : their relevance in relation to chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 23 : 629-36, 2004.

Decramer M, Rutten-van Molken M, Dekhuijzen PN, Troosters T, van Herwaarden C, Pellegrino R, van Schayck CP, Olivieri D, Del Donno M, De Backer W, Lankhorst I, Ardia A. Effects of N-acetylcysteine on outcomes in chronic obstructive pulmonary disease (Bronchitis Randomized on NAC Cost-Utility Study, BRONCUS) : a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 365 : 1552-60, 2005.

Medved I, Brown MJ, Bjorksten AR, Leppik JA, Sostaric S, McKenna MJ. N-acetylcysteine infusion alters blood redox status but not time to fatigue during intense exercise in humans. *J Appl Physiol* 94 : 1572-82, 2003.

Medved I, Brown MJ, Bjorksten AR, Murphy KT, Petersen AC, Sostaric S, Gong X, McKenna MJ. N-acetylcysteine enhances muscle cysteine and glutathione availability and attenuates fatigue during prolonged exercise in endurance-trained individuals. *J Appl Physiol* 97 : 1477-85, 2004.

Reid MB, Stokic DS, Koch SM, Khawli FA, Leis AA. N-acetylcysteine inhibits muscle fatigue in humans. *J Clin Invest* 94 : 2468-74, 1994.

Matuszczak Y, Farid M, Jones J, Lansdowne S, Smith MA, Taylor AA, Reid MB. Effects of N-acetylcysteine on glutathione oxidation and fatigue during handgrip exercise. *Muscle Nerve* 32 : 633-8, 2005.

Sadowska AM, Manuel-Y-Keenoy B, De Backer WA. Antioxidant and anti-inflammatory efficacy of NAC in the treatment of COPD : discordant in vitro and in vivo dose-effects : a review. *Pulm Pharmacol Ther* 20 : 9-22, 2007.

Rhoden CR, Lawrence J, Godleski JJ, Gonzalez-Flecha B. N-acetylcysteine prevents lung inflammation after short-term inhalation exposure to concentrated ambient particles. *Toxicol Sci* 79 : 296-303, 2004.

Nielsen HB, Kharazmi A, Bolbjerg ML, Poulsen HE, Pedersen BK, Secher NH. N-acetylcysteine attenuates oxidative burst by neutrophils in response to ergometer rowing with no effect on pulmonary gas exchange. *Int J Sports Med* 22 : 256-60, 2001.

Mudway IS, Behndig AF, Helleday R, Pourazar J, Frew AJ, Kelly FJ, Blomberg A. Vitamin supplementation does not protect against symptoms in ozone-responsive subjects. *Free Radic Biol Med* 40 : 1702-12, 2006.

Sienra-Monge JJ, Ramirez-Aguilar M, Moreno-Macias H, Reyes-Ruiz NI, Del Rio-Navarro BE, Ruiz-Navarro MX, Hatch G, Crissman K, Slade R, Devlin RB, Romieu I. Antioxidant supplementation and nasal inflammatory responses among young asthmatics exposed to high levels of ozone. *Clin Exp Immunol* 138 : 317-22, 2004.

Peake J, Suzuki K. Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. *Exerc Immunol Rev* 10 : 129-41, 2004.

Bendich A. From 1989 to 2001 : what have we learned about the "biological actions of beta-carotene" ? *J Nutr* 134 : 225S-230S, 2004.

Paolini M, Abdel-Rahman SZ, Sapone A, Pedulli GF, Perocco P, Cantelli-Forti G, Legator MS. Beta-carotene : a cancer chemopreventive agent or a co-carcinogen ? *Mutat Res* 543 : 195-200, 2003.

3.11. Décalage horaire, jet-lag

Auteur : Kerstin Warnke, kerstin.warnke@kws.ch

Chaque individu est soumis aux variations de sa capacité de performance dans le temps. Plus une personne est entraînée, moins les variations se feront ressentir dans le profil de performance de sa journée. Jusqu'au moment de l'adaptation, les voyages dans d'autres fuseaux horaires entraînent une baisse de performances à tous les niveaux. Il est possible d'accélérer la phase d'adaptation en commençant déjà les processus d'adaptation en Suisse. Pour ce faire, il faut effectuer les calculs suivants.

1. Calcul de la température corporelle minimale

Pour calculer l'adaptation dans le temps, il faut d'abord définir le chronotype individuel (type nocturne ou type diurne). Un questionnaire est accessible sur la page Internet www.imp-muenchen.de/?chronobiology (en allemand ou en anglais). Il suffit de le remplir et de l'envoyer pour recevoir son chronotype individuel gratuitement. L'auteur de cette page Internet est l'un des grands spécialistes du domaine de la chronobiologie.

2. Planification du changement d'heure

Plus de 85 % des personnes qui remplissent ce questionnaire font partie du type normal ou type matinal modéré. Vous pouvez reprendre tel quel le schéma recommandé repris dans les illustrations 22 à 26 (voir ci-dessous). Par contre, si vous faites partie des types extrêmes du soir, le changement doit commencer plus tôt. Vous devez donc vous lever à 7h00 le jour 5 avant le départ ou à 6h00 le jour 4 avant le départ. Le jour 3 avant le départ, vous pouvez reprendre le schéma illustré ci-dessous. Tous les types extrêmes du soir sont priés d'envoyer leur chronotype à : Dr Kerstin Warnke, Schulthess Klinik, Lengghalde 2, 8008 Zurich, kerstin.warnke@kws.ch.

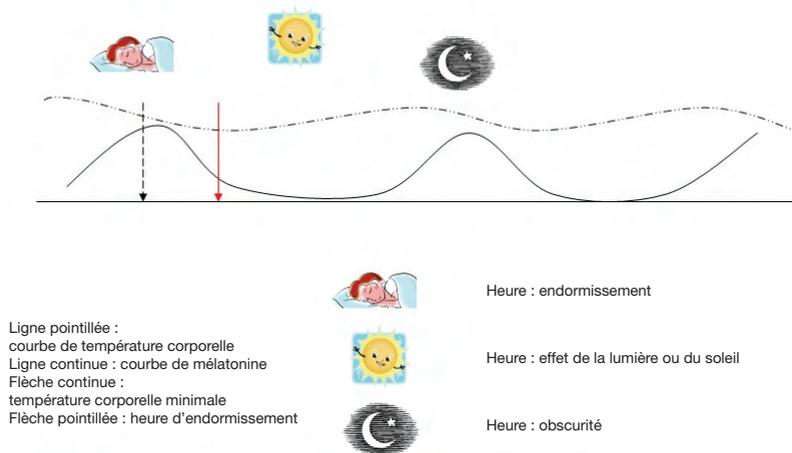


Illustration 22 : Situation de départ. Coucher normal entre 23h et 24h ; lever entre 6h et 8h ; température corporelle minimale, de 3h à 5h.

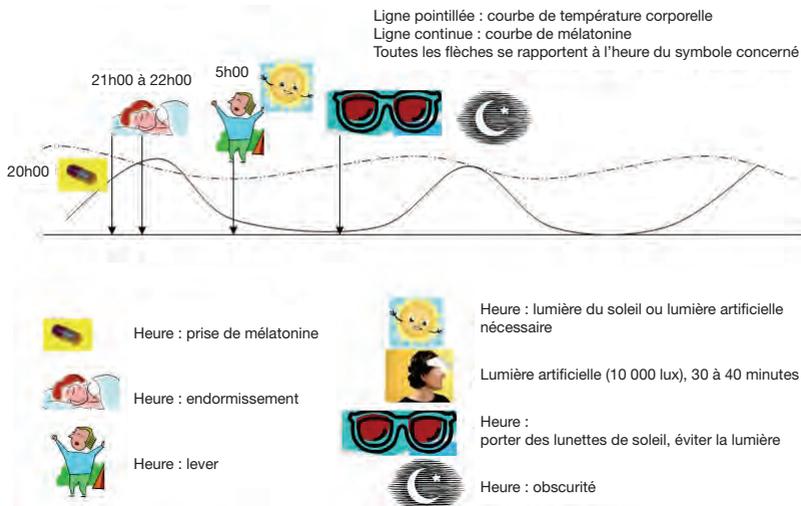


Illustration 23 : Trois nuits avant le départ pour la Chine : avancer sa montre d'une heure et prendre un comprimé de mélatonine 3 mg (la mélatonine n'est pas une obligation ! Elle facilite le réglage de l'horloge biologique).

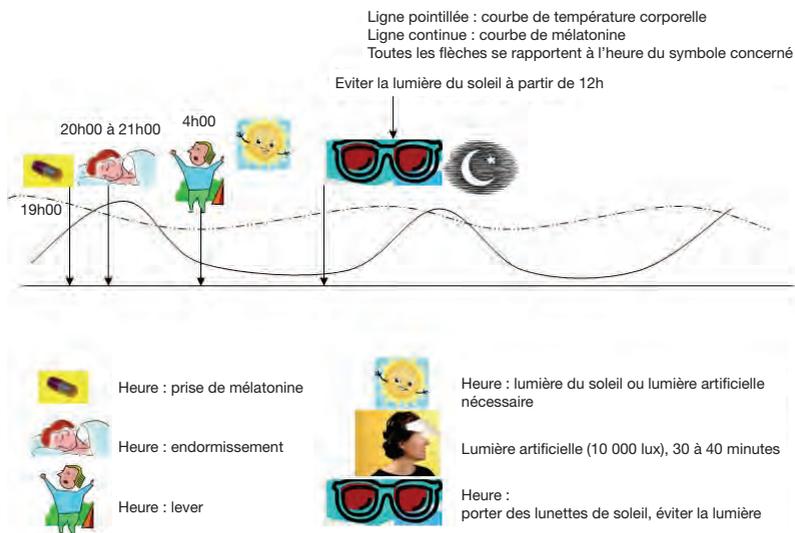


Illustration 24 : Deux nuits avant le départ pour la Chine : avancer encore sa montre d'une heure et prendre un comprimé de mélatonine 3 mg.

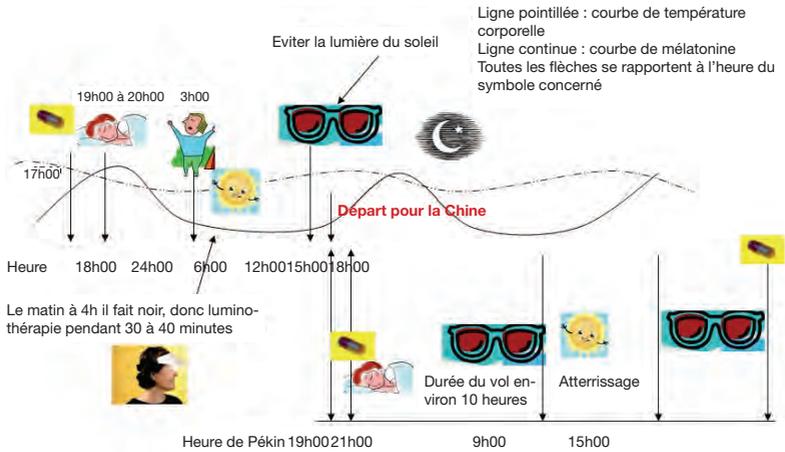


Illustration 25 : La nuit qui précède le départ pour la Chine, comportement pendant le vol et à l'arrivée en Chine : avancer encore sa montre d'une heure et prendre un comprimé de mélatonine 3 mg.

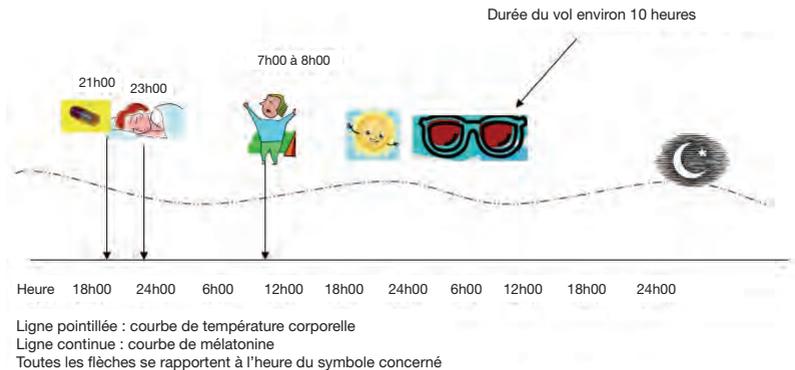


Illustration 26 : Premier (arrivée), deuxième et troisième jour en Chine, ensuite, adaptation sans mélatonine.

3.11.1. Mélatonine

La mélatonine est une hormone qui favorise le sommeil, sans provoquer de symptômes de fatigue le lendemain. Dans le même temps, cette hormone aide à adapter son horloge biologique. Le mécanisme de cet effet n'est pas connu. La mélatonine n'a pas été testée sur des femmes enceintes ni sur des enfants, elle leur est donc déconseillée. Nous recommandons la prise de mélatonine pour une meilleure adaptation. Il n'y a toutefois aucune obligation de prendre de la mélatonine. Le schéma illustré (voir illustrations 22 à 26 ci-dessus) peut également être utilisé pour l'adaptation sans prise de mélatonine. La mélatonine favorise uniquement l'adaptation.

3.11.2. Lumière

En tant que repère-temps externe, la lumière est importante dans le processus de changement d'heure. En partant du principe qu'à certains moments, où l'effet de la lumière est primordial, le soleil n'est peut-être pas encore levé, des sources de lumière artificielle sont alors nécessaires. La puissance de cette source de lumière doit être de 10 000 lux et contenir peu de lumière de longueur d'onde bleue.

Tout comme la lumière est souhaitable à certains moments, elle ne l'est pas à d'autres. Les lunettes de soleil qui atténuent la lumière (le fabricant indique en général le degré de protection, veuillez vous renseigner) sont donc importantes. Les lunettes doivent être portées chaque fois que le symbole des lunettes de soleil apparaît dans les illustrations 22 à 26. Si un soleil est représenté, cela signifie que l'effet de la lumière – naturelle ou artificielle – est important.

- L'horloge biologique de l'homme est influencée par des repères-temps externes et internes. Le principal repère-temps externe est la lumière, le principal repère-temps interne est la mélatonine, une hormone produite par le corps humain.
- Si la lumière et la mélatonine sont utilisées conjointement pour accélérer l'adaptation à la nouvelle heure, cela doit se faire de façon coordonnée pour ne pas obtenir des effets contraires.

3.11.3. Comportement pendant le vol concernant le changement d'heure et la santé en général

Les recommandations suivantes ont une influence positive sur le changement d'heure et sur la santé pendant le vol et par la suite.

- Dans l'avion, veuillez mettre votre montre à l'heure de Pékin et adaptez votre comportement à cette nouvelle heure (voir également illustrations 22 à 26, chapitre 3.11).
- Évitez ou provoquez l'effet de la lumière conformément au schéma.
- Pendant le vol, nous recommandons le port de bas de contention ou de collants. Cela permet d'éviter le gonflement des jambes et constitue une prévention contre la thrombose ou l'embolie provoquée par la position assise dans un espace confiné.
- Buvez beaucoup d'eau pendant le vol, pas d'alcool (cela s'applique uniquement au vol aller).
- La prise de somnifères est déconseillée. Ils favorisent certes le sommeil, mais empêchent l'adaptation de l'horloge biologique. Les somnifères ont par ailleurs des effets secondaires, qui peuvent largement diverger en fonction des personnes (par ex. vertiges, excitation, nervosité, vomissements).

3.11.4. Bibliographie

- Atkinson et al. Relevance of Melatonin to Sports Medicine and Science, *Sports Med*, 2003, 33, 800-831.
- Armstrong L. Nutritional strategies for football: Counteracting heat, cold, high altitude, and jet lag. *Journal of Sports Science*, 2006, 24, 723-740.
- Cajochen C. Schlafstörungen bei Schichtarbeit & jet Lag und die Rolle der inneren Uhr. Mini-Review. *Praxis*, 2005, 94, 1479-1483.
- Carskadon MA. Sleep and Circadian Rhythms in Children and Adolescents : Relevance for Athletic Performance of Young People. *Clin Sports Med*, 24, 2005, 319-328.
- Cole RJ. Nonpharmacologic Techniques for promoting sleep. *Clin Sports Med*, 24, 2005, 343-353.
- Dement WC. Sleep Extension : Getting as Much Sleep as Possible. *Clin Sports Med*, 24, 2005, 251-268.
- Eastman CJ, Gazda CJ, Burgess HJ, Crowley SJ, Fogg LF. Advancing Circadian Rhythms Before Eastward Flight : A Strategy to Prevent or Reduce Jet Lag. *SLEEP*, 2005, 28, 33-44.

Lagarde D, Chappuis B, Billaud BC, Ramont L, Chauffard F, French J. Evaluation of pharmacological performance after a transmeridian flight, *Medicine and Science* 2001.

Leger D, Metlaine A, Choudat D. Insomnia and Sleep Disruption : Relevance for Athletic Performance. *Clin Sports Med*, 24, 2005, 269-285.

Postolache TT, Oren DA. Circadian Phase Shifting, Alerting, and Antidepressant Effects of Bright Light Treatment. *Clinics in Sports Med*, 2005, 24, 381-413.

Postolache TT, Hung T-M, Rosenthal RN, Soriano JJ, Montes F, Stiller JW. Sports Chronobiology Consultation : From the Lab to Arena. *Clinics in Sports Med*, 2005, 24, 415-457.

Reilly Th, Edwards B, Waterhouse J. Jet Lag and Air Travel : Implications for Performance, *Clin Sports Med*, 24, 2005, 367-380.

Rogers NL, Dinges DF. Caffein : Implications for Alertness in Athletes. *Clinics in Sport Med*, 2005,24, e1-e13.

Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G, Edwards B. Jet lag : Trends and coping strategies, *Lancet*, 369, 2007.

Waterhouse J, Reilly T, Edwards B. The stress of travel. *Journal of Sports Science*, 22, 2004, 946-966.

3.11.5. Alimentation

Auteur : *Christof Mannhart, christof.mannhart@baspo.admin.ch*

Les troubles provoqués par le décalage horaire, en particulier pour des vols vers l'est, sont également observés dans le domaine alimentaire. Lors du premier jour passé dans le fuseau horaire, il faut s'attendre à ressentir une sensation de faim plus marquée (surtout la nuit) et une préférence pour les repas chauds. Les jours suivants, de légers problèmes de digestion (par ex. : renvois, sensation de lourdeur d'estomac) peuvent également apparaître. Dans le village olympique, des déjeuners et des dîners riches en protéines (cottage cheese, fromage blanc, poisson, viande, etc. de qualité irréprochable) et des soupers riches en glucides (riz, pâtes, maïs, flocons d'avoine, etc.) devraient atténuer les symptômes du décalage horaire ressentis les deux premiers jours. Les personnes habituées aux boissons contenant de la caféine peuvent éventuellement profiter d'une consommation de caféine calculée lorsqu'ils voyagent vers l'est. Ainsi par exemple, renoncer aux aliments et boissons contenant de la caféine les trois derniers jours avant le départ et consommer de la caféine le matin sept premiers jours après l'arrivée à Pékin peut aider à rester éveillé plus longtemps dans le nouveau fuseau horaire et à atténuer ainsi les symptômes du décalage horaire. La prise de boissons et repas contenant de la caféine et de boissons alcoolisées dans les trois heures avant d'aller au lit peut toutefois réduire la qualité du sommeil et prolonger la période d'adaptation à la nouvelle heure. Les régimes tels que le « Argonne's jet lag diet » affirment pouvoir contribuer à atténuer les symptômes du décalage horaire. Même s'il est possible qu'ils puissent le faire, ce type d'alimentation ne correspond pas aux principes de l'alimentation sportive et peut engendrer une réduction de la capacité de performance et de récupération lors de la reprise de l'entraînement. Pour ces raisons, les régimes « jet-lag » ne peuvent être recommandés aux sportives et aux sportifs de haut niveau à l'heure actuelle.

- Des déjeuners et des dîners riches en protéines, de même que des soupers riches en glucides, devraient atténuer les symptômes du décalage horaire les deux premiers jours suivant l'arrivée dans le nouveau fuseau horaire.

3.11.5.1. Bibliographie

Waterhouse J, Nevill A, Finnegan J, Williams P, Edwards B, Kao SY, Reilly T. Further assessments of the relationship between jet lag and some of its symptoms. *Chronobiol Int* 22 : 121-36, 2005.

Waterhouse J, Nevill A, Edwards B, Godfrey R, Reilly T. The relationship between assessments of jet lag and some of its symptoms. *Chronobiol Int* 20 : 1061-73, 2003.

Waterhouse J, Kao S, Edwards B, Weinert D, Atkinson G, Reilly T. Transient changes in the pattern of food intake following a simulated time-zone transition to the east across eight time zones. *Chronobiol Int* 22 : 299-319, 2005.

Bartol-Munier I, Gourmelin S, Pevet P, Challet E. Combined effects of high-fat feeding and circadian desynchronization. *Int J Obes (Lond)* 30 : 60-7, 2006.

Wilber R. Jet lag : preparation for Beijing 2008. Communication personnelle à J. Wehrlin

Reynolds NC Jr, Montgomery R. Using the Argonne diet in jet lag prevention : deployment of troops across nine time zones. *Mil Med* 167 : 451-3, 2002.

Genshaft, J. (2002, August) Military finds Argonne's 'jet lag diet' effective. Accès au lien suivant le 19 février 2007 : http://www.anl.gov/Media_Center/Argonne_News/news02/an020812.html. Argonne News (en anglais).

Gundersen Y, Opstad PK, Reistad T, Thrane I, Vaagenes P. Seven days' around the clock exhaustive physical exertion combined with energy depletion and sleep deprivation primes circulating leukocytes. *Eur J Appl Physiol* 97 : 151-7, 2006.

Luboshitzky R, Ophir U, Nave R, Epstein R, Shen-Orr Z, Herer P. The effect of pyridoxine administration on melatonin secretion in normal men. *Neuro Endocrinol Lett* 23 : 213-7, 2002.

Lagarde D, Chappuis B, Billaud PF, Ramont L, Chauffard F, French J. Evaluation of pharmacological aids on physical performance after a transmeridian flight. *Med Sci Sports Exerc* 33 : 628-34, 2001.

3.11.6. Comportement

Auteur : Daniel Birrer, daniel.birrer@baspo.admin.ch

3.11.6.1. Comportement à Pékin

L'objectif consiste à réaliser le changement d'heure le plus rapidement possible, avec le moins d'effets secondaires possible. Les repères-temps nous y aident. Les illustrations 22 à 26 (chapitre 3.11) illustrent la gestion idéale de ces repères-temps durant les trois premiers jours à Pékin. L'alimentation est un autre repère-temps. Le rythme normal des repas doit directement être respecté ou repris après l'arrivée à Pékin. Le déjeuner, le dîner, le souper et les en-cas doivent donc être adaptés à l'heure locale (voir également les indications du chapitre 3.11.4). En outre, il a été prouvé que l'horloge biologique s'adapte plus efficacement à l'heure locale grâce à une combinaison d'exposition à la lumière et d'activité physique légère. Pour accélérer l'adaptation, ceux qui ne s'entraînent pas doivent planifier le plus d'activités sociales possible (entreprendre quelque chose avec les autres, se divertir, etc.). Pendant les premiers jours suivant votre arrivée, nous vous recommandons de renoncer aux siestes, car elles perturbent l'adaptation de l'horloge biologique. Une fois l'adaptation accomplie, de brèves siestes peuvent toutefois être un bon moyen pour récupérer.

3.11.6.2. Planification de l'entraînement

Le jour de l'arrivée, il est recommandé de prévoir uniquement un entraînement modéré ou une activité physique modérée. Les deux jours suivants, il faut uniquement prévoir deux unités d'entraînement légères à modérées par jour. Elles permettent une meilleure adaptation à la nouvelle heure. A partir du troisième jour complet, l'entraînement peut tout doucement reprendre le rythme habituel. Il faut donc éviter les entraînements intensifs et prolongés pendant les premiers jours suivant l'arrivée à Pékin.

Outre les détériorations de l'humeur, le décalage horaire provoque également une détérioration des habiletés de fine motricité, de la force et de la coordination. Jusqu'à l'adaptation complète dans le nouveau fuseau horaire, il faut donc également prendre en considération le risque accru de blessure et la capacité de récupération réduite. La planification de l'entraînement doit impérativement en tenir compte.

3.11.6.3. Pas de somnifères pour une meilleure adaptation (exception : la mélatonine)

La prise de somnifères pour accélérer l'adaptation au nouveau fuseau horaire est déconseillée, à l'exception de la mélatonine qui est également fabriquée dans notre propre corps. Les somnifères classiques peuvent avoir des effets secondaires désagréables, comme par exemple les vertiges, la désorientation, la fatigue persistante, la confusion, les nausées et bien d'autres encore. Plus important encore, la prise de médicaments peut entraver le réglage de l'horloge biologique.

- Il faut compter au minimum sept jours pour une adaptation complète à la nouvelle heure.
- A Pékin, il est conseillé de s'exposer à la lumière conformément au plan (voir illustrations 22 à 26, chapitre 3.11.).
- Pour une meilleure adaptation à la nouvelle heure, planifier uniquement des activités physiques légères à modérées les deux à trois premiers jours.
- Les premiers jours suivant l'arrivée à Pékin, éviter les entraînement intensifs et prolongés.
- Adopter au plus vite le rythme normal des repas (déjeuner, en-cas, dîner, en-cas, souper).
- Se fixer de petits objectifs pour l'adaptation à la nouvelle heure.
- Ne pas prendre de somnifères pour favoriser l'adaptation à la nouvelle heure (à l'exception de la mélatonine).
- Etre attentif à l'humeur ; elle donne de bonnes indications sur les progrès de l'adaptation.

3.11.6.4. Bibliographie

Wilber R. Jet lag : preparation for Beijing 2008. Communication personnelle à J. Wehrlin.

3.11.7. Options de voyage

Auteur : Thomas Burch, thomas.burch@swissolympic.ch

En fonction du trajet (compagnie aérienne), la durée du vol de Zurich et Pékin varie entre 10 et 18 heures. Les escales durent entre une et quatre heures. Il convient de noter que des retards minimes peuvent déjà vous faire rater la correspondance. Actuellement, aucune compagnie aérienne ne propose de vol direct Zurich-Pékin. Le choix de l'itinéraire doit être planifié suffisamment tôt en fonction de la préparation directe à la compétition et de l'acclimatation.

Swiss Olympic et les fédérations coordonnent et organisent en étroite collaboration les vols pour l'ensemble de l'équipe. A cet égard, un éventuel futur partenariat avec une compagnie aérienne est envisagé. Tous les besoins doivent être signalés à temps, étant donné que le taux de remplissage des vols vers Pékin est très élevé.

- Le choix de l'itinéraire doit être planifié suffisamment tôt en fonction de la préparation directe à la compétition et de l'acclimatation.

