



# Colloque « Chimie et Sport »

24 mars 2010 – Maison de la Chimie, Paris

## RESUMES DES CONFERENCES

(par ordre alphabétique des auteurs)

BERTHOZ Alain :

*Principes simplificateurs dans la perception, le contrôle du mouvement et de la marche.  
La notion de simplicité.*

GUEZENNEC Charles-Yannick :

*Effets de l'exercice physique et de l'entraînement sur la neurochimie cérébrale :  
Effet sur la performance et la santé mentale.*

LETELLIER Pierre :

*Comprendre la Physicochimie par la Plongée sous-marine.  
Comprendre la Plongée sous-marine par la Physicochimie.*

LORY Claude :

*Revêtements complexes anti-friction pour les composants Moteurs de l'automobile :  
de la F1 à la grande série.*

MASSEGLIA Denis :

*Technologie et performance sportive.*

PUGET Nicolas :

*Performances d'un ski course : Structures composites et glisse sur neige.*

QUEVAL Isabelle :

*La fabrication des surhommes : Corps entraîné, corps dopé, corps augmenté.*

REMOND Yves :

*Les matériaux composites dans le sport.*

ROLAND Fabien :

*Textiles pour le sport : contribution au confort et à la performance.*

TOUSSAINT Jean-François :

*Confrontation aux limites.*

VEUTHEY Jean-Luc :

*La traque aux molécules dopantes.*

**Principes simplificateurs dans la perception,  
le contrôle du mouvement et de la marche.  
La notion de simplicité.**

Alain BERTHOZ

*Collège de France – Paris*

Au cours de l'évolution les organismes vivants ont résolu les problèmes de la perception, du contrôle de l'action, de la prise de décision, dans des environnements complexes grâce à des principes simplificateurs. Ces principes sont implémentés dans le cerveau et le système sensori-moteur (y compris le squelette), par des mécanismes qui ne sont pas simples, exigent parfois des détours. C'est le fondement de ce que j'appelle la « simplicité ». Je donnerai des exemples empruntés à la perception visuelle, le contrôle du mouvement, le maintien de l'équilibre, la locomotion, mais aussi la mémoire spatiale pour la navigation. Ces principes simplificateurs reposent sur des mécanismes anticipateurs, des lois de biomécanique, des modèles internes, et une multiplicité de référentiels et des géométries adaptées au contexte de l'action. J'insisterai aussi sur le rôle des mécanismes cognitifs dans le contrôle du mouvement et leur importance pour la réhabilitation et la rééducation.

La connaissance de ces principes simplificateurs est fondamentale pour comprendre le développement des fonctions sensori-motrices chez l'enfant, la pathologie, mais aussi pour l'apprentissage en matière de sport et, de façon générale, des activités liées au travail. Enfin ils sont importants pour la conception de robots pour la rééducation sensori-motrice.

**Références :**

- Berthoz, A. (1997) : «*Le Sens du Mouvement*», Odile Jacob, Paris, pp.345. Trad. «*The brains sense of movement (Perspectives in cognitive Neuroscience)*», Harvard University Press, pp.352.
- Berthoz, A. (2003) : «*La décision*», Odile Jacob, Paris, pp.391. "Emotion and reason : the cognitive neuroscience of decision making", trad. G.Weiss, Oxford University Press, pp.312.( 2006).
- Berthoz, A., JORLAND, G. (2005) : «*L'empathie*», Odile Jacob, Paris, pp.308.
- Berthoz, A., PETIT, J.-L. (2006) : «*Physiologie de l'action et Phénoménologie* », Odile Jacob, Paris, pp.368. : "The Physiology and Phenomenology of Action", trad. C.MCCANN, Oxford University Press, pp.288. (2008).
- Berthoz, A. (2009) : «*La simplicité* », Odile Jacob, Paris.

**Effets de l'exercice physique et de l'entraînement  
sur la neurochimie cérébrale :  
Effet sur la performance et la santé mentale.**

Charles-Yannick GUEZENNEC

*Centre National du Rugby - Marcoussis*

La possibilité d'une action de l'exercice physique et de l'entraînement physique sur la neurochimie cérébrale a été envisagée en prenant comme base les effets comportementaux de l'exercice musculaire. Cette action s'exerce de façon aiguë dans les suites immédiates de l'exercice musculaire ou de façon chronique sous l'effet de l'entraînement. Un entraînement physique régulier est significativement associé à la réduction des traits d'anxiété, il peut aussi réduire la prévalence de la dépression. Par ailleurs il est bien établi qu'une séance d'entraînement physique adaptée aux possibilités d'un sujet est suivie d'une sensation de bien être. Plus récemment il a été montré que l'entraînement physique pouvait améliorer les fonctions cognitives et plus particulièrement l'apprentissage et la mémoire. Ces données ont soutenu un ensemble de recherches afin de relier les effets comportementaux et la neurochimie. Le premier axe s'est attaché à expliquer l'action de l'exercice musculaire sur la notion de bien être est celui des endorphines, l'action exclusive de ce mécanisme a été mise en doute. Le blocage pharmacologique de l'action des endorphines ne modifie pas les effets comportementaux de l'exercice musculaire. Ce fait suggère que d'autres neuromédiateurs sont impliqués tel que la sérotonine et les monoamines. Il a été mis en évidence une augmentation précoce et progressive des taux de sérotonine (5HT) cérébrale sous l'effet d'un exercice prolongé ou d'un entraînement intense, ce phénomène exerce une action antidépressive. L'excès d'entraînement peut aboutir à l'effet inverse par le biais d'une désensibilisation des récepteurs cérébraux à la 5HT et favoriser un état dépressif. L'augmentation des taux cérébraux des différentes monoamines est spécifique des différentes structures cérébrales, ainsi l'élévation la plus marquée de Dopamine se produit dans le striatum. Les structures les plus sensibles aux modifications neurochimiques de l'exercice musculaire outre le striatum sont le locus coeruleus, le nucleus accumbens, l'hippocampe, la substance noire. Chacune de ces structures est impliquée dans des fonctions psychocognitives ou motrices qui peuvent influencer la performance sportive. Récemment plusieurs études successives ont montré un effet de l'exercice musculaire sur la neurogenèse cérébrale. Ce mécanisme a été en partie attribué à une augmentation du Brain-Derived-Neurotrophic-Factor. Il semble directement intervenir sur l'amélioration de l'ensemble des fonctions mnésiques. Ces données montrent la multiplicité des effets neurochimiques de l'exercice physique et soulignent la complexité d'intervention des différents facteurs sur les modifications comportementales et les performances sportives.

## **Comprendre la Physicochimie par la Plongée sous-marine. Comprendre la Plongée sous-marine par la Physicochimie.**

Pierre LETELLIER

*Université Pierre et Marie Curie - Paris*

Notre société doit être curieuse.

Le monde dans lequel nous vivons doit être une source permanente d'étonnement et d'interrogations. Nous devons regarder autour de nous et nous interroger sur ces événements qui nous paraissent si habituels, le brouillard, l'eau qui bout, le verglas, la soupe qu'on refroidit en soufflant dessus, etc. Pourquoi en est-il ainsi ? Chacun d'entre eux peut être expliqué plus ou moins simplement. Certains exigent des connaissances approfondies de physique et de chimie.

Les élèves que nous formons doivent être curieux.

L'élève doit vivre la science à chaque instant et pas seulement au lycée, dans son Ecole ou à l'Université dans des plages horaires dévolues. «*On découvre avec des images on organise avec des formules*», écrivait H. Bouasse en 1924, (Capillarité-Phénomènes superficiels).

Dans notre quotidien, le sport occupe une place incontournable. Il présente un vaste domaine de réflexion sur ses relations à la science. La plongée sous-marine en est sans doute un des domaines les plus fascinants.

### **Comprendre la Physico-chimie par la Plongée sous-marine.**

Cette activité met en jeu des liquides, des gaz sous pression, le plus souvent dans des situations de déséquilibre. A ce titre, elle permet d'illustrer un grand nombre de lois complexes de la physicochimie et de la thermodynamique, mais aussi d'aborder des domaines de recherche très actuels comme ceux qui concernent le comportement des nano-systèmes, la mouillabilité, etc.

### **Comprendre la Plongée sous-marine par la Physico-chimie.**

Pour le pratiquant de cette activité de loisir, pour le plongeur qui intervient de manière professionnelle, la connaissance des lois de la physicochimie est indispensable pour sa sécurité. On ne peut pratiquer la plongée sous-marine que de manière raisonnée.

L'amélioration des conditions d'intervention des plongeurs passe obligatoirement par une recherche fondamentale et appliquée portant sur les mécanismes d'échange gazeux entre le plongeur et son environnement, mêlant intimement la chimie, la physicochimie et la physiologie.

L'exposé abordera ces deux facettes d'un seul et même problème, qui est celui des relations étroites entre la théorie et les faits expérimentaux. Il illustrera à partir de quelques exemples la manière de les utiliser dans l'enseignement de la physicochimie et de la plongée sous-marine.

**Mots clés :** plongée sous-marine, thermodynamique, solubilité des gaz, décompression.

## **Revêtements complexes anti-friction pour les composants Moteurs de l'automobile : de la F1 à la grande série.**

Claude LORY

*AVRUL - SOREVI - Limoges*

Dans la course à la demande constante d'amélioration des propriétés d'usage des matériaux, les développements à mettre en œuvre pour obtenir de meilleures performances sont de plus en plus lourds et coûteux. Combiner les avantages de plusieurs matériaux pour « sur-performer » leurs propriétés originelles et obtenir ainsi une amélioration significative du comportement de l'ensemble ainsi réalisé est une solution attractive.

Les traitements de surfaces utilisent ce principe depuis longtemps. Par ailleurs, les techniques de dépôt sous vide ont ouvert la porte, au début des années 80, à la synthèse de « nouveaux matériaux » hors équilibre thermodynamique, avec des perspectives bien réelles d'industrialisation.

Les revêtements de carbone dur amorphe (**Diamond Like Carbon**), de part leurs propriétés exceptionnelles dans le domaine de la tribologie (science du frottement), sont une parfaite illustration de ce concept. Matériau unique permettant d'associer une très grande résistance à l'usure et des propriétés anti-friction exceptionnelles, le DLC n'existe pas sous la forme de matériau massif. La maîtrise de la qualité de l'adhérence des couches de DLC d'une part et la maîtrise de la reproductibilité des couches obtenues d'autre part, ont permis à l'entreprise Sorevi-Bekaert d'apporter des accroissements significatifs de performances pour les composants moteurs dans le domaine de la compétition automobile. Associé à un substrat métallique, généralement en acier, qui apporte les éléments nécessaires de résistance mécanique (fatigue, rigidité, dureté...), le dépôt de DLC assure les propriétés tribologiques de surface conduisant ainsi à des réductions des efforts de frottement et donc des gains de performance pouvant dépasser 30%.

Des résultats de banc d'essai sont présentés à titre d'exemple. Même à moyen terme, de telles performances n'auraient pas pu être obtenues grâce au seul développement de nouveaux matériaux massifs.

En plus de l'augmentation spécifique des performances, les composants revêtus de DLC sont des éléments très importants permettant d'atteindre les objectifs de fiabilité et d'une certaine longévité à haut niveau de performance, actuellement exigé dans le domaine de la F1 en particulier.

Le respect des exigences de performance/fiabilité de la F1 en particulier, ont permis d'envisager l'utilisation des DLC pour des applications grande série. Depuis fin 2005, Sorevi-Bekaert applique ainsi du DLC sur des composants série (500 000 p/an pour un composant) avec un objectif double de fiabilisation/performance de ce composant.

## **Technologie et performance sportive.**

Denis MASSEGLIA

*Comité National Olympique et Sportif Français - Paris*

La performance sportive est essentiellement fonction de trois paramètres : le physique, le technique et le psychologique. Dans un contexte international de plus en plus relevé, où la victoire se joue sur le moindre détail, il est logique d'optimiser chacun des trois paramètres précédent. La technologie en fait donc partie. Ce sera donc un des aspects à étudier : comment la technologie permet-elle d'améliorer chacun des paramètres influant sur la performance sportive ?

Poser la question conduit à en évoquer d'autres : la technologie peut-elle dénaturer le sport qu'elle est sensée aider ? La technologie crée t'elle encore plus d'inégalité dans l'accèsion à la performance ? La technologie peut-elle améliorer la performance tout en préservant l'intégrité de l'athlète ? La technologie est-elle sans faille, sans faiblesse et donne t'elle suffisamment de garanties de fiabilité à l'athlète pour qu'il ne se pose pas de question à son sujet ?

Par ailleurs, la technologie ne revêt pas la même importance selon les sports, et notamment entre ceux dits à matériel et ceux qui ne le sont pas ou peu. Les approches physiques, technique et même psychologique seront alors forcément différentes et devront prendre en considération le fait que tous les concurrents de la compétition n'auront pas la même culture vis-à-vis du matériel.

Nous sommes dans un contexte où la technologie repousse les limites de l'humain et lui permet de progresser sur le simple plan de la comparaison vis-à-vis de soi-même. La question mérite cependant d'être posée de la difficulté de comparer des performances dans lesquelles la part de la machine revêt une certaine importance.

Si donc l'apport de la technologie dans la performance sportive est indéniable, il n'en demeure pas moins que son utilisation n'est pas aussi simple qu'il y paraît au premier abord et qu'elle se complexifie au fur et à mesure que l'exigence augmente.

## **Performances d'un ski course : Structures composites et glisse sur neige.**

Nicolas PUGET

*Groupe Rossignol – Saint-Jean-de-Moirans*

Une des descentes les plus difficiles au Monde se dispute chaque année à Kitzbuhel en Autriche depuis plus de 100 ans. La montagne reste la même, et les organisateurs ont augmenté le nombre de virages pour assurer la sécurité des coureurs, pourtant les 860m de dénivelée de la Streif se descendent 8 secondes plus vite avec les 32 portes actuelles, par rapport aux 25 portes franchies par les concurrents en 1980, ...

### **I Matériaux Composites**

Les skis peuvent être assimilés à des poutres hétérogènes, constituées d'un assemblage collé d'une dizaine de couches de natures différentes.

L'exposé proposé mettra en évidence le double rôle des résines mises en œuvre dans la fabrication des skis :

- Rôle d'imprégnation et de stratification des fibres (principalement fibres de verre) pour réaliser les couches de matériaux composites,

La fonction d'ensimage entre la fibre et la matrice therm durcissable (exemple de la fibre de verre avec la résine Epoxy) sera une illustration des apports de la chimie pour assurer la compatibilité et les caractéristiques mécaniques pour des matériaux composites de haute performance.

- Rôle d'adhésion pour coller les différents matériaux entre eux (polymères thermoplastiques, bois, matériaux alvéolaires, alliages métalliques, laques et encres),

La réalisation indispensable de différents traitements de surfaces chimiques et mécaniques pourra être mise en avant : composants en aluminium anodisés, acier sablés, Polyéthylène poncés flammés, etc.

L'utilisation des skis (skis alpins, skis nordiques, ou snowboard) implique mécaniquement des conditions aux limites sévères : grands déplacements, contraintes admissibles, mais ne doivent pas mener la structure à la rupture.

Les performances mécaniques des matériaux actuellement utilisés permettent de reculer les limites élastiques des skis, facilitant leur utilisation dans des conditions extrêmes.

Exemple d'une casse en flexion 3 points : Effort de 500kg pour une flèche de 100mm.

### **II Glisse :**

Un ski Alpin glisse sur la neige à des vitesses pouvant varier entre 20 et 40 mètres par seconde, mais il glisse plus précisément sur une fine couche d'eau qui se crée entre la semelle et la neige. Cette deuxième partie de l'exposé soulignera la complexité de ce phénomène faisant appel à la nivologie, la tribologie, la physico-chimie des surfaces, la chimie des matériaux, le comportement vibratoire de la structure.

Un point particulier sera porté sur les performances des polyéthylènes haute densité (PEHD) utilisés dans les semelles de skis, ainsi que les microrugosités appliquées sur la surface de glisse afin d'optimiser l'évacuation du film d'eau. Le fartage des semelles sera un exemple supplémentaire de traitement de surface visant à augmenter leur hydrophobie.

Des vitesses plus élevées, plus de virages sont également synonymes de pressions supérieures exercées par le skieur sur les carres et la semelle. Ce constat combiné à des préparations de pistes en neige artificielle injectée d'eau mène aujourd'hui à une forte abrasion de la semelle le long des carres pendant les virages. De récents travaux ont permis d'augmenter leur résistance à l'abrasion.

### **Conclusion :**

De manière discrète pour le grand public, mais d'une grande efficacité pour l'industrie : l'évolution technique des skis ces dernières décennies est donc fortement liée aux nombreux apports de la Chimie dans les performances des matériaux.

## La fabrique des surhommes : Corps entraîné, corps dopé, corps augmenté.

Isabelle QUEVAL

*Centre de Recherche, Sens, Éthique, Société - Paris*

Le début du XXI<sup>ème</sup> siècle confirme une révolution dans la considération du corps et de la santé. Tandis que l'Antiquité s'attachait à prévenir et restaurer l'équilibre naturel, le XVIII<sup>ème</sup> siècle à cultiver une perfectibilité corporelle susceptible d'infléchir -*pour l'améliorer*- le destin individuel, les dernières décennies, dans les pays industrialisés, témoignent du projet de *modifier* et *transformer* le corps, c'est-à-dire aussi la *nature*. La pharmacologie nouvelle, les greffes, les prothèses, le dopage supposent la plasticité du corps humain et sa perméabilité à l'invention technique. Une interrogation sur l'identité humaine se dessine, qui porte sur la définition d'un *corps naturel*, ses limites éventuelles dans la combinaison avec l'artifice, c'est-à-dire sur la technicisation de l'humain et son hybridation. Que sera l'homme du futur selon ce processus historiquement ancré de perfectionnement du corps, processus qu'accélère aujourd'hui des moyens techniques décuplés ?

Ce glissement des perspectives, cette profusion des moyens suggèrent aussi une *production du corps*. L'allongement de la durée de vie dans les pays riches est un marqueur du progrès médical, de même que des existences vécues statistiquement dans/avec un corps moins souffrant et moins subi. S'ouvre l'ère d'un corps *su*, voulu, créé, projet volontaire et rationnel qui, de la naissance médicalement assistée - *programmée* ?- à la chirurgie esthétique, en passant par la pharmacologie, la diététique, la cosmétologie, le sport, évoque la maîtrise de la nature et du hasard. Croyance ou fantasme ? La maîtrise du corps, l'investissement identitaire dans un corps devenu destin, capital, jugement dernier, est une idée-force. Nul doute que l'effondrement des grandes transcendances au XX<sup>ème</sup> siècle, qui structuraient collectivement les identités et proposaient des « au-delà », a cette conséquence paradoxale : l'espoir vient par le corps ; la vie *bonne*, *i.e.* saine et longue, dépend de l'entretien *médico-sportif* de soi.

Le sport, et en particulier le sport de haut niveau comme laboratoire expérimental de la performance humaine, incarne donc pleinement ce processus. L'optimisation exacerbée de tous les paramètres de la performance -matériaux, matériels, science médicale et entraînements, techniques gestuelles, diététique, préparation psychologique et stratégique- illustre un culte du progrès hérité des Lumières et dont le XIX<sup>ème</sup> siècle, celui de la naissance du sport moderne, consacra l'effectivité en étalonnant la force et le mouvement humains. Par son essence -*l'amélioration des performances*- le sport de haut niveau figure un évolutionnisme schématique -adaptation, sélection, progression- dont le dopage est un ingrédient *logique*, si ce n'est moralement ou médicalement légitime. Par la manière, enfin, dont la *construction sportive de soi* suppose une *économie instrumentale du corps*, l'entraînement du champion entre en résonance avec une *sportivisation* du corps et des mœurs qui, au-delà de l'injonction médicale à faire de l'exercice, révèle le culte contemporain d'un *corps-œuvre*, indéfiniment perfectible.

### Références :

Queval I., *S'accomplir ou se dépasser, essai sur le sport contemporain*, coll. « Bibliothèque des Sciences humaines », Paris, Gallimard, 2004, 341 p.

Queval I., *Le corps aujourd'hui*, coll. « Folio Essais », Paris, Gallimard, 2008, 455 p.

Queval I., *Le sport - Petit abécédaire philosophique*, coll. « Philosophes », Paris, Larousse, 2009, 225 p.

**Mots-Clés :** Histoire du corps - Sport - Performance - Dépassement de soi - Dopage.



## Les matériaux composites dans le sport

Yves REMOND

*Université de Strasbourg – ECPM - Strasbourg*

Les matériaux composites sont issus des progrès importants effectués en chimie et en mécanique des polymères depuis plusieurs décennies, associés aux propriétés exceptionnelles de certaines fibres, principalement de verre ou de carbone. Nous sommes ici dans un concept nouveau qui, plutôt que d'allier différents matériaux entre eux (les alliages), tente d'obtenir le meilleur de chacun en les associant d'une façon optimisée. Les résultats obtenus sont tellement remarquables que le sport de compétition comme le sport populaire, ont souhaité en bénéficier très rapidement.

De nombreux exemples permettent de bien comprendre les mécanismes de leur fonctionnement et leurs qualités inégalées.

Dans le domaine naval, les sports nautiques sont très consommateurs de matériaux composites. Les coques, les mâts, leurs structures internes les utilisent systématiquement. Une des raisons vient d'un rapport résistance-poids tout à fait incroyable. Une autre, de leur relative insensibilité à l'environnement marin, ce qui n'est pas courant pour les métaux. Dans le domaine de la protection des sportifs, les casques utilisent de plus en plus ces matériaux dont les capacités d'absorption d'énergie sont énormes. Une des explications tient ici aux propriétés d'un nouveau constituant de ces matériaux, constituant en partie virtuel : les interfaces entre les fibres et les polymères qui en se détruisant, sont susceptibles de dissiper l'énergie des chocs. Enfin, dans le domaine des sports mécaniques, les systèmes de freinage sont souvent constitués de matériaux composites entièrement en carbone. On utilise alors une exceptionnelle capacité à supporter des températures très élevées et à l'évacuer sans nuire aux matériaux voisins, tout en conservant une grande légèreté. De nombreuses autres propriétés des matériaux composites sont utilisées dans le sport : résistance aux vibrations, aux endommagements, flexibilité, rigidité, etc.

La présentation permettra, à partir d'exemples issues des milieux sportifs amateurs ou de compétition, de montrer en quoi ces matériaux ont constitué une révolution dans la conception des objets technologiques.

**Mots Clés :** Matériaux composites, fibres de carbone, interfaces, résistance, rigidité.

## **Textiles pour le sport : contribution au confort et à la performance.**

Fabien ROLAND

*ITECH - Lyon*

Le sportif recherche à la fois performance, confort et sécurité. Le vêtement de sport contribue à la performance par des tenues légères exerçant une compression du corps qui augmente le rendement musculaire et sa récupération après l'effort. Les fibres d'élasthanne permettent de construire des textiles avec une élasticité adéquate suivant les différentes parties du corps. De plus l'état de surface du matériau textile (rugosité, hydrophobie) réduit la résistance dans l'air ou dans l'eau. Ces fonctionnalités sont recherchées dans de nombreux sports d'endurance et de vitesse : trail, triathlon, natation, cyclisme...

Un meilleur confort dans l'action et une protection accrue permettent aussi au sportif d'être plus performant. Un vêtement confortable doit faciliter l'évacuation rapide vers l'extérieur de la chaleur et de l'humidité produites par l'effort musculaire. Les matériaux imper-respirants (membranes et enductions microporeuses ou hydrophiles) ont révolutionné le confort du sportif. Les textiles protègent aussi de l'environnement climatique, en particulier pour les sports de montagne et l'outdoor, grâce à l'apport de fonctions comme l'isolation thermique, l'imperméabilité et le coupe-vent. Ils sécurisent la pratique de certains sports comme les combinaisons anti-perforation d'escrime ou anti-feu de F1, en utilisant des fibres à hautes performances mécaniques et thermiques telles que le polyéthylène haute ténacité ou les aramides.

## Confrontation aux limites.

Jean-François TOUSSAINT

*IRMES - Paris*

### Potentiel d'espèce

Nos capacités individuelles évoluent dans la limite des capacités maximales de l'espèce. Ces potentialités peuvent être mesurées par l'ensemble des records archivés, pour les disciplines sportives comme pour toute autre activité humaine. L'évolution de ce potentiel sur les deux derniers siècles fut parallèle à de nombreux paramètres biométriques, dont l'allongement de la durée de vie. La question des limites d'espérance de vie rejoint celle des possibilités physiologiques d'*Homo Sapiens* et celle de leur optimisation. Comment vont-elles continuer à évoluer alors que ces variables semblent atteindre leur plafond simultanément ?

L'offre alimentaire et énergétique, l'amélioration des conditions d'assainissement des eaux et la diminution des contacts bactériens, expliquent une autre part importante de l'augmentation de l'espérance de vie et des performances. Par ailleurs, les variations de croissance économique ont un impact sur les records et les indicateurs de santé résultant d'interactions complexes. Il semble en effet que les décalages temporels en matière de développement économique se traduisent sur la progression de la longévité comme sur les records locaux. Enfin l'élévation des contraintes environnementales, proximales ou distales (excès d'hygiène, élévation de la température, réduction de la biodiversité, restriction des ressources), peuvent-elles entraîner des conséquences sur notre physiologie ?

### Blocage évolutif ou adaptation ?

L'adaptation nécessaire du vivant à son milieu pose la question de notre optimisation face à l'accroissement de ces contraintes. Si celles-ci continuent d'augmenter tandis que nous accédons au niveau le plus élevé de nos capacités phénotypiques d'espèce, la résultante de ces tendances opposées ne sera pas nécessairement positive. L'observation de nos meilleures performances et leur évolution récente confirment un monde fini : nos limites pourraient se profiler à brève échéance. L'avenir dépendra, comme depuis les origines, des interactions entre nos gènes et notre environnement. Nous assistons ainsi à une course entre nos capacités adaptatives stimulées par la science et la technologie (même si leur efficacité n'est plus aussi certaine) et les modifications du biotope dues aux effets secondaires de celles-ci autant qu'à notre quête perpétuelle de dépassement, inscrite, elle, au cœur du vivant. Cette course, selon André Lebeau, se heurtera à notre capacité à accepter, pacifiquement ou non, les limites de notre évolution.

### Références :

- G. Berthelot. *La fin du Citius*. PLoS ONE. 2008; 3: e1552 doi:10.1371/journal.pone.0001552  
G. Berthelot. *Atypicality on the edge of human achievement*. PLoS ONE. Mars 2010  
A. Lebeau. *L'enfermement planétaire*. Gallimard 2008  
R. Fogel. *The escape from hunger and premature death*. Cambridge University Press. 2004

## **La traque aux molécules dopantes.**

Jean-Luc VEUTHEY

*Laboratoire de Chimie Analytique - Genève*

Depuis les jeux olympiques de 1968, de nombreuses fédérations sportives ont mis en place une politique anti-dopage. Celle-ci est aujourd'hui coordonnée et harmonisée par l'agence mondiale antidopage (l'AMA) [1] à titre d'organisation internationale indépendante. Ses activités principales comprennent la recherche scientifique, l'éducation, le développement antidopage et la supervision de la conformité du Code mondial antidopage (le Code).

Tout athlète peut donc être testé en compétition et hors-compétition afin de détecter la présence de substances interdites se trouvant sur la Liste éditée annuellement par l'AMA. Les contrôles sont effectués par un laboratoire agréé par l'AMA sur des prélèvements d'urine, mais l'échantillon sanguin prend une importance grandissante avec le développement du passeport biologique. Il est estimé que plus de 150000 tests sont effectués annuellement dans le monde.

De par la complexité des matrices testées (sang, urine), la diversité des composés à tester et le faible niveau de concentration des agents dopants, des stratégies analytiques performantes doivent être mises en place. Celles-ci doivent également être rapides afin de pouvoir répondre dans un délai inférieur à quelques heures.

La traque des molécules dopantes est donc un véritable challenge pour le laboratoire anti-dopage qui est un pilier essentiel de la lutte contre le dopage dans le sport.

### ***Référence :***

[1] : <http://www.wada-ama.org/fr>

**Mots Clés :** Produits dopants, analyse de substances dopantes, AMA.