

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 133 (2007)  
**Heft:** 09: Corps et matériaux

**Artikel:** Sportifs bien dans leur peau  
**Autor:** Rossi, René  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99569>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Sportifs bien dans leur peau

Le Laboratoire de Protection et Physiologie de l'Empa à Saint-Gall étudie les interactions entre les textiles portés près du corps et la peau humaine dans le but de développer de nouveaux matériaux et systèmes pour la protection et une performance optimales du corps humain. Dans le domaine du sport, une attention particulière est portée aux textiles « thermorégulants », qui permettent à l'organisme de conserver une température constante et offrent un climat confortable près de la peau.

L'être humain est homéotherme, c'est-à-dire qu'il doit garder sa température centrale dans d'étroites limites autour de 37°C. Pour ceci, la chaleur produite dans les muscles et les organes doit être dissipée. Le corps peut d'abord évacuer de la chaleur sèche puis, si cela ne suffit pas pour maintenir sa température constante, il va commencer à transpirer. Cependant, pour produire un refroidissement, la transpiration sortant des glandes sudoripares doit pouvoir s'évaporer près du corps. Lors de différentes activités sportives – lors d'un marathon, par exemple –, la dissipation de chaleur est trop faible et la température centrale va augmenter. Il n'est pas rare qu'à la fin de la course, le corps du marathonien atteigne une température de 39°C, voire 40°C, ce qui peut diminuer sa performance. De plus, si le corps produit trop de sueur, il va se déshydrater. Il est donc primordial d'obtenir un refroidissement efficace par évaporation.

## Textiles thermorégulants

Le but d'un des projets de recherche de l'Empa est de développer des textiles favorisant l'échange de chaleur et la dissipation de sueur. L'idée est de produire un vêtement de sport avec une isolation thermique la plus faible possible pour réduire les risques d'hyperthermie du sportif. Différents matériaux textiles ont été créés dans le but d'atteindre une bonne conductivité thermique. De plus, pour obtenir une évaporation efficace, le tissu doit distribuer rapidement la transpiration sur la plus grande surface possible. Pour ceci, il s'agit d'optimiser la forme et la grandeur des interstices (capillaires) entre les fils du tricot, mais également entre les faisceaux de fibres qui forment le fil. Les prototypes ainsi développés ont été analysés à l'aide d'un mannequin transpirant (fig. 2). Ce mannequin nommé SAM (de « Sweating Agile thermal Manikin ») simule la thermophysiology du corps humain. Il peut être chauffé à une température de 34°C (correspondant à la température moyenne de la peau), et 125 buses de transpiration produisent jusqu'à quatre litres de sueur par heure. Grâce à ce mannequin, l'efficacité du refroidissement par évaporation peut être caractérisée de manière objective.



1



Fig. 1 : Essai au porter pour mesurer l'efficacité d'évaporation d'un prototype de vêtement

Fig. 2 : Le mannequin SAM simule la production de chaleur et de transpiration du corps humain.

Fig. 3 : Prototype du pantalon refroidissant, avec les éléments refroidissants en rouge

Dans une étape suivante, les essais de laboratoire doivent être validés par des essais au porter (fig. 1). Entre six et huit volontaires portent les prototypes de vêtements et courent sur un tapis roulant ou font du vélo de manière définie. Des capteurs de température et d'humidité placés sur la peau et un capteur rectal permettent d'enregistrer la température du corps. Le sujet et toutes les parties de son équipement sont pesés avant et après l'effort pour déterminer la production de sueur ainsi qu'une éventuelle condensation de l'humidité dans les couches textiles. Cette analyse permet de déterminer dans quelle mesure le vêtement va influencer la performance du sportif. Ce projet de recherche, qui se déroule en collaboration avec *armasuisse*<sup>1</sup> et l'entreprise textile *Eschler*, a permis de créer un nouveau textile capable de mieux transférer la chaleur et d'évaporer plus efficacement la transpiration que des textiles commerciaux.

Ensuite, l'isolation du vêtement doit être adaptée aux différentes régions du corps. En effet, le corps ne transpire pas de manière uniforme, le torse et le haut du dos produisant plus de sueur que les extrémités. De plus, certaines parties du corps ne doivent pas être trop refroidies (comme par exemple les reins). Il convient donc de créer une carte du corps (« body mapping ») avec une isolation variable et ajustée aux différentes parties. Ce but est atteint en utilisant différents matériaux de base ainsi que différents schémas de mailles du tricot porté près du corps.

### Refroidissement du corps

Dans des climats chauds et humides comme on les prévoit pour les Jeux Olympiques de l'année prochaine à Pékin, les risques d'hyperthermie seront élevés chez les sportifs de pointe. Pour éviter une augmentation excessive de la température centrale, il faut trouver des moyens de refroidissements externes puisque la thermorégulation du corps n'est plus suffisante. Depuis plusieurs années, beaucoup de sportifs pratiquent un « pre-cooling », ce qui signifie qu'ils refroidissent leur température de peau ou la température du tronc avant l'effort pour retarder l'hyperthermie pendant la compétition.

L'Empa vient de développer un moyen de refroidissement externe qui pourrait un jour être utilisé par les sportifs. Ce système, qui est intégré dans un vêtement, consiste en deux membranes imper-respirantes (c'est-à-dire des membranes



2



3

<sup>1</sup> Centre responsable des acquisitions et de la technologie au DDPS (Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports), *armasuisse* est compétent pour la recherche, le développement, l'évaluation, l'acquisition, l'entretien et la liquidation de matériel et de constructions de l'armée et d'autres clients.



Fig. 4 : Modèle de tête et simulation du rayonnement solaire par lampe infrarouge

Fig. 5 : Prototype du tee-shirt avec les électrodes intégrées

Fig. 6 : Electrode brodée

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur.)



4



5

perméables à la vapeur d'eau mais imperméable aux liquides) entre lesquelles est placé un tissu absorbant. Le tissu est ensuite mouillé de manière définie et va évaporer le liquide en grande partie au travers de la membrane extérieure, ce qui produit un refroidissement de la peau (fig. 3). Ce développement a été breveté et validé dans une étude clinique avec des patients souffrant de sclérose en plaques. Beaucoup de ces patients sont thermosensibles, c'est-à-dire que leur performance s'améliore si la température de leurs muscles est diminuée. Les résultats de cette étude ont montré que la température de la peau a pu être réduite de 4°C. Ainsi, le temps de marche des patients a parfois pu être doublé. Le brevet vient d'être vendu à un partenaire industriel et le produit est en passe d'être commercialisé.

### Casques confortables

Les problèmes de thermorégulation ne se limitent pas seulement aux vêtements. Un confort au porter limité et un transfert de chaleur insuffisant sont souvent la raison pour laquelle des casques de cyclistes ne sont pas portés. Différents projets de recherche ont analysé la ventilation et le transfert thermique des casques pour optimiser leurs ouvertures de ventilation à l'aide d'un modèle de tête comparable au mannequin SAM (fig. 4). Ce modèle permet également de simuler le transfert de chaleur et la transpiration.

Les résultats de ces projets montrent clairement que les ouvertures ne sont pas toujours efficaces. Pour une bonne ventilation, l'air doit pénétrer le casque à l'avant, circuler sur la surface du crâne et ressortir le plus en arrière possible. Cependant, dans certains casques, l'air ressort directement dans la partie antérieure du casque, rendant inutiles toutes les ouvertures à l'arrière. Au contraire, ces ouvertures peuvent faire pénétrer le rayonnement solaire, ce qui va provoquer un bilan thermique négatif. Au lieu de contribuer au refroidissement de la tête, ces ouvertures vont favoriser un échauffement du crâne par absorption des rayons infrarouges du soleil. Une étude a montré que les casques de cyclistes et les visières réduisent l'absorption du rayonnement solaire entre 50% et 85% par rapport à la tête nue. Cependant, l'influence d'une visière peut également être négative puisqu'elle peut limiter le transfert de chaleur convectif par ventilation, ce qui montre que beaucoup de casques commerciaux pourraient être améliorés.

### Electronique et textiles

Pour pouvoir évaluer la performance d'un sportif lors de l'effort, il faut mesurer certaines fonctions vitales en continu. A cet effet, un des projets de recherche du Laboratoire de



Protection et Physiologie a pour but d'intégrer des électrodes dans un tee-shirt pour pouvoir enregistrer l'ECG du porteur durant l'activité sportive (fig. 5). En collaboration avec des partenaires de l'industrie (*Odlo, Bischoff Textil*), les chercheurs ont développé des fibres conductrices. Celles-ci sont utilisées pour fabriquer des électrodes en utilisant la technique de la broderie. Ces électrodes brodées (fig. 6) ont la particularité d'être tridimensionnelles, ce qui favorise le contact avec la peau et permet une bonne acquisition des signaux de l'activité cardiaque. Ces informations sont alors transmises à un microprocesseur qui enverra les données à un appareil de diagnostic par voie radioélectrique. Ce projet a gagné le « MedTech Award » de l'Agence pour la promotion de l'innovation (CTI) en 2006 et le tee-shirt devrait être commercialisé cette année.

René Rossi, dr. sc. techn.  
 Chef du Laboratoire de Protection et Physiologie  
 Empa Materials Science and Technology  
 Lerchenfeldstrasse 5, CH – 9014 Saint Gall



6

INTERIEUR  
 DES ESPACES DE REVE



## FAITES D'UN ESCALIER FONCTIONNEL UN BIJOU DE DESIGN



Vos exigences en termes de design et votre volonté de sécurité se combinent de manière optimale. La solution système SWISSSTEP – dont seule la version originale porte un point argenté – laisse s'écouler la lumière à travers l'escalier en verre. Vous pouvez ainsi créer des espaces clairs à souhait.

Commandez les photos des objets de référence SWISSSTEP ou convenez d'un rendez-vous: par téléphone au 062 958 54 19 ou sous [www.swissstep.ch](http://www.swissstep.ch)

# SWISSSTEP