

Chaleur, déshydratation et électrolytes : THERMOREGULATION ET EXERCICE PHYSIQUE

Dr. T. DEMONCEAU, Vétérinaire
Médecine Sportive Equine
Equipe de France d'Endurance Equestre

Avec les mois d'été, la chaleur qui réapparaît vient grandement perturber la préparation des chevaux de sport. En effet, aussi bien à l'entraînement qu'en compétition, la température extérieure élevée rend crucial le processus de thermorégulation. La sudation, principal moyen d'élimination de la chaleur excédentaire, s'accompagne de pertes hydriques considérables et d'une fuite d'ions minéraux (électrolytes) non négligeable. Une bonne connaissance de la physiologie de la thermorégulation chez le cheval-athlète doit conduire à évaluer avec précision les effets de la déshydratation et du déficit électrolytique, afin d'envisager des méthodes de contrôle pratique parfaitement adaptées.

La chaleur est un "sous-produit" de la contraction musculaire. Dans certaines limites, l'élévation de la température centrale n'est pas suivie de conséquences fâcheuses, et les mécanismes de régulation interne ramènent rapidement l'organisme en état d'équilibre thermique. Au-delà de cette limite, l'augmentation de la température interne surcharge les possibilités de régulation, réduisant l'efficacité de la contraction musculaire et entraînant des troubles parfois très graves.

Production de chaleur lors d'exercice musculaire

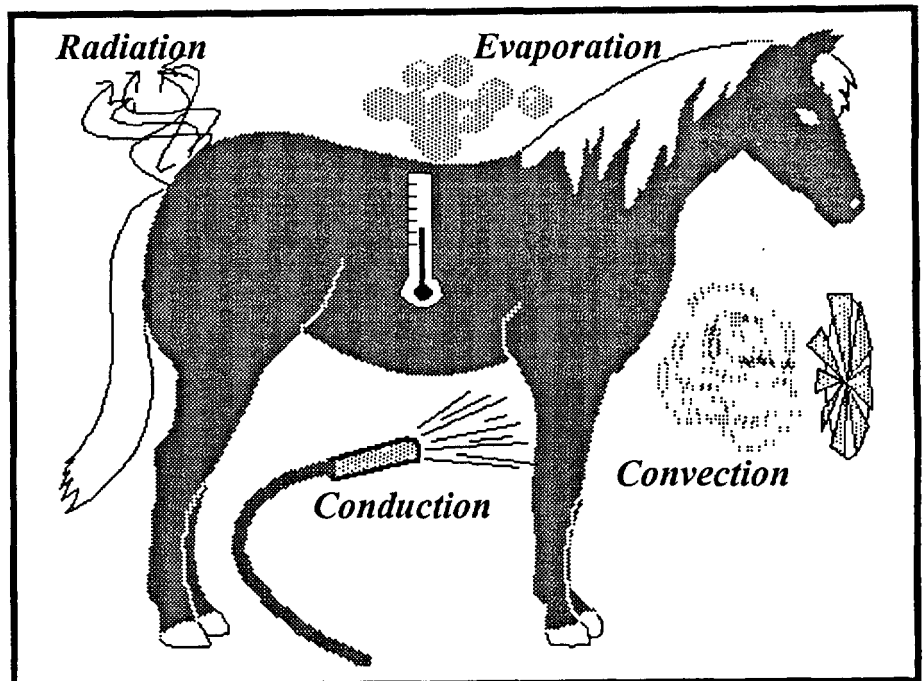
Le muscle est une machine capable de convertir l'énergie chimique (issu de la dégradation des réserves glucidiques et lipidiques de l'organisme) en énergie mécanique produisant du mouvement. Malheureusement, cette conversion s'effectue avec un rendement plutôt faible, de l'ordre de 20 à 25%, ce qui signifie que 75 à 80% de l'énergie dépensée est dissipée sous forme de chaleur. Le résultat est une élévation de la température centrale de l'organisme. Ainsi, chez le cheval de course, il n'est pas rare d'atteindre des températures supérieures à 40-40,5°C après un effort maximal. Chez le cheval soumis à un effort prolongé (endurance), l'élévation de la tempé-

ture centrale, en général plus modérée, est autant le fait des conditions climatiques (température extérieure, hygrométrie) que de l'effort physique lui-même. L'élévation de la température centrale est un phénomène physiologique (au moins dans certaines limites) qui va permettre à l'organisme de mettre en marche un ensemble de processus adaptatifs ayant pour but d'éliminer l'excédent de chaleur produit par l'exercice musculaire.

Pour y parvenir, l'organisme fait appel à quatre procédés physiques (figure 1), dont l'importance relative est variable selon les conditions climatiques extérieures.

La *conduction* implique le transfert de chaleur par contact direct entre une surface chaude et une surface froide. Cela se produit, par exemple, si l'athlète est immergé ou abondamment aspergé d'eau froide.

Figure 1 : Mécanismes d'élimination de la chaleur



La **radiation** consiste en une perte de chaleur par émission de rayons infra-rouges. Elle n'est possible que si la température extérieure est inférieure à celle du corps, et son importance quantitative dépend justement de cette différence de température. Dans le cas contraire, lorsque le cheval stationne dans un environnement très chaud (sous le soleil ou dans un camion mal aéré), sa température s'élève par transfert de chaleur sous forme de radiation.

La **convection** est l'élimination de chaleur permise grâce à l'intervention d'un courant d'air à la surface du corps. Deux méthodes existent, la convection libre (l'air se déplace du fait des variations de sa masse volumique consécutive aux échanges de chaleur) et la convection forcée (le déplacement de l'air est dû à une cause indépendante, comme le vent ou le déplacement du sujet qui se traduit par un "vent relatif"). Radiation et convection dépendent de la surface corporelle participant aux échanges, et plus précisément du rapport entre la surface corporelle et le poids du corps. Plus ce rapport diminue (c'est le cas chez les chevaux de grande taille, puissamment musclés), plus l'élimination de chaleur est difficile.

L'**évaporation** est le mécanisme le plus important quantitativement et physiologiquement, surtout lorsque la température extérieure et le taux d'humidité s'élèvent. L'évaporation est un phénomène physique caractérisé par un changement d'état (liquide ==> gaz) à température constante. C'est la sueur qui permet de réaliser ce changement d'état à la surface de la peau. Ainsi, un gramme de sueur passant de l'état liquide à l'état de vapeur élimine environ une demi-calorie d'énergie. La respiration permet aussi d'éliminer de la chaleur par évaporation. Eponger le cheval avec de l'eau froide peut également activer l'élimination de chaleur, mais attention aux confusions : ce n'est pas ici la présence de liquide (sueur ou eau) qui importe, mais bien son changement d'état.

Organisation fonctionnelle de la thermorégulation

Pour assurer le maintien de son propre équilibre thermique, l'organisme dispose d'un véritable "thermostat" asservi à une grandeur de référence, la tempéra-

ture du "noyau". On entend par noyau l'ensemble des organes profonds, dont la température est celle du sang artériel qui les perfuse. Il représente environ 80% de la masse corporelle. On évalue sa température en la mesurant au niveau du rectum. Le reste (20%) constitue l'"écorce", dont la température est évaluée par la température moyenne de la peau. L'objectif de la régulation est de jouer sur la température de l'écorce, grâce à des réponses circulatoires cutanées. Ainsi, le refroidissement de la peau permet, en cas d'augmentation de la température du noyau, de transporter de la chaleur par convection circulaire du noyau vers la périphérie.

Les **centres thermorégulateurs** sont situés au niveau de l'hypothalamus. L'hypothalamus antérieur est le siège des réponses à l'échauffement (vasodilatation cutanée), alors que l'hypothalamus postérieur gère les réponses au refroidissement (vasoconstriction cutanée, frissons). Des récepteurs thermiques (profonds ou cutanés) renseignent aussi bien la sensibilité thermique consciente (vers le cortex) qu'inconsciente (centres hypothalamiques). La réponse est véhiculée par des voies nerveuses (principalement adrénergiques) qui mettent en jeu les glandes sudoripares, les artérioles, les muscles squelettiques (dont l'activité lors du frisson génère de la chaleur pour réchauffer l'organisme). Les hormones thyroïdiennes, qui augmentent l'activité métabolique, jouent aussi un rôle dans la réponse au froid.

Vasomotricité et sudation : un thermostat simple et efficace

La modification des débits vasculaires locaux permet de réguler avec précision les flux de chaleur, entre le noyau et l'écorce d'une part, entre la peau et le milieu ambiant (pertes par radiation et convection) d'autre part.

La **sudation** intervient à partir de 25°C. L'évaporation de la sueur maintient la température cutanée suffisamment basse pour que le sang puisse se refroidir au contact de la surface cutanée. Cela devient le seul mécanisme efficace quand la température ambiante est supérieure à la température cutanée. Chez le cheval, la production de sueur par les glandes sudoripares répond à une

libération d'adrénaline, quelqu'en soit le motif (exercice physique, excitation, peur, douleur...).

A l'**effort**, la sudation débute dans les zones où la perte de chaleur par radiation et convection est impossible (sous la selle ou entre les cuisses, par exemple). Puis elle s'étend à d'autres régions dans lesquelles les glandes sudoripares sont sensibles à l'action de l'adrénaline, comme l'encolure, le poitrail et les flancs.

Une protéine-détergent

Une des particularités de la sueur du cheval est qu'elle contient une glycoprotéine dénommée "leatherin" par les chercheurs anglo-saxons qui l'ont mise en évidence, et qui joue le rôle d'un "détergent" permettant d'étaler la sueur sur toute la surface de la peau, en activant ainsi son évaporation. Cette protéine est responsable de l'aspect "écumant" de la sueur du cheval soumise à des frottements. Les cellules qui produisent la leatherin ne sont cependant pas inépuisables, et une activité prolongée ou répétée sous de fortes chaleurs réduit progressivement sa concentration dans la sueur, ce qui diminue l'efficacité thermorégulatrice de la sudation. Le fait d'"écumer" au travail n'est donc pas un signe défavorable, il s'agit en fait d'une adaptation très utile pour la thermorégulation.

Le **halètement** est un autre type de réponse thermorégulatrice (c'est même la seule efficace dans certaines espèces animales incapables de suer, comme le chien), l'augmentation de la fréquence respiratoire observée à la fin d'un exercice permet aussi de lutter contre l'élévation de la température centrale. Chez le cheval, dans les minutes qui suivent l'arrêt de l'exercice, on peut observer une fréquence respiratoire élevée avec des mouvements amples et profonds. Ceci traduit essentiellement le remboursement de la "dette d'oxygène" contractée au début de l'exercice et pendant toute sa durée si son intensité a été élevée. Il s'agit en fait d'une réponse physiologique aux modifications de l'équilibre acido-basique sanguin induites par l'exercice intense.

Au bout de quelques minutes, si la température centrale est trop élevée, les

mouvements respiratoires deviennent superficiels, leur fréquence restant élevée (120 à 140 mouvements/minute). L'objectif est alors de faire circuler un fort débit d'air sur la muqueuse nasale richement vascularisée, ce qui facilite l'élimination de chaleur par convection et évaporation.

Conditions particulières de la thermorégulation

Lors d'exercice musculaire intense ou prolongé, la température centrale augmente, pour dépasser parfois 40°C. L'intérêt de cette élévation est d'élargir la différence entre température centrale et température cutanée, afin de transporter un débit de chaleur plus élevé avec un débit sanguin cutané réduit. En effet, à l'exercice, des conflits peuvent naître lors de la répartition des débits circulatoires entre les muscles squelettiques actifs et la peau.

Lorsque la température centrale augmente trop, au-delà des limites habituelles (41°C), apparaissent des signes de souffrance au niveau du système nerveux central. Plus grave, les processus de thermorégulation eux-mêmes risquent d'être touchés, et la sudation s'arrête. A partir de 45°C, les lésions seront irréversibles.

En cas d'exposition prolongée au froid, la température centrale peut chuter. Chez l'homme, à moins de 33°C, il y a perte de conscience, arrêt des systèmes thermorégulateurs, fibrillation myocardique.

Dans certaines conditions pathologiques (infections, inflammations), le fonctionnement du "thermostat" peut être perturbé, avec un changement de la valeur de référence qui augmente par rapport à la température centrale normale de repos : c'est la *fièvre*. Au début, l'organisme répondra par des manifestations de lutte contre le froid (frissons, vasoconstriction).

L'*anhidrose* est une condition pathologique rencontrée chez certains chevaux transférés dans des climats chauds et humides. Elle se traduit par une incapacité totale à produire de la sueur, alors que les conditions de température l'imposeraient. Cette situation résulte d'un épuisement des glandes sudoripares, occasionné par le stress

représenté par des conditions climatiques très sollicitantes. Il en résulte une intolérance sévère à l'exercice sous la chaleur, avec élévation très marquée de la température rectale, halètement, avec risque de collapsus cardio-vasculaire si l'exercice se prolonge. Si la cause exacte de cette affection est encore inconnue, elle montre toutefois, par ses conséquences, l'importance d'une thermorégulation efficace par la sudation pour la pratique de l'exercice physique.

L'entraînement mené dans des conditions climatiques contraignantes (chaleur ou au contraire climat froid) peut-il engendrer des adaptations favorisant la thermorégulation ? Peu d'études ont été menées chez le cheval à ce sujet. En ce qui concerne l'athlète humain, on a pu montrer que l'entraînement sévère augmentait l'efficacité thermorégulatrice, mais ceci de façon indépendante des conditions ambiantes. Ainsi, les skieurs de fond qui travaillent plutôt en climat froid, sont aussi bien adaptés à la chaleur que les marathoniens. Chez le cheval, le problème de l'anhydrose montre bien le peu d'intérêt, voire le danger qu'il y aurait de rechercher une amélioration de la thermorégulation par une activité physique spécifiquement menée pendant les grosses chaleurs. Au contraire, il vaut mieux travailler "à la fraîche" pour ne pas être gêné par les effets négatifs de la chaleur sur la performance, ce qui peut rendre délicate la programmation de l'intensité d'une séance d'entraînement.

Enfin, en ce qui concerne les climats froids, ils ne semblent guère gêner l'exercice physique, au contraire la thermorégulation n'en est que plus facile. On veillera cependant à respecter des

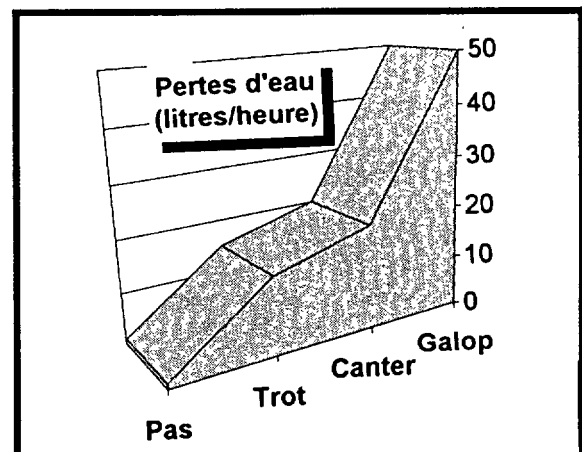
temps d'échauffement suffisamment longs afin d'amener les muscles à leur température optimale de fonctionnement.

Déshydratation et équilibre électrolytique

Dès lors que la température extérieure s'élève, la thermorégulation repose donc de plus en plus largement sur l'efficacité de la sudation. Celle-ci permet d'éliminer rapidement de grandes quantités d'énergie calorifique, mais elle est responsable, surtout lorsque l'effort se prolonge, de pertes hydriques massives. De plus, la sueur contient des ions minéraux (électrolytes) dont les pertes peuvent devenir quantitativement et qualitativement très importantes.

Le corps du cheval contient approximativement 60% d'eau, soit environ 300 litres pour un cheval de 500 kg. Les 2/3 de cette eau sont contenus dans les cellules (liquide intracellulaire ou LIC). Le reste constitue donc le liquide extracellulaire (LEC), qui comprend à la fois le plasma sanguin ou volume circulant (environ 8 à 10% du poids corporel soit 40 à 50 litres), la lymphe, les liquides interstitiels et le contenu liquide du tube digestif. Dans un environnement tempéré, un cheval sédentaire boit une trentaine de litres d'eau par jour pour assurer son équilibre hydrique. Compte tenu des nécessités de la thermorégulation sudorale, l'exercice physique va largement accroître ses dépenses hydriques. Ainsi, par une température extérieure de 30°C, on considère qu'un cheval perd par sudation environ 1 litre/h s'il travaille au pas, 15 litres/h au trot, 20 litres/h au canter et 50 litres/h au galop (figure 2).

Figure 2 : Intensité des pertes hydriques en fonction de l'allure au travail



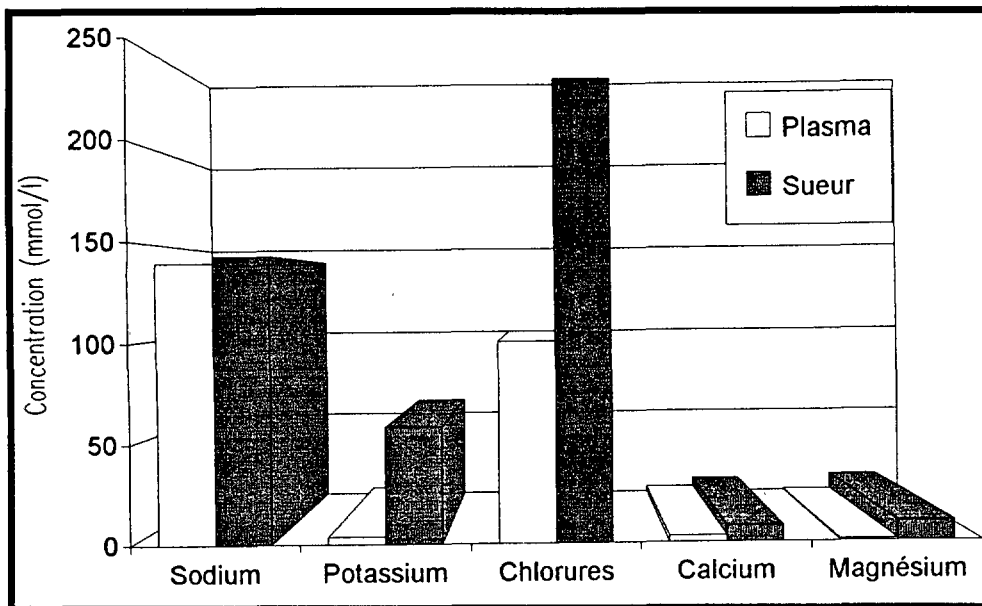


Figure 3 : Concentration des électrolytes dans le plasma et la sueur chez le cheval

Dans les disciplines où l'effort est prolongé et pratiqué dans des régions chaudes, comme les raids d'endurance, les pertes d'eau ont été évaluées en moyenne à 10 litres/h, avec une perte nette estimée à 25-30 litres au cours d'une épreuve de 160 km (les liquides ingérés pendant le raid étant compris dans ce calcul).

La sueur contient, outre de l'eau, des minéraux en solution ionique, les *électrolytes*. Il s'agit du sodium (Na⁺), du potassium (K⁺) et des chlorures (Cl⁻), quantitativement les plus importants. De plus faibles quantités de magnésium, calcium et zinc sont également présentes dans la sueur. La figure 3 montre la concentration des électrolytes dans la sueur par rapport au plasma sanguin chez le cheval. Particularité de cette espèce animale, la sueur y est hypertonique par rapport au plasma, ce qui aggrave le déficit relatif en électrolytes lors de forte sudation.

Plus spécialement, on notera la très forte concentration en chlorures de la sueur du cheval. Pour compenser ces pertes anioniques, le rein accroît sa récupération de bicarbonates HCO₃⁻, ce qui conduit à un déséquilibre acido-basique (alcalose) caractéristique de l'effort long chez le cheval.

En modélisant les flux hydriques et électrolytiques dans l'organisme du che-

val à l'exercice, il est possible d'estimer les pertes globales et leur répartition intra- et extra-cellulaire. Ainsi, pour un cheval d'endurance de 450 kg qui, à l'issue d'un raid, a perdu 24 kg de poids, on peut estimer les pertes hydriques à 90% de la perte pondérale, soit 22 litres, dont 18 litres issus du compartiment extra-cellulaire. Au total, ce cheval aura perdu 2800 mmol de sodium (soit 65 g) et 1200 mmol de potassium (soit 47 g), alors que les pertes en chlorures approcheront les 4500 mmol (soit 160 g). Pendant ce temps, le déficit d'ions calcium et magnésium atteindra les 5 à 10 g chacun.

Conséquences sur la performance physique

La chaleur et les perturbations engendrées par les processus de thermorégulation ne sont pas sans conséquences sur la performance physique. Dans des cas extrêmes, la pratique d'un exercice physique par de fortes chaleurs peut conduire à des situations pathologiques sévères.

A l'exercice prolongé, quelle que soit la température ambiante, la chaleur produite par le travail musculaire est presque toujours supérieure à celle qui est éliminée par les processus de thermorégulation. Ainsi, il se produit un stockage de chaleur se traduisant par une

élévation de la température centrale. La réponse cardiovasculaire montre alors une élévation régulière de la fréquence cardiaque, une diminution du volume d'éjection systolique, alors que la pression artérielle diminue, du fait de la vasodilatation cutanée. Inévitablement, ce sont les muscles actifs qui vont faire les premiers les "frais" de ces bouleversements, puisqu'ils recevront un moindre débit sanguin local. Ainsi, *quand la température extérieure s'élève*, on constate une diminution de la consommation maximale d'oxygène (VO₂max), et la performance à l'effort de longue

durée est diminuée. A température égale, un degré hygrométrique élevé gêne la thermorégulation et aggrave encore la baisse de performance.

Chez l'homme, il a été montré que la vitesse de course diminuait par temps chaud : 3 à 6% en moins sur 1500 m, 4 à 10% sur 5000 m. De même, chez les chevaux d'endurance, on constate de moindres vitesses moyennes de course dès que la chaleur s'installe. De plus, la récupération cardiaque est sensiblement plus lente après l'effort.

Lorsque les pertes d'eau ont été massives et mal compensées, la *déshydratation*, qui touche surtout le compartiment vasculaire, accentue la baisse de performance. A partir de 3 à 5% de déshydratation (15 litres perdus par sudation), la baisse de performance est significative. Quand les pertes hydriques atteignent 10% du poids corporel (plus de 40 litres perdus), la situation devient pathologique et représente une menace sérieuse pour la vie de l'athlète.

Il faut noter que les *pertes électrolytiques* interviennent aussi très largement pour expliquer la baisse de performance. Les électrolytes jouent un rôle déterminant dans certaines réactions enzymatiques du métabolisme énergétique, dans la conduction de l'influx nerveux, dans le maintien d'un potentiel électrique sur les membranes cellulaires, dans la contraction et la relaxation musculaire, dans le fonctionnement cardiaque ou

encore dans la régulation des flux hydriques à l'intérieur de l'organisme. Ainsi, des déficits électrolytiques chroniques ont été mis en rapport avec certaines affections musculaires récidivantes (rhabdomyolyses).

Les "indicateurs de surchauffe"

La reconnaissance précoce d'un début de trouble de la thermorégulation doit permettre d'intervenir rapidement

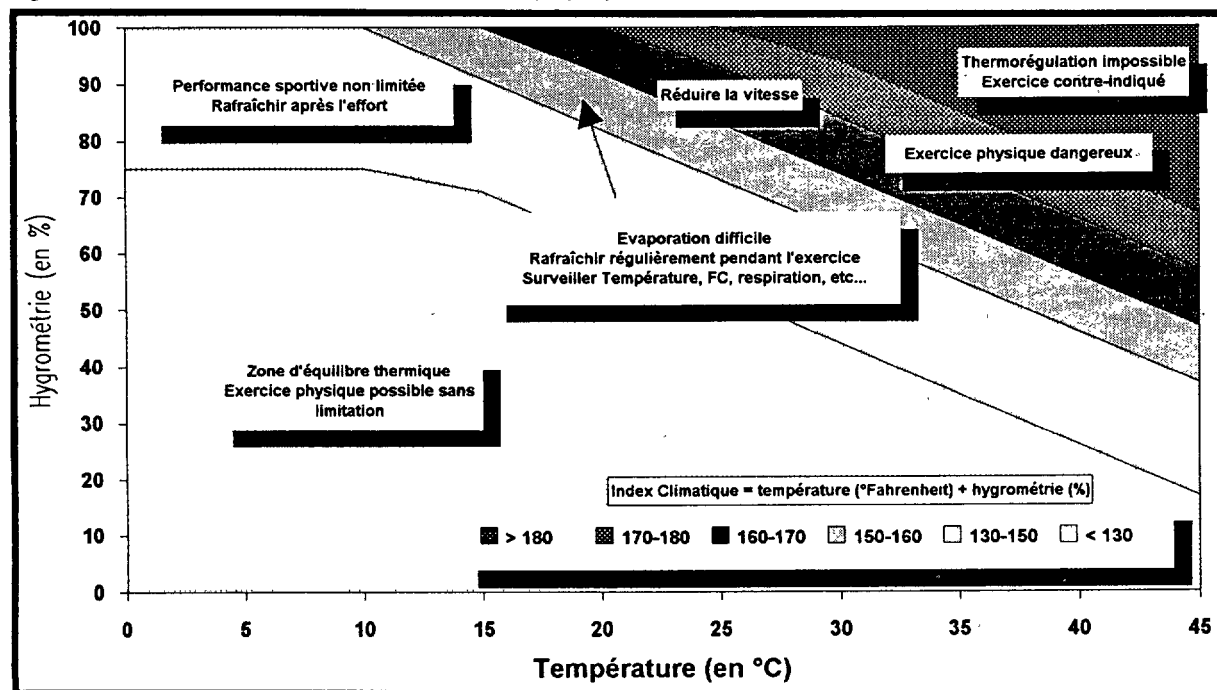
Toute augmentation de la température centrale est automatiquement répercutée sur la **fréquence cardiaque (FC)**. Au travail, le suivi de FC à l'aide d'un cardio-fréquencemètre montre bien la "dérive" de la FC en cas d'effort prolongé par de fortes chaleurs. A la récupération, la vitesse de retour de la FC à la normale diminue sensiblement si le cheval est en hyperthermie, déshydraté et en déficit électrolytique (potassium en particulier).

cutanés. On pince un pli de peau à hauteur de l'épaule. Si le pli retrouve sa position normale instantanément, on en conclut que le cheval est convenablement hydraté. Un retour à la normale en 2 à 4 secondes traduit une déshydratation de 6 à 8%. Au-delà de 4 à 6 secondes, la déshydratation est sévère (10%).

Paramètres sanguins

L'élévation de l'hématocrite (pourcentage du volume occupé par les globules rouges dans le sang) et de la concen-

Figure 4 : Conditions climatiques et exercice physique



pour éviter l'apparition d'un "syndrome d'épuisement" ou d'un "coup de chaleur".

Indicateur direct de l'évolution de la température centrale, la **température rectale** évolue très largement avec l'exercice. La moyenne au repos est comprise entre 37°5 et 38°C. Après un exercice intense (course, entraînement intensif), elle peut s'élever au-delà de 40°C. Au-dessus de 40°5-41°C, dix minutes après l'arrêt de l'exercice, on peut conclure que l'effort a été mal toléré.

La récupération doit conduire à un retour rapide de la température rectale à sa valeur de repos. Ainsi, le règlement des raids d'endurance français prévoit l'élimination d'un cheval dont la température rectale resterait supérieure à 39°5C après 30 minutes de récupération.

Le halètement constitue une des méthodes d'élimination de la chaleur, ce qui entraîne la persistance d'un **rythme respiratoire** élevé (supérieur à 100 mouvements/minute) tant que la température centrale est anormalement haute.

Pour estimer le degré de déshydratation, on examine la **couleur des muqueuses** (oculaire, gingivale...). Normalement rose clair, la teinte évolue vers le rouge sombre lorsque la déshydratation s'amplifie. De même, le temps de remplissage capillaire, observé par pression du doigt sur la muqueuse gingivale et observation de la recoloration de celle-ci, augmente (supérieur à deux secondes).

Autre témoin de la déshydratation, le signe du "**pli de peau**" renseigne sur l'élasticité des tissus conjonctifs sous-

tration des protéines totales donne une évaluation approximative de la quantité de liquide perdu par déshydratation. Ainsi, lorsque l'hématocrite est supérieur à 50% et les protéines totales supérieures à 85 g/l plus de 30 minutes après l'arrêt de l'effort, on peut en conclure à une déshydratation significative.

Comment aider la thermorégulation ?

Des règles simples de gestion de l'exercice physique tenant compte des conditions climatiques, ainsi que des soins adaptés et un rééquilibrage précoce des déficits hydro-électrolytiques, permettent de limiter les effets négatifs de la chaleur sur la performance sportive.

Le premier objectif est de **contrôler l'élévation de la température centrale**,

soit de manière préventive en adaptant l'effort aux conditions extérieures, soit *a posteriori* en aidant les mécanismes naturels de thermorégulation par des soins adaptés.

Les conditions extérieures influencent largement l'efficacité de la thermorégulation. Lorsque l'exercice doit être effectué dans des conditions de chaleur et d'humidité, il est indispensable de réduire l'intensité de l'effort demandé. La chaleur joue un rôle direct dans l'augmentation de la "charge thermique" subie par l'organisme.

Lorsque le taux d'hygrométrie augmente, l'air est déjà saturé en humidité et l'évaporation de la sueur est rendue beaucoup plus difficile : la thermorégulation y perd en efficacité.

La figure 4 résume l'influence des paramètres température et hygrométrie sur les mesures à prendre pour aider la thermorégulation. Elle fait appel à un "index climatique" (Heat Index des Anglo-Saxons) calculé en ajoutant la température en degrés Fahrenheit et le taux d'hygrométrie en %. Dès que cet indice dépasse 150, les difficultés de thermorégulation vont apparaître. Au-delà de 180, les conditions climatiques sont incompatibles avec l'exercice physique.

Autre élément à prendre en compte, la *vitesse du vent* va accélérer le déplacement de l'air à la surface de la peau et donc augmenter les échanges par convection et évaporation. Le vent "relatif" provient du déplacement du corps dans l'air ambiant. Sur tapis roulant, ce vent relatif n'existe pas et il doit être simulé par de puissants ventilateurs, faute de quoi la thermorégulation peut en être perturbée : la sueur abondante ne s'évapore pas et coule à grosses gouttes, ce qui est beaucoup moins efficace pour éliminer la chaleur.

Enfin, insistons sur la nécessité de réduire la *longueur du poil* chez les chevaux de sport. Une tonte régulière permet de limiter le rôle d'isolant thermique du pelage. De plus, la présence de poils longs ne permet pas à la sueur de s'étaier en un mince film à la surface du corps, d'où une faculté d'évaporation moindre.

Techniques de refroidissement corporel

Dans certaines disciplines hippiques, comme les raids d'endurance ou le concours complet, les chevaux sont soumis à un effort intense et prolongé, parfois sous de très fortes chaleurs. Le cavalier doit alors chercher, pendant l'effort et durant les phases de récupération, à limiter l'élévation de la température centrale de sa monture. L'arrosage du corps à l'eau froide est une technique efficace si elle est bien maîtrisée. Il vaut mieux viser des zones "sensibles" pour la thermorégulation, comme les gros trajets vasculaires apparents (veines jugulaires, face interne des membres postérieurs).

Sur le reste du corps, il est préférable de répartir une mince pellicule d'eau (à l'aide de pulvérisateurs d'insecticides, par exemple), ce qui favorisera l'évaporation. On parvient au même résultat en utilisant de l'eau additionnée d'alcool à brûler. Notons qu'il faut éviter tout choc thermique sur les masses musculaires postérieures (risque de crampe musculaire).

Dans les cas d'urgence (coup de chaleur), le refroidissement devra être recherché très rapidement, et il est possible de pratiquer un lavement rectal à l'eau froide dans des cas extrêmes. Enfin, pendant les phases de récupération, on recherchera les endroits ombragés, où souffle éventuellement une légère brise...

Réhydrater et distribuer des électrolytes

Pour compenser les pertes hydriques et électrolytiques, il faut conduire le cheval à se réhydrater très précocement, ce qu'il n'a d'ailleurs pas toujours tendance à faire naturellement.

En effet, la *sensation de soif* dépend surtout de la concentration plasmatique en sodium. Du fait des pertes sudorales massives, cette concentration n'a pas tendance à augmenter, même si le volume circulant diminue. De plus, si le cheval consomme une eau non additionnée d'électrolytes, il aggrave le déficit relatif en sodium, et sa consommation volontaire d'eau s'interrompt très vite. Il n'est donc pas rare de voir des chevaux

déshydratés refuser tout abreuvement. Cette situation, fort gênante, peut être évitée en habituant les chevaux à boire souvent de petites quantités d'eau pendant le travail à l'entraînement. Si l'on utilise des électrolytes dans l'eau de boisson, il est bon d'y habituer également le cheval bien avant la compétition, afin d'éviter les refus liés à un goût "suspect" de l'eau de boisson.

Dans des compétitions comme les raids d'endurance, le cheval devrait boire jusqu'à dix litres d'eau par heure quand la température extérieure est proche de 30°C. Il va de soi que ce n'est pas toujours possible, mais il faut essayer de s'approcher de cet objectif en profitant de toutes les occasions pour faire boire de petites quantités d'eau fraîche mais pas glacée, additionnée d'électrolytes. Rien ne justifie de retarder l'abreuvement d'un cheval à l'exercice, même si la croyance populaire persiste à colporter l'idée que cela "coupe les pattes" du cheval.

Certains chevaux sont très délicats pour s'abreuver, et la moindre perturbation (variation de goût, couleur du seau, présence d'électrolytes inconnus, etc.) peut les dissuader définitivement de boire. Il faut donc être très vigilant devant ce problème qui peut devenir déterminant lors de certaines compétitions, à la fois pour la performance physique et pour la santé du cheval.

Electrolytes : que choisir ?

De nombreux laboratoires proposent des formules d'électrolytes adaptées aux chevaux de sport. Le choix d'une formule doit prendre en compte sa composition, qui n'est pas toujours adaptée aux nécessités de l'effort physique telles que nous les avons définies.

Les électrolytes peuvent être présentés sous forme de *poudres* à mélanger dans l'eau de boisson ou la ration, ou encore de *pâtes orales* administrables par une seringue buccale. Parfois, les fabricants y ajoutent des sucres pour améliorer l'appétibilité et apporter un peu d'énergie.

Lorsque de grandes quantités d'électrolytes doivent être administrées, il n'est pas toujours possible de les mélanger à l'eau de boisson. Il vaut mieux dans ce

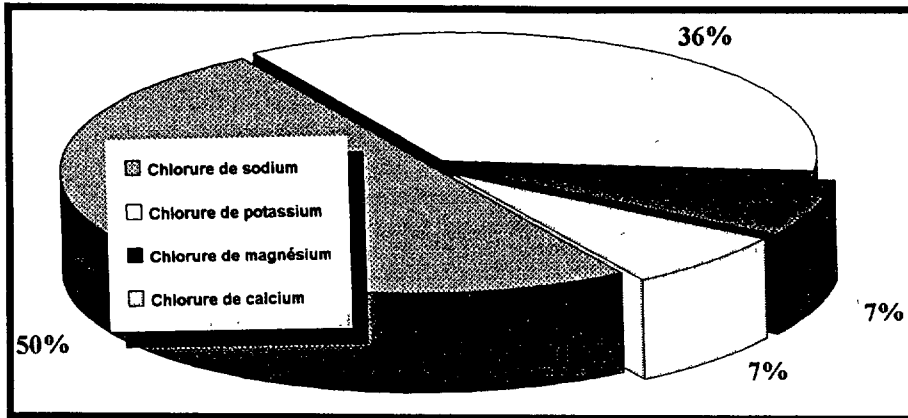


Figure 5 : Composition idéale d'un mélange d'électrolytes destiné au cheval-athlète

cas les incorporer pour une part dans une petite ration humidifiée (céréales trempées saupoudrées d'électrolytes, par exemple). La forme "pâte orale" résout les problèmes d'administration, mais certains chevaux peuvent y être plus ou moins réfractaires, et il faut s'assurer que la concentration en électrolytes est suffisante, ce qui n'est pas toujours le cas. De plus, le prix de ces produits est souvent exorbitant...

L'estimation des pertes électrolytiques à l'effort permet de définir des *normes quantitatives* : ainsi, la figure 5 montre la composition d'un mélange électrolytique bien équilibré. Pour notre cheval d'endurance qui court par 30°C de température extérieure, on distribuera 70 g de ce mélange par heure, ce qui permettrait en théorie de compenser la totalité des pertes, en théorie seulement car, nous l'avons vu, il est souvent difficile d'administrer des quantités aussi importantes en si peu de temps.

Pour un *cheval de sport à l'entraînement*, il faut s'assurer que sa ration apporte une quantité suffisante de chaque électrolyte majeur. La figure 6 indique les recommandations journalières en fonction du niveau d'activité physique. Un calcul de ration devra confirmer que ces recommandations sont satisfaites par les apports de la ration, faute de quoi une complémentation sera entreprise, par exemple sous forme d'une "pierre à lécher" en libre distribution.

Lorsque la déshydratation est trop forte (au-delà de 8-10% du poids corporel), des troubles pathologiques apparaissent qui doivent être corrigés par une

réhydratation massive. Une première technique est d'administrer de grandes quantités d'eau par sondage naso-oesophagien. Il faut que l'eau utilisée soit isotonique ou hypotonique par rapport au plasma, faute de quoi l'on provoque un transfert liquidien depuis le compartiment vasculaire vers l'estomac, ce qui aggrave encore la déshydratation et les troubles circulatoires. Le plus efficace est de réhydrater par voie veineuse, en perfusant le cheval à l'aide de solutés de remplissage. Le rythme de perfusion peut être élevée : de 5 à 8 litres par heure, pour un total de 15 à 20 litres. Les solutés utilisables sont le chlorure de sodium isotonique, ou mieux le soluté Ringer Lactate, dont la formule électrolytique est plus complète quoique insuffisante pour compenser les pertes en potassium.

La thermorégulation est un facteur déterminant de la performance sportive,

et les conséquences qu'elle entraîne (déshydratation, pertes d'électrolytes), quoique souvent ignorées par les entraîneurs et les cavaliers, sont parfois responsables de contre-performances ou d'accidents pathologiques sévères.

Le *contrôle de la température centrale* du cheval et le *rééquilibrage des pertes hydro-électrolytiques* constituent une bonne méthode de prévention, mais nécessitent, pour une mise en oeuvre efficace le jour de la compétition, d'être expérimentés longtemps à l'avance à l'entraînement.

Une attention soutenue et permanente de l'entraîneur vis-à-vis de ces problèmes de thermorégulation constitue par ailleurs l'un des meilleurs gages de prévention de la fatigue liée au sur-entraînement.

Figure 6 : recommandations nutritionnelles journalières concernant les électrolytes majeurs

