



# TABLE DES MATIÈRES

DOSSIER PÉDAGOGIQUE  
ATHLÈTES & SCIENCES

## INTRODUCTION

2

## 1 VISITE PAS À PAS

4

- 1.1 ATHLÈTES – APTITUDES 5
- 1.2 ATHLÈTES – PERFORMANCES 7
- 1.3 ENTRAÎNEURS 9
- 1.4 JUGES 9
- 1.5 SPECTATEURS 10
- 1.6 CONCLUSIONS 11

## 2 ZOOM SUR 3 INNOVATIONS TECHNIQUES

13

- 2.1 LES COMBINAISONS DE NATATION  
EN POLYURÉTHANE 14
- 2.2 LE TRAITEMENT DES IMAGES :  
DU SPECTATEUR AU COACH 16
- 2.3 LA CHAMBRE DE CRYOTHÉRAPIE :  
-110°C POUR MIEUX S'ENTRAÎNER 18

## 3 + D'INFORMATIONS

20

- 3.1 PISTES POUR ALLER PLUS LOIN 20
- 3.2 LEXIQUE 21
- 3.3 BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE 22
- 3.4 INFORMATIONS PRATIQUES 23

# INTRODUCTION

Fille de la science, la technologie change profondément – et de plus en plus rapidement – notre société et la manière dont nous vivons. L'exposition *Athlètes et Sciences* explore l'influence des innovations techniques sur le sport de haut niveau : comment améliorent-elles l'entraînement et les performances des sportifs ? Comment aident-elles à faire tomber les records ?

Divisée en quatre parties, l'exposition se penche d'abord sur **les athlètes**, qui bénéficient des avancées faites en physiologie (l'étude du corps, de ses capacités et de ses limites), d'appareils d'entraînement sophistiqués et de nouveaux matériaux qui optimisent leur équipement. Elle met ensuite en scène les progrès techniques qui touchent **les entraîneurs**, dont le travail devient plus objectif grâce à des outils de visualisation et d'analyse statistique. **Les juges** recourent par ailleurs à des dispositifs de mesure plus précis et **les spectateurs** profitent de logiciels de traitements d'images leur offrant détails et comparaisons spectaculaires.

*Athlètes et Sciences* aborde de nombreux domaines scientifiques de manière très concrète. Elle présente tant les principes scientifiques de bases que la manière dont ils sont appliqués dans le sport. À travers ces exemples, c'est notre **rapport à la technologie** qui est mis en lumière : la question du « tout technologique » et la peur que l'influence grandissante de la technique finisse par reléguer l'humain au second plan. L'exposition aborde également la question de la **relativité des records** à partir de performances réalisées à des époques différentes et avec des moyens techniques incomparables.

Dans l'exposition, seuls les moyens légaux sont abordés : **la question du dopage** n'est donc pas directement examinée (un espace de l'exposition permanente y est consacré).

## POURQUOI VISITER CETTE EXPOSITION AVEC SES ÉLÈVES ?

*Athlètes et Sciences* permet à l'enseignant d'aborder des questions de science de manière pratique et incarnée, et discuter de l'influence de la technologie en se basant sur un univers ancré dans le quotidien des élèves : le sport. Spectateurs du sport de haut niveau et/ou sportifs amateurs, les élèves pourront :

- Découvrir comment la science et la technologie améliorent les performances sportives (**Histoire, Sport**).
- Étudier et comprendre les mécanismes sous-jacents (**Sciences**).
- Analyser de manière distanciée les modifications que la science et la technologie apportent à la pratique du sport (**Société**).
- Aborder les rapports entre l'humain (l'athlète) et la technologie qui l'entoure (**Société**).
- Contribuer à ces discussions en se basant sur leurs propres expériences (**Société**).

Il est important de **préparer la visite** en classe pour inviter les élèves à se poser des questions sur les liens qui existent entre la science et le sport. Ils pourront ainsi réfléchir à leurs propres attentes et effectuer la visite de manière active et curieuse.

## LE DOSSIER PÉDAGOGIQUE

La première partie du dossier propose une **visite pas à pas** de l'exposition. Cette visite n'est pas exhaustive et se concentre sur un certain nombre de thèmes et de manipulations<sup>1</sup> à faire *in situ*. Une série de questions<sup>2</sup> est proposée à l'enseignant pour encourager le dialogue avec ses élèves durant la visite et faciliter leur encadrement.

Le fil rouge retenu pour cette visite consiste à rapprocher les innovations présentées dans l'exposition et **le quotidien des élèves**. Utilisent-ils un système vidéo similaire ? Ont-ils déjà réalisé des tests de réaction ? Ont-ils récemment changé de matériel pour bénéficier d'avancées techniques ?

Un autre fil conducteur est le lien qui peut être établi entre **les différents domaines d'utilisation des technologies**. Une technologie qui aide l'entraînement améliore les performances de l'athlète mais peut être également utilisée de manière statistique par le coach. Des techniques de visualisation des mouvements sportifs aident l'athlète mais aussi les juges à donner une note, et améliorent le spectacle. On voit ainsi comment une technologie pensée pour un domaine finit souvent par élargir ses groupes d'utilisateurs.

La seconde partie du dossier aborde plus en détail trois innovations techniques. Elle vient en complément de la visite de l'exposition<sup>3</sup> et permet une discussion approfondie en classe. Elle propose une réflexion complète sur ces innovations en expliquant leur fonctionnement, leur historique et l'influence qu'elles ont sur la pratique de sport de compétition et au quotidien. Pour chaque innovation, une série de thèmes de discussion<sup>4</sup> y relatifs est indiquée.

<sup>1</sup> Manipulation à réaliser dans l'exposition



<sup>2</sup> Suggestions de questions



<sup>3</sup> Rappel de l'exposition

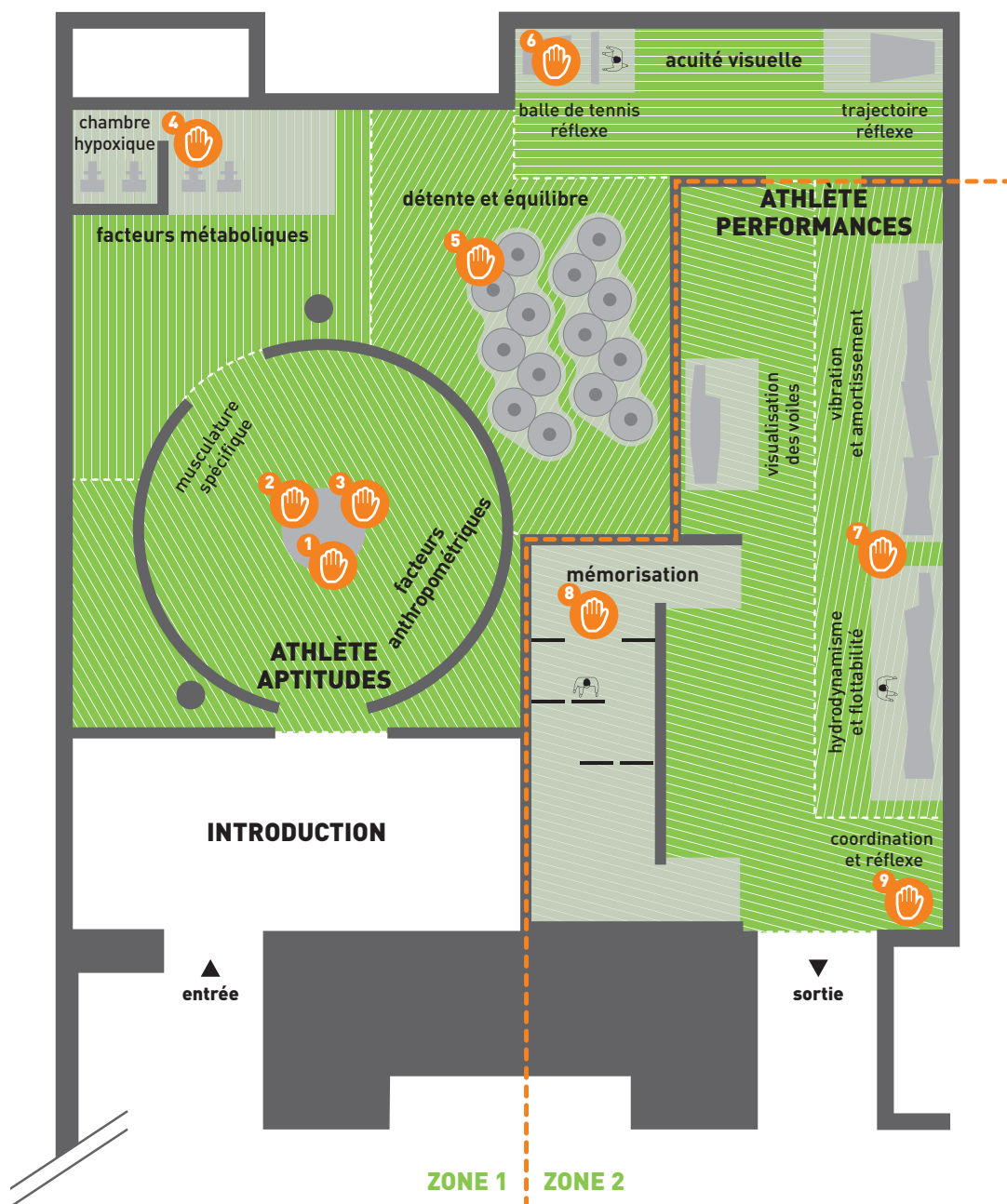


<sup>4</sup> Thèmes de discussion



## NIVEAU +1

La visite commence au niveau +1, entièrement consacré aux athlètes.



## 1.1 ATHLÈTE - APTITUDES

- FACTEURS ANTHROPOMÉTRIQUES
- FACTEURS MÉTABOLIQUES
- DÉTENTE ET ÉQUILIBRE
- ACUITÉ VISUELLE

## 1.2 ATHLÈTE - PERFORMANCES

- LE MATÉRIEL SPORTIF ET SES MATÉRIAUX
- DES NOUVEAUX OUTILS D'ENTRAÎNEMENT

Le premier espace (ZONE 1) s'intéresse à la mesure des **aptitudes physiques** des athlètes, le second (ZONE 2) se penche sur la **performance** et l'entraînement.

# 1.1 ATHLÈTE – APTITUDES

VISITE PAS À PAS  
1.1 | ATHLÈTE – APTITUDES

La science s'est toujours intéressée au corps humain et à ses aptitudes physiques, comme par exemple la morphologie qui étudie la forme extérieure et la structure des êtres vivants. Chaque sport exige des aptitudes particulières. De nouvelles techniques de mesure aident à analyser le corps des athlètes et à prévoir son développement futur chez les jeunes.

## FACTEURS ANTHROPOMÉTRIQUES

Il vaut mieux être grand pour jouer au basket. Un nageur flottera mieux s'il possède un peu de graisse. Il reste toutefois difficile d'identifier ce que serait le corps « idéal » pour chaque sport, car les performances dépendent aussi de la technique, de la tactique et, dans le cas de sport collectif, d'un savant mélange de différents talents.



**Mesurer sa taille et son poids, et comparer sa morphologie à celle de champions de différents sports.**



**Estimer son indice de masse grasse (→ voir lexique p. 21) avec la balance à bioimpédance.**

La balance estime la quantité d'eau présente dans le corps et ainsi sa quantité de graisse. Elle fonctionne en envoyant un très faible courant électrique qui circule d'un pied à l'autre. Il passera moins facilement à travers la graisse qu'à travers l'eau, car celle-ci contient des électrolytes, qui sont des sels bons conducteurs. La méthode n'est que peu fiable, car elle se concentre sur le bas du corps et dépend aussi de la température, du stress ou encore de la fatigue. Il faut apprendre à rester vigilant avec ce type de données, qui souvent ne sont utiles qu'au sein d'une analyse globale.



**Mesurer sa détente sèche : la hauteur entre le sol et les semelles, sans prise d'élan.**

On peut ici mesurer l'aptitude au saut, essentielle en basketball et volleyball. Étonnamment, le record du monde (152 cm) est détenu par le basketteur français Kadour Ziani, qui ne fait que 1.79 m. Relever ici la simplicité de ce système de mesure : le high-tech n'est pas toujours nécessaire.



**Quelles caractéristiques morphologiques connaissez-vous ?**

Taille, poids, indice de masse corporel (poids / taille\*taille), masse musculaire, indice de masse grasse, répartition des muscles, longueur des bras et des jambes, taille des mains et des pieds, tour de taille...



**Quelle importance ont-elles dans la pratique d'un sport ?**

## FACTEURS MÉTABOLIQUES

La morphologie ne fait pas tout. On peut améliorer ses aptitudes (oxygénation, réflexes, etc.) grâce à l'entraînement.



**Montrer la chambre d'altitude et expliquer son fonctionnement (le test prend trop de temps pour une classe entière). Elle illustre comment le manque d'oxygène rend l'effort plus difficile. Un effet positif ne serait obtenu qu'après un séjour de plusieurs jours.**

L'oxygène est essentiel aux muscles, ils en ont besoin pour fonctionner. C'est pour cela qu'on respire plus fort lorsque l'on fait du sport. Au-dessus de 2000 m, le manque d'oxygène rend les efforts difficiles, mais après un temps d'acclimatation le corps commence à produire davantage de globules rouges, qui transportent l'oxygène dans tout le corps. Comme ces globules supplémentaires restent dans le corps pendant des semaines, un athlète redescendu en plaine pourra mieux oxygéner ses muscles et ainsi être plus performant.

Les caissons d'altitude (ou hypoxiques, signifiant « faible en oxygène ») simulent en plaine ce manque d'oxygène et évitent de devoir se rendre en montagne. Le CIO a conclu que cette technique n'affecte pas la santé des athlètes et ne constitue pas une forme de dopage. La question reste complexe, car un très haut taux de globule rouge pourrait en fait être dangereux. D'ailleurs, la prise du produit dopant EPO (qui arrive au même résultat en stimulant la production de globules rouges) est interdite...



**Quels sont les différents types de « fatigues » ?**

En sport, nos limites viennent des muscles, de la douleur ou de la respiration (on a le « souffle court »).



**Le dopage devrait-il être défini par la méthode ou par le résultat ?**

→ [voir aussi « La chambre de cryothérapie », p. 18]



**Quels sports exigent le plus d'équilibre ?**

Tir à l'arc, patinage, gymnastique, mais aussi ski, lancer du javelot, boxe...



**Comment pourrait-on faire autrement pour mesurer la hauteur du saut ?**

- Les visiteurs ont déjà vu le système qui permet de mesurer sa détente sèche dans la première salle.
- Utiliser une caméra vidéo.
- Un mur recouvert de peinture photosensible et un flash.



**Où trouve-t-on encore des accéléromètres ?**

- Dans les appareils de photos numériques et certains smartphones pour reconnaître l'orientation grâce à l'accélération de la gravité.
- Dans les caméras numériques pour stabiliser l'image en cas de tremblement.
- Dans les ordinateurs portables, pour arrêter d'urgence le disque dur lors d'une chute.
- Dans des manettes de jeux vidéos, pour détecter le mouvement effectué par le joueur.

## DÉTENTE ET ÉQUILIBRE

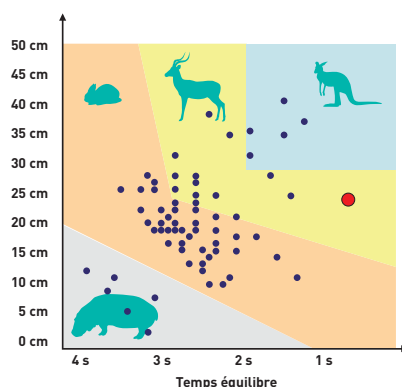
La détente est un mouvement d'extension des muscles. Ce mouvement dépend de la puissance musculaire. Un mouvement « puissant » correspond à une exécution rapide accompagnée d'une grande force. Cela correspond à la définition de la puissance en physique : le produit de la force par la vitesse. C'est un mouvement explosif, comme par exemple celui d'un haltérophile qui soulève rapidement son poids. Mais d'autres sports exigent une puissance dite « à faible vitesse », comme un skieur qui reste en position de recherche de vitesse (cela peut paraître paradoxal...).



**Tester sa détente et son équilibre.**

Le parcours conjugue puissance explosive (il faut sauter le plus haut possible) et recherche d'équilibre (il faut se stabiliser le plus vite possible après chaque saut). Il illustre comment la technologie amène de nouveaux types d'entraînement et pourrait même, en principe, déboucher sur de nouveaux sports.

L'appareil contient un accéléromètre qui mesure le changement de vitesse. Il peut ainsi calculer la trajectoire prise lors d'un saut et la hauteur atteinte (ce problème peut être résolu dans le cadre d'un cours de physique). Il peut également mesurer le temps nécessaire pour retrouver l'équilibre, à savoir une accélération proche de zéro.



**Détente et équilibre :** A la fin de l'expérience, il est possible de comparer sa détente et son équilibre aux résultats des autres visiteurs.

## ACUITÉ VISUELLE

On ne peut pas vraiment entraîner l'acuité visuelle (la faculté de l'œil à distinguer deux points très rapprochés). Il est néanmoins possible de porter des verres de contact ou de réaliser une opération au laser (comme le golfeur Tiger Woods) qui pourront non seulement compenser un déficit visuel, mais aussi parfois dépasser la normale. La perception peut par contre s'entraîner.



**Tester sa perception visuelle d'une balle.**



## 1.2 ATHLÈTE – PERFORMANCES

VISITE PAS À PAS  
1.2 | ATHLÈTE – PERFORMANCES

Pour gagner des compétitions, les athlètes ne doivent pas seulement améliorer leurs aptitudes, mais surtout leurs performances. La technologie les aide à s'entraîner et à mesurer leurs progrès. Elle apporte de nombreuses innovations sur le plan du matériel, de la préparation physique et de la recherche des mouvements idéaux.

### LE MATÉRIEL SPORTIF ET SES MATÉRIAUX

Pour aider un skieur à ne pas être trop secoué ou un nageur à bien flotter, des nouveaux matériaux sont développés, étudiés et améliorés en laboratoire.

→ voir aussi « Les combinaisons de natation en polyuréthane », p. 14



Tester les différences de capacité d'amortissement et de flottabilité de différents objets.



**Amortissement** : exemples de surfaces.



**Flottabilité** : exemples d'objets.



Au-delà de la morphologie (qu'on ne peut pas changer), qu'est-ce qui influence la performance d'un athlète lors d'une compétition ?

Son entraînement physique, son état mental, sa préparation tactique et les choix qu'il fait, ses concurrents (penser au « lièvre » des courses), les conditions météo, le public (jouer « à la maison » ou à l'extérieur) et bien sûr le matériel.

### DES NOUVEAUX OUTILS D'ENTRAÎNEMENT

#### Trouver la voile idéale.

Des technologies d'imagerie en temps réel développées à l'EPFL aident les navigateurs à obtenir la forme idéale de leur voile.

#### Entraîner sa mémoire...

La mémoire joue un rôle important, en particulier dans les sports de parcours.



Mémoriser un parcours de canoë-kayak.

#### ... et sa coordination.

La coordination des mouvements, la rapidité d'exécution et de réaction sont cruciales dans de très nombreuses disciplines : sports de combats et de balles, conduite automobile, etc. Des machines permettent aujourd'hui de tester et d'entraîner ses réflexes.



Tester ses réflexes à l'aide d'un appareil utilisé en Formule 1. Des pilotes tels que Fernando Alonso et Heikki Kovalainen ont atteint 138 touches par minute, mais c'est un amateur qui détient le record (152).



Est-ce fair-play et autorisé de se faire aider par une telle technologie pendant une course ?

Interdit lors de régates olympiques, autorisé lors de l'entraînement.



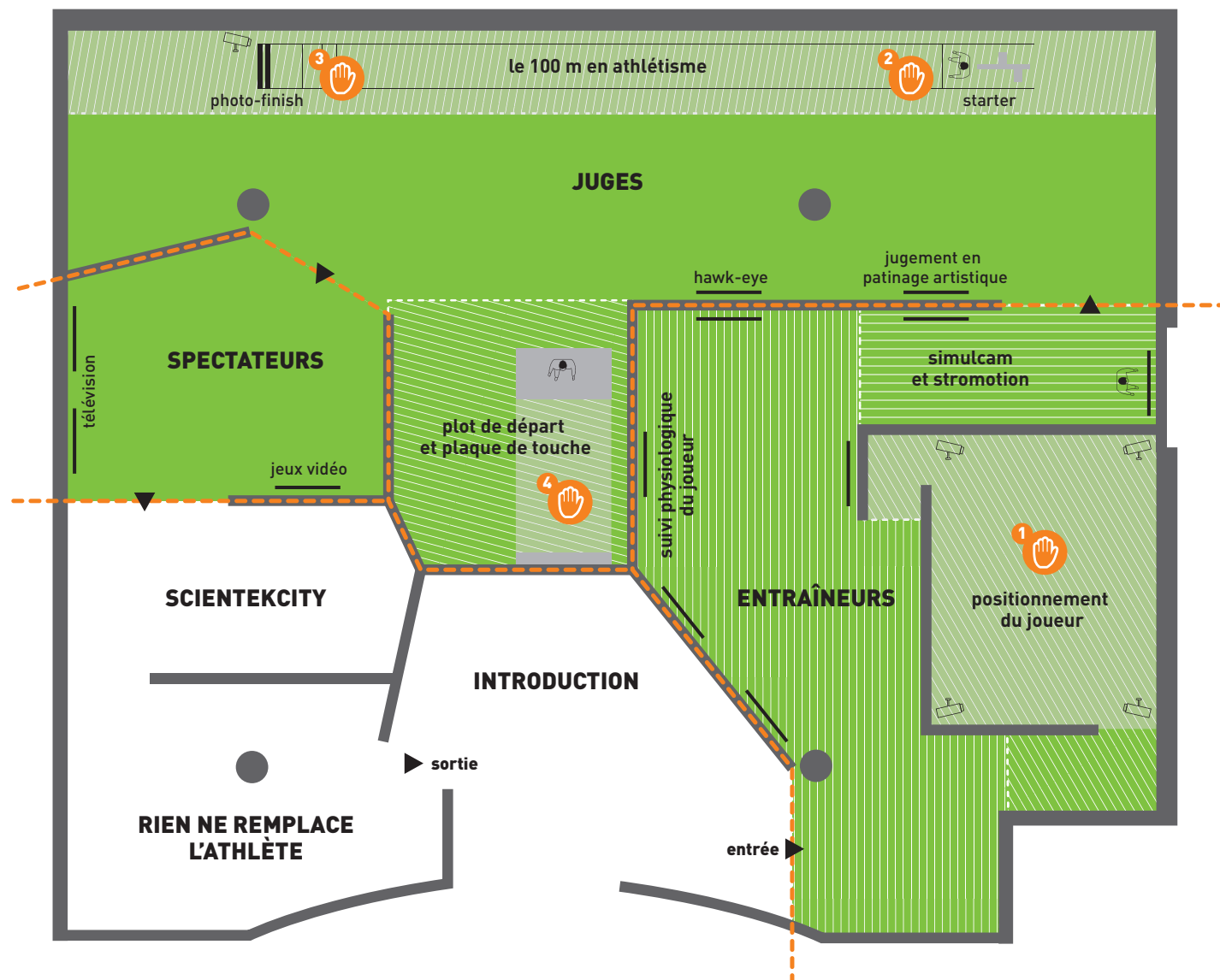
Dans quels sports la mémorisation joue-t-elle un rôle ?

Rallye automobile, ski, parcours hippique...



## NIVEAU +0

Cet étage est consacré aux entraîneurs, juges et spectateurs.



## 1.3 ENTRAÎNEURS

- POSITIONNEMENT DU JOUEUR
- SUIVI PHYSIOLOGIQUE DU JOUEUR
- SIMULCAM ET STROMOTION

## 1.4 JUGES

- LE 100 M EN ATHLÉTISME
- PLOT DE DÉPART ET PLAQUE DE TOUCHE

## 1.5 SPECTATEURS

## 1.3 ENTRAÎNEURS

VISITE PAS À PAS  
1.3 ENTRAÎNEURS  
1.4 JUGES

La technologie a aussi beaucoup changé le travail de l'entraîneur, qui est devenu moins intuitif. Il s'appuie désormais sur des chiffres objectifs et des statistiques fournies par des outils informatiques à partir de capteurs, de caméras et d'appareils d'entraînement comme ceux exposés dans la dernière salle visitée. Ils peuvent ainsi suivre la progression du joueur dans son entraînement et ses performances durant la compétition.

Le coach est désormais entouré de spécialistes aux connaissances pointues : spécialistes du matériel, préparateurs physiques, physiothérapeutes, médecins du sport et psychologues, qui cherchent à préparer au mieux le mental de l'athlète. Car les victoires se font aussi dans la tête.

### POSITIONNEMENT DU JOUEUR

À l'aide de caméras, un ordinateur est capable de suivre chaque joueur d'une équipe et d'établir des statistiques sur ses déplacements. Le coach connaît ainsi les distances parcourues et les sprints effectués par ses joueurs, peut analyser des séquences de jeu et vérifier si les schémas stratégiques ont bien été mis en pratique.



1 Tester un système d'analyse des déplacements.

### SUIVI PHYSIOLOGIQUE DU JOUEUR

Les joggers connaissent déjà cet appareil : une montre qui mesure le pouls cardiaque. Des dispositifs plus sophistiqués transmettent les informations par liaison sans fil. L'entraîneur peut ainsi suivre en temps réel le rythme cardiaque de l'athlète et voir s'il reste de la marge pour le « pousser » encore un peu.

### SIMULCAM ET STROMOTION

→ voir « Le traitement des images : du spectateur au coach », p. 16.



Quelles attitudes mentales sont positives et négatives pour un sportif ? Les réponses ne sont certainement pas absolues, elles dépendent évidemment des caractères !

(+) confiance, concentration, motivation, combativité, esprit « winner ».

(-) doute, timidité, manque de concentration, énervement (à part pour certains sportifs comme par exemple le tennisman John McEnroe), apathie, défaitisme.



Pourquoi faut-il plusieurs caméras ?

Une seule caméra aurait de la peine à analyser ce qui se passe lorsque deux joueurs entrent en contact. Avec plusieurs angles de vue, l'ordinateur arrive à reconstituer les trajectoires des joueurs même dans ces situations.

## 1.4 JUGES

VISITE PAS À PAS  
1.3 ENTRAÎNEURS  
1.4 JUGES

La technologie est devenue nécessaire pour permettre aux juges de départager des sprinters, détecter un faux départ ou encore voir si une balle est « in » ou « out » (système « Eagle Eye » au tennis). Elle sert de « troisième » œil au juge.

De nombreux sports (basketball, hockey, baseball, rugby) acceptent l'utilisation de la vidéo pendant un match (pour aider l'arbitre dans ses décisions) ou après la rencontre (pour sanctionner des joueurs ayant commis une faute grave). Une exception reste le football, où des erreurs d'arbitrage flagrantes (comme les fameuses « mains » de Diego Maradona ou de Thierry Henry non sanctionnées) ont choqué de nombreux fans.



Quelles peuvent bien être les arguments pour se passer de l'aide vidéo ?

Ne pas devoir interrompre le jeu ; tout jugement, même aidé par la technologie, reste subjectif ; éviter le recours trop fréquent à la vidéo ; remettre en question l'autorité de l'arbitre.



Un photomontage présente les records du monde du 100 m à différentes époques. Qu'est-ce qui a permis cette progression ?

- les méthodes d'entraînement ;
- les connaissances médicales ;
- le matériel (revêtement de la piste, chaussures, starting-blocks).

On ne peut utiliser ces records pour comparer les athlètes eux-mêmes. Ces records représentent la meilleure performance réalisée à une époque donnée.

## LE 100 M EN ATHLÉTISME

### Départ...

Anticiper n'est pas autorisé en sprint. Un faux départ est annoncé si un coureur commence à s'élancer hors du starting-block durant les premières 100 ms (*ms=milliseconde*) qui suivent le coup de pistolet du départ. Des études ont en effet montré qu'un temps de réaction inférieur (*→ voir lexique, p. 21*) est quasiment impossible. Il indiquerait donc que le sprinter a tenté sa chance en anticipant le coup de feu. Pour mesurer ce temps de départ, un appareil détecte le moment où le sprinter commence à appuyer sur le starting-block.

Les sprinters ont des excellents temps de réaction : Usain Bolt a fait son départ à Pékin en 165 ms, alors que Monsieur ou Madame-Tout-le-monde prendra en moyenne 235 ms. En fait, on peut perdre une course même en allant plus vite : Carl Lewis finit second derrière Leroy Burrell à New York en 1991, retardé par un départ plus lent de 49 ms, bien qu'il ait parcouru ensuite les 100 m plus rapidement.

De plus, le son du pistolet est retransmis par des haut-parleurs placés derrière chaque sprinter. Sinon, les coureurs près du pistolet auraient un léger avantage, dû au plus grand volume du son qui favorise une réaction rapide.



Effectuer un vrai départ de 100 m et tester son temps de réaction.

### ... et finish

C'est la position du buste qui détermine l'arrivée d'une course. Lorsque les coureurs arrivent dans un mouchoir de poche, une photo-finish (*→ voir lexique, p. 21*) permet de connaître le gagnant.



Une photo-finish est prise en bout de course.

## PLOT DE DÉPART ET PLAQUE DE TOUCHE

En natation, l'arrivée est marquée par la pression du nageur sur la plaque d'arrivée. Aux JO de Pékin en 2008, la finale du 100 m papillon entre Phelps et Cavic s'est jouée à 1/100<sup>e</sup> de seconde. L'analyse d'images prises à la verticale de l'arrivée a confirmé le résultat indiqué par les plaques de touches.



Effectuer une simulation de course de natation, depuis le plot de départ jusqu'à la plaque de touche à l'arrivée. Il faut trouver la force nécessaire (équivalent à 3 kg) pour déclencher la plaque d'arrivée. Celle-ci ne doit pas être trop sensible, car sinon une vague risquerait de la déclencher.

VISITE PAS À PAS |  
JUGES | 1.4  
SPECTATEURS | 1.5

## 1.5 SPECTATEURS



Comment imaginez-vous regarder les JO dans 50 ans ?

Plus d'interactivité, choix des prises de vues, des statistiques. Encouragement des joueurs depuis son salon via des microphones.

Pour que le sport télévisuel soit plus compréhensible, les téléspectateurs (et les commentateurs sportifs) profitent des mêmes outils de visualisation que les entraîneurs.

L'historique des méthodes de retransmission des Jeux Olympiques illustre parfaitement l'évolution de notre société qui entre plus profondément dans l'ère de l'information globale et instantanée.

Les jeux vidéo, qui aujourd'hui représentent un marché plus grand que celui du cinéma, ont toujours proposé des compétitions sportives virtuelles. Le niveau de réalisme est devenu exceptionnel. Aidée par des technologies d'enregistrement et d'analyse de mouvements, ce sont des répliques réalistes de vrais joueurs qui peuplent désormais ce monde virtuel.

Le dernier espace d'exposition offre l'occasion de résumer les points forts de la visite et de revenir avec les élèves sur certaines questions soulevées dans l'introduction (voir p.2). On peut ainsi retracer rapidement l'exposition et mieux la garder en mémoire.

Il est recommandé de prendre un peu de distance face à toutes ces innovations techniques. Ces avalanches de données aident certes à être plus objectif, mais leur analyse exige beaucoup de temps.

### SCIENTEKCITY

L'espace « ScienTekCity » permet d'entamer une réflexion sur l'avenir du sport, à poursuivre en classe (→ voir « Pistes pour aller plus loin », p. 20).

### RIEN NE REMPLACE L'ATHLÈTE

La technologie fascine, mais ne doit pas occulter l'homme. Les sportifs restent très souvent le moteur d'améliorations révolutionnaires, comme par exemple la technique du rouleau dorsal, inventée par Dick Fosbury.



### THÈMES DE DISCUSSION

**Revenir sur une innovation exposée et observer comment elle influence les différents acteurs (de l'athlète au spectateur en passant par le coach et les juges).**

Les appareils de mesure de la performance physique sont utiles à l'athlète, mais aident également l'entraîneur à planifier les séances et à suivre la progression du sportif. Ils peuvent aussi être utiles aux juges (faux départs au sprint basé sur le temps de réaction) tout en mettant du piment au spectacle (*Hawk-Eye* au tennis).

Des outils de visualisation (comme le découpage d'images *StroMotion*) développés d'abord pour la télévision sont également utilisés par les juges en patinage artistique.

**Quels autres acteurs (à part les athlètes, coach, juges et spectateurs) gravitent autour du sport ?**

Les médias, les investisseurs, les hommes et femmes politiques (récupération à fin électorale, patriotisme), les familles des athlètes, les fans.

**Quelles caractéristiques partagent de nombreuses innovations présentées dans l'exposition ?**

Beaucoup d'électronique et de chiffres. Tout ce qui peut être mesuré est aujourd'hui « digitalisé » : le signal mesuré est transformé en données numériques traitables par ordinateur. On peut alors le transmettre sans fil, le représenter sous forme graphique, et en faire des statistiques. Cette évolution dans le sport fait écho à celle de notre société, où l'intuition fait de plus en plus place aux chiffres rationnels.

Importance croissance de l'image et des outils de visualisation.





Dans cette partie, le dossier examine plus en détail trois innovations technologiques et leur influence sur le sport de haut niveau. Il explique leur mécanisme et propose des pistes de réflexion à aborder avec les élèves en classe après la visite. À partir de ces trois innovations, un travail de recherche à faire en groupe peut également être proposé aux élèves.

**LES COMBINAISONS DE NATATION EN POLYURÉTHANE** soulèvent la question de la différence entre le sport de haut niveau et la pratique amateur. Souvent, la compétition catalyse des découvertes qui seront, des décennies plus tard, utiles au grand public. Mais qu'apporte vraiment à l'amateur une combinaison de natation high-tech ? Est-il satisfaisant d'améliorer sa performance sans effort physique ? Cette double-page offre une analyse scientifique succincte de la natation et explique comment de telles combinaisons améliorent la performance des nageurs.



Combinaisons en polyuréthane.

La double-page **«LE TRAITEMENT DES IMAGES : DU SPECTATEUR AU COACH»** se penche sur les nouvelles manières de travailler les images. Elle tisse un lien avec le quotidien des élèves, familiarisés avec ces nouvelles manières de voir, présentes dans les jeux vidéo et certains smartphones. Elle illustre également comme une jeune entreprise active dans la haute technologie développe ses marchés et finit par toucher aussi bien les téléspectateurs que les sportifs et les entraîneurs.



StroMotion.

**LES CHAMBRES DE CRYOTHÉRAPIE** illustrent les moyens parfois extrêmes employés pour optimiser les performances physiques de l'athlète. Se congeler à  $-110^{\circ}\text{C}$  pour mieux s'entraîner paraît, au premier abord, tenir de la science-fiction. Mais pour un athlète qui travaille continuellement sur son corps, tout espoir d'amélioration est bon à prendre. Le corps devient une machine qu'il faut entretenir, huiler, voire congeler... Jusqu'où aller ? Cette troisième innovation n'est pas exposée dans *Athlètes et Sciences*. Elle ouvre une piste de réflexion (→ voir « Pistes pour aller plus loin », p. 20), à savoir un travail sur l'avenir du sport.



Chambre de cryothérapie.

## 2.1 LES COMBINAISONS DE NATATION

### INTENTIONS PÉDAGOGIQUES

Montrer que les records sont relatifs et ne mesurent pas uniquement la performance « nue » du sportif.

A partir de l'étude de la nage, expliquer les améliorations apportées par ces combinaisons.

Questionner l'intérêt de ces innovations pour l'amateur.



### Retour sur le passé

Comparer les tenues de bain de 1924 (Johnny Weissmüller), 1984 (Alexander Baumann) et 2009 (Alain Bernard). Que peut-on remarquer ?

Les maillots de bain redevenaient longs, comme au début du XX<sup>e</sup> siècle. Ils étaient alors couvrants plus pour des raisons de pudeur que de performance.



Johnny Weissmüller (1924).



Alexander Baumann (1984).



Alain Bernard (2009).

108 records du monde de natation battus en 2008 (dont 21 sur les 32 courses aux JO de Pékin)... Cette année-là, 11 nageurs sont descendus en dessous des 48 secondes pour le 100 m, alors qu'un seul nageur en avait été capable entre 2000 et 2007. La raison ? L'introduction de combinaisons de natation high-tech en polyuréthane.

Cette amélioration spectaculaire de la performance a suscité une grande polémique, notamment aux Championnats du Monde de natation à Rome en 2009. Depuis 2010, les combinaisons complètement étanches sont interdites par la Fédération internationale de natation (FINA). Les nageurs doivent porter des maillots en tissu perméable.

Les avantages apportés par la combinaison sont indéniables, et posent la question de la comparaison des records. Comment comparer les performances des athlètes réalisées à des époques différentes avec du matériel différent ?



Dans l'exposition *Athlètes et Sciences* : une combinaison est exposée à côté d'une expérience permettant de tester la flottabilité de différents objets.

### LA SCIENCE DE LA NAGE

L'eau freine le nageur de plusieurs manières.

- **La forme** du nageur durant la nage est essentielle. Il faut opposer le moins de surface possible au mouvement en adoptant une position allongée pour fendre l'eau de manière hydrodynamique (penser à la position de recherche de vitesse en ski). Un nageur long ayant de larges épaules et un bassin étroit offre moins de résistance à l'avancement (ce qui rappelle la forme adoptée par une goutte d'eau qui tombe en adoptant la forme de moindre résistance à l'air). Il faut également éviter les remous (ou turbulences) qui se créent derrière le nageur.

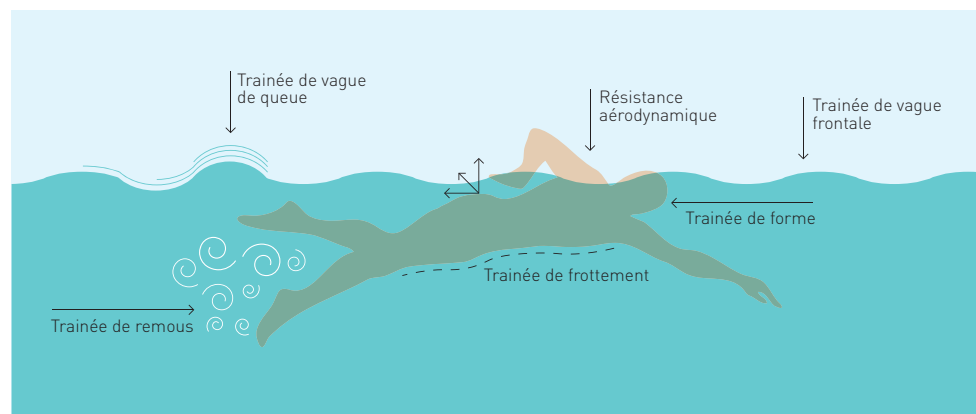


Schéma : Science de la nage.

- **Les vagues** créées par le nageur génèrent des zones de haute pression que l'athlète doit traverser et qui le freinent. Les nouvelles piscines sont équipées de lignes avec des brise-vagues pour éviter que les nageurs situés près des bords, où les vagues sont naturellement plus fortes, soient désavantagés. Il serait profitable de nager sous l'eau (où il n'y a pas de vagues) – mais c'est interdit !
- **Les frottements** de l'eau sur le corps de l'athlète et sur sa combinaison le freinent. C'est pour les diminuer que les nageurs se rasent le corps.



## LE SECRET DES COMBINAISONS HIGH-TECH

- Elles sont **élastiques**. Elles agissent comme des gaines qui compriment les muscles, et réduisent ainsi la résistance de forme exercée par l'eau.
- Elles ont une grande **étanchéité**, qui emprisonne des bulles d'air et augmente ainsi la flottabilité de l'athlète. La résistance de l'eau diminue, car une plus petite partie du corps du nageur est immergée.
- Leur surface est **lisse** avec de faibles coefficients de frottement. Elles sont de plus traitées avec des produits **hydrophobes** qui facilitent l'écoulement de l'eau le long de la combinaison.
- Les coutures et la fermeture éclair sont étudiées pour offrir **la plus petite résistance** possible.
- Les combinaisons sont faites en **polyuréthane**, un plastique qui apporte ici l'élasticité et l'étanchéité. Ce polymère (un composé de macromolécules) peut prendre de nombreuses formes (mousses dures, plastiques durs ou flexibles, tissus synthétiques, etc.).



### THÈMES DE DISCUSSION

#### Où placer la limite pour des accessoires innovants ?

Faudrait-il nager tout nu ? Pas forcément : les règles de la FINA sont claires et interdisent désormais toute combinaison ou dispositif améliorant la vitesse, la flottabilité ou l'endurance du nageur. On peut noter que tous les sports utilisent des accessoires (skis, perche, raquette, chaussures) qu'il est évidemment nécessaire – et possible – de réglementer. Mais les avancées technologiques sont si rapides qu'il est parfois difficile de les anticiper et d'adapter le règlement avant qu'elles soient utilisées en compétition. Faudrait-il alors instaurer des « moratoires », à savoir une interdiction temporaire pour attendre le résultat de tous les tests nécessaires ?

#### Quelle utilité pour l'amateur ?

La compétition a souvent amené des innovations qui s'avèrent intéressantes pour l'amateur, surtout au niveau du confort et de la sécurité. La combinaison en polyuréthane, elle, améliore principalement la performance. Est-ce intéressant pour un amateur d'en acquérir une au prix fort (compter 450 francs suisses) ? De toute façon, la plupart des amateurs ne possèdent pas la technique qui leur permettrait d'en tirer profit.

#### L'hydrodynamique

Laisser tomber différents objets dans un verre d'eau et analyser les raisons pour lesquelles ils tombent à différentes vitesses. Leur volume influence la poussée d'Archimède, leur forme change la résistance et leur surface détermine les frottements. On peut faire la même expérience dans l'air, où la force d'Archimède est le plus souvent négligeable. Comparer la chute d'une feuille de papier froissée en une très petite boule avec une boule plus lâche, ou encore la forme prise par une goutte d'eau qui tombe. Étudier le rapport entre différentes formes (cube, sphère, goutte) et leurs coefficients de traînée (→ voir lexique, p. 21).



Quelles avancées technologiques amenées par le sport de compétition peuvent être utiles pour les amateurs, lesquelles sont inutiles ?

- (Utiles) skis absorbant les vibrations, vélos plus légers, dispositif de changement de vitesse au volant en F1.
- (Inutiles) combinaison de natation, systèmes d'analyse de la position des joueurs.



Quels sont les facteurs importants pour l'amateur ?

Confort, sécurité, contrôle, précision.

## 2.2 LE TRAITEMENT DES IMAGES

### INTENTIONS PÉDAGOGIQUES

Expliquer comment la technologie change notre manière de regarder (ralenti, multi-écran, 3D).

Les images sont spectaculaires : les courses de deux skieurs sont superposées et permettent de voir les passages où les centièmes de secondes ont été gagnés ; le saut en longueur d'un athlète est décomposé en une vingtaine d'images.

La vidéo aide ainsi les entraîneurs à analyser finement les mouvements et la trajectoire des athlètes. Ces systèmes permettent de comparer le style des joueurs et de mieux comprendre les phases de jeu dans les sports collectifs. Surtout, ils facilitent la communication entre ce que voit l'entraîneur de l'extérieur et ce que ressent le sportif de l'intérieur.



Dans l'exposition *Athlètes et Sciences* : des systèmes de traitement d'images (« SimulCam » et « StroMotion ») sont exposés.

### COMMENT FAIRE UNE IMAGE STROBOSCOPIQUE ?

Le découpage d'images pour donner un effet stroboscopique ([voir lexique, p. 21](#)) est facile si la caméra ne bouge pas. Il suffit alors de sélectionner quelles images on veut montrer. Les caméras vidéo numériques standards enregistrant 30 images par seconde, en afficher une sur trente décomposera le mouvement seconde après seconde. Mais la situation est plus complexe si la caméra bouge pour suivre l'athlète. Dans ce cas, un ordinateur devra l'isoler en enlevant l'arrière-plan et faire reculer son image à l'écran afin de compenser le mouvement de la caméra.

Pour ce faire, il faut connaître le mouvement de la caméra. Deux techniques sont utilisées. On peut installer sur la caméra des capteurs de mouvements, ou bien calculer le mouvement à partir de l'arrière-plan, qui lui reste fixe.

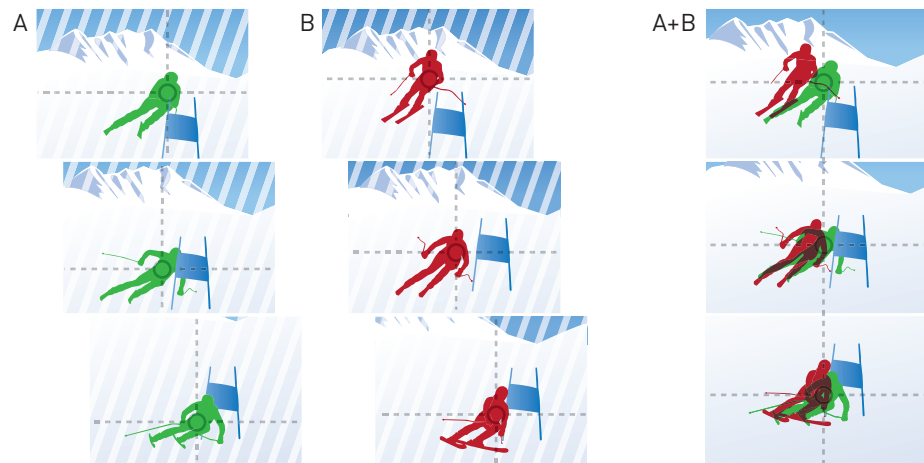
Des problèmes similaires se présentent pour la superposition de deux images ([voir schéma](#)).



La décomposition stroboscopique permet d'analyser le mouvement d'un athlète ou d'une phase de jeu.



Le système SimulCam permet de comparer la trajectoire de deux skieurs en même temps.



**Séquences de gauche (A et B) :** les athlètes sont détournés via un logiciel spécifique.

**Séquences de droite (A+B) :** les images sont ensuite recentrées et superposées.

Comme les caméramans suivent les athlètes dans leur course, les orientations de la caméra ne sont jamais les mêmes lors des deux prises de vue. Pour pouvoir comparer les deux images, il faut connaître les mouvements de la caméra pour faire « comme si » ceux-ci avaient été les mêmes, en repositionnant les images.

## TV, SPORTIFS ET RESSOURCES HUMAINES

Développée lors d'un travail de thèse réalisé à l'EPFL et commercialisée par la jeune entreprise fribourgeoise « Dartfish », la technique de superposition d'image « SimulCam » fait sa première apparition publique en janvier 1998 lors la descente de Wengen. Son premier marché vise les télévisions, qui veulent diffuser ces images spectaculaires pour attirer les téléspectateurs. Mais très vite, les entraîneurs manifestent leur intérêt.

En janvier 2001, le découpage de style stroboscopique « StroMotion » est lancé lors d'une compétition de patinage artistique. Aujourd'hui, il est utilisé par les juges pour noter les programmes des patineurs. Aux JO d'hiver de Turin de 2006, plus de 60 % des athlètes et entraîneurs sont des utilisateurs de ce type de systèmes. L'entreprise vend aujourd'hui également ses logiciels à des physiothérapeutes ainsi qu'aux départements des ressources humaines pour analyser le comportement d'employés. Si de nombreuses innovations sont d'abord développées pour un marché de niche avant d'être adoptées par le grand public, Dartfish a fait l'inverse en partant de la TV pour aller vers des spécialistes. Cette histoire illustre comment une technologie peut toucher tous les acteurs du sport de haut-niveau, du téléspectateur au sportif en passant par l'entraîneur et les juges.



### THÈMES DE DISCUSSION

#### De la chronophotographie à l'analyse du regard

Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, des photographes tels qu'Eadweard Muybridge et Etienne-Jules Marey inventent des systèmes permettant la prise de photographies successives très rapides : la chronophotographie. Elle est d'abord utilisée pour étudier les mouvements d'animaux (vol d'un insecte, galop du cheval). L'analyse des gestes sportifs devient alors scientifique, géométrique, physique.

Au début, l'attention se focalise sur les moments les plus « visibles » d'un geste (par exemple, la trajectoire en l'air lors d'un saut en longueur). Vers le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les analyses se tournent vers les instants cachés et très brefs qui jouent le plus grand rôle, comme par exemple la prise d'appui lors du saut. Dans les années 1970 naît l'espoir de trouver le « mouvement idéal », mais le plus souvent, ces analyses ne découvriront que des petites imperfections chez certains athlètes qu'ils pourront parfois éliminer.

Les scientifiques se tournent ensuite vers la perception et les réactions des athlètes – et découvrent par exemple qu'un gardien de but ne fixe en général pas le ballon mais se concentre au contraire sur le joueur pour mieux repérer les indices corporels.

#### Utiliser un stroboscope pour analyser le mouvement

La stroboscopie permet de réaliser une image photographique représentant la trajectoire d'un objet en plusieurs étapes. Il suffit de maintenir une longue pose et d'éclairer l'objet avec un stroboscope, un appareil émettant de la lumière de manière intermittente (par exemple, un flash chaque 1/10<sup>e</sup> de seconde). Des stroboscopes sont utilisés dans les cours de physique pour étudier la trajectoire d'objets en vol.

#### Évolution des représentations

Aborder le thème de l'image et de son évolution. Quelles nouvelles manières de présenter les images les élèves connaissent-ils ? Pour chacune, décrire comment elles pourraient changer la pratique du sport et sa représentation.

- Ralenti, accéléré.
- Split-screen, zapping.
- Effet 3D « temps mort » réalisé à partir de multiples caméras placées autour du sujet (utilisé dans le film « The Matrix » de Andy et Larry Wachowski, 1999).
- Effets photographiques (contraste amplifié, œil de poisson, effet « tilt-shift-miniature »).
- Jeux vidéos, qui permettent de revoir l'action sous différents angles de caméras.
- Réalité augmentée (→ voir lexique, p. 21).



La chronophotographie est le premier système qui permet l'analyse des gestes sportifs.

## 2.3 LA CHAMBRE DE CRYOTHÉRAPIE

### INTENTIONS PÉDAGOGIQUES

Expliquer les effets du froid sur l'organisme.

Questionner les limites de la science : jusqu'où aller pour améliorer son corps ?

Uniquement vêtus de gants, de chaussettes, d'un bonnet et d'un masque recouvrant la bouche et le nez, des sportifs entrent dans une salle refroidie à  $-110$  degrés. Ils y resteront deux à trois minutes. Le but de ce « coup de froid » ? Traiter le traumatisme, réduire les douleurs et accélérer la récupération après une blessure. Mais pas seulement. Des sportifs l'utilisent pour diminuer les risques de blessure durant une phase d'entraînement intensif, voire même pour se préparer avant une compétition. Alors, dopage ou non ?

La « cryothérapie du corps entier » est très jeune, et la science n'a pas encore livré toutes ses réponses quant à son efficacité. Mais le sport n'attend pas... L'adoption par les sportifs de cette technique tout droit sortie d'un livre de science-fiction montre bien la créativité sans borne que manifeste le sport de haut niveau quand il s'agit de pousser les athlètes encore plus loin. Que présage-t-elle du sport du futur ?



Qu'est-ce qui est vraiment froid ?

**0°C**

L'eau gèle

**-41.8°C**

Plus basse température de Suisse jamais observée  
(12 janvier 1987, La Brévine, Jura, 1032 m d'altitude)

**-46°C**

Température moyenne à la surface de Mars

**-89.2 °C**

Plus basse température au monde  
(Vostok Station, Antarctique, 21 juillet 1983)

**-110°C**

Chambre de cryothérapie

**-160°C**

Atmosphère de Jupiter

**-196°C**

Azote liquide

**-200°C**

Surface de Neptune

**-270°C**

Température dans l'espace

**-273,15°C**

Zéro absolu

### HISTORIQUE ET PRINCIPE

La thérapie par le froid (ou « cryothérapie ») est bien connue : qui n'a pas mis une compresse contenant de la glace sur une blessure enflée ? Le médecin grec Hippocrate recommandait déjà 400 ans avant J.-C. l'usage de la glace et de la neige sur des blessures. Le froid réduit l'enflure (ou inflammation) en resserrant les vaisseaux, ce qui réduit l'irrigation sanguine. Il atténue également la douleur en diminuant la transmission des signaux nerveux.

On peut aussi appliquer le froid au corps entier. Les bains glacés se pratiquent traditionnellement dans de nombreux pays nordiques (Scandinavie, Russie), et certaines équipes sportives les utilisent après les entraînements, pour éliminer les courbatures et favoriser la récupération musculaire.

Les chambres de cryothérapie ont été développées au Japon dans les années 1980 et importées ensuite en Allemagne et en Pologne, tout d'abord pour traiter des problèmes tels que les rhumatismes ou l'arthrite (une inflammation des articulations). Ce traitement est proposé dans de rares établissements médicaux, souvent liés à des centres thermaux. Il reste encore controversé, car les études scientifiques ne sont pas encore assez nombreuses. Malgré cela, les instituts de beauté ont commencé à l'offrir, car il permettrait de faire diminuer la cellulite.

### LES SPORTIFS S'Y METTENT

Très vite, les sportifs s'intéressent à cette nouvelle technique. Tout d'abord lors de la rééducation après une blessure. La diminution des douleurs, qui dure quelques heures suivant le traitement, leur permet de mieux effectuer les exercices de physiothérapie. « À entraînement égal, l'athlète qui réussira le mieux est celui qui récupérera le mieux », dit un spécialiste.

Certaines équipes effectuent une « cure » de cryothérapie lors de séances d'entraînement intensif, afin de diminuer le risque de blessures. Et des sportifs (comme par exemple l'équipe irlandaise de rugby) l'utilisent régulièrement durant la saison pour améliorer leurs performances, voire juste avant une compétition. Pourtant, l'amélioration des performances reste incertaine aux yeux de la science. Il semblerait que le froid puisse aider lors d'épreuves d'endurance (surtout lorsqu'il fait chaud et humide), mais moins lors d'efforts intenses tels que le sprint.

La cryothérapie illustre bien comment une innovation trouve sa place dans la société. Alors que les applications médicales se développent progressivement, avec précaution et à coup d'études scientifiques rigoureuses, les instituts de beauté récupèrent très vite des techniques dès qu'elles deviennent vendables (à savoir, inoffensives et, potentiellement, efficaces). Les sportifs eux aussi, n'attendent pas longtemps pour tester des méthodes dans l'espoir d'améliorer leur performance. Dans ce cas, le bouche à oreille fonctionne bien : si des stars le font et qu'elles en sont satisfaites, d'autres suivront...

Et vous, que feriez-vous ? Tenteriez-vous ce plongeon dans le grand froid ?



Dans l'exposition *Athlètes et Sciences* : l'exposition ne montre pas de chambre à cryothérapie, mais une installation similaire : la chambre d'altitude (→ voir p. 5)

## LA CHAMBRE DE CRYOTHÉRAPIE EN PRATIQUE

La séance s'effectue sous contrôle paramédical. Remplir un questionnaire médical (pour éviter les cas d'hypertension ou de problèmes cardiaques). Se déshabiller, enfiler des chaussettes épaisses, des gants, un bandeau sur les oreilles, et un masque chirurgical devant la bouche et le nez. Ensuite, entrer... Après être passé brièvement dans un premier sas à  $-10^{\circ}\text{C}$  et un second à  $-60^{\circ}\text{C}$ , on entre dans la chambre refroidie à  $-110^{\circ}\text{C}$ . La température du corps ne descend pas, ou très peu. Celle de la peau peut atteindre  $10^{\circ}\text{C}$ , voire  $5^{\circ}\text{C}$  – comme d'ailleurs avec l'application locale de glace ou d'un coldpack.

On y reste quelques minutes au maximum. Il faut bouger un peu. Le froid est mordant, décrivent les utilisateurs, mais moins insupportable que prévu. On peut communiquer via micro et haut-parleurs avec l'opérateur qui surveille la chambre. Une fois sorti, les patients se déclarent ravis, en bonne forme, et déjà un peu accroc – le lendemain, ils veulent déjà y retourner.



### THÈMES DE DISCUSSION

#### Pourquoi ne gèle-t-on pas à $-110^{\circ}\text{C}$ ?

L'impression de chaud et de froid dépend moins de la température que de la transmission (perte ou gain) de chaleur : un objet en bois paraît toujours plutôt tiède qu'il soit à  $10^{\circ}\text{C}$  ou  $40^{\circ}\text{C}$ , car le bois transmet mal la chaleur – au contraire du métal ou du béton, qui eux semblent vite très froids ou très chauds. L'eau est un bon conducteur thermique, c'est pourquoi un bain glacé est rapidement insupportable, et qu'un jour d'hiver sec paraît moins froid qu'un jour d'automne humide. L'air de la chambre de cryothérapie est sec et sans mouvement (absence de vent) et la transmission de chaleur reste faible. Il faut cependant protéger ses extrémités (pieds, mains et oreilles) qui risquent de geler, car elles sont moins bien irriguées par le sang. Un masque protège les muqueuses de la bouche et du nez.

#### S'agit-il de dopage et faudrait-il l'interdire ?

Organiser un débat avec deux groupes auxquels l'enseignant donne un certain nombre d'arguments pour et contre.

Le dopage est défini comme « l'emploi de produits accroissant les capacités physiques de manière provisoire ».

Contre :

- le dopage concerne uniquement des produits chimiques ;
- la cryothérapie n'est pas dangereuse pour la santé, et c'est la seule question importante ;
- elle ressemble à la chambre d'altitude, qui est autorisée ;
- il ne faut pas interdire les méthodes, mais certains états physiologiques anormaux ou dangereux pour le sportif.

Pour :

- il s'agit d'une technique « artificielle » ;
- il faut mettre des limites, sinon les sportifs feront toutes sortes de choses bizarres avant la compétition ;
- seule l'utilisation médicale devrait être autorisée.

#### L'avenir du sport

Comment imaginez-vous la préparation des sportifs de demain ?

(→ voir « Pistes pour aller plus loin », p. 20).

## 3.1 PISTES POUR ALLER PLUS LOIN

**DISCUTER DE L'INFLUENCE CROISSANTE DE LA TECHNOLOGIE DANS LE SPORT**

Qu'en pensent les élèves ? Reste-il de la place pour l'athlète ? Est-il possible de faire du sport sans technologie ? Comment la société pourrait-elle, même si elle le désirait, freiner la marche en avant de l'innovation, portée par la fascination de la technologie, les attentes des entraîneurs, les incitations financières et la pression des médias pour davantage de records et de spectacle ?

**RECENSER LES TECHNOLOGIES ET LEUR INFLUENCE SUR LE SPORT**

Recenser toutes les technologies (présentées dans l'exposition ou non) et indiquer leur influence sur les différents acteurs du sport de haut niveau et leur utilité pour l'amateur.

Par exemple :

- Le ralenti (dans tous les sports). Pour arbitres, entraîneur, spectateurs.
- La mesure de vitesse (dans toutes les courses, ou au tennis pour le service). Pour entraîneurs, spectateurs et commentateurs sportifs.
- De nombreux nouveaux matériaux (comme par exemple la fibre de carbone).

**IMAGINER LE SPORT DE DEMAIN**

Poursuivre la réflexion abordée par l'espace « ScienTekCity » sous forme de discussion ou d'atelier. À quoi pourrait ressembler le sport dans 100 ans ?

Une liste d'innovations technologiques est donnée aux élèves, qui doivent imaginer en quoi chacune d'elles pourrait changer la pratique du sport pour l'athlète (A), l'entraîneur (E), les juges (J) et les (télé)spectateurs (S).

Innovations :

- **Des matériaux extraordinaires** : super glissants, adhérents, élastiques, légers, solides, malléables, aéro- et hydrodynamique, voire même un « manteau d'invisibilité » (A).
- **La réalité augmentée** permet de superposer des données informatiques à la perception naturelle de la réalité : connexion sans fil et transmission instantanée de données, localisation des adversaires, de la position et de la vitesse du ballon, de l'état physique de joueurs, des conditions du terrain (E, J, S).
- **L'intelligence artificielle** analyserait de nombreux facteurs pour déterminer la meilleure stratégie (utilisée par exemple par le voilier Alinghi) (A, E).
- **Vers le cyborg, le mélange homme-machine** : prothèses super performantes (voir l'exemple du sportif handicapé Oscar Pistorius et de sa prothèse « Cheetah »), connexion direct entre les nerfs, le cerveau et des ordinateurs aidant le sportif à analyser le jeu et la stratégie.

**PLUS DE TECHNOLOGIE SERAIT-ELLE SOUHAITABLE POUR LE SPORT À L'ÉCOLE ?**

Analyser l'utilité éventuelle d'outils high-tech dans le sport scolaire (→ voir bibliographie, p. 22).

- Pour quels sports et sous quelle forme ?
- Pour quel investissement (en argent et en temps) ?
- Va-t-on vraiment l'utiliser ? Estimer le temps nécessaire pour régler les appareils, transférer les résultats, les regarder et les analyser.

On peut ensuite faire un projet en collaboration avec les enseignants de sport, de physique (pour les appareils de mesure), de biologie (pour les aspects physiologiques) et de mathématiques (pour le traitement statistique des données).

## 3.2 LEXIQUE

+ D'INFORMATIONS  
3.2 | LEXIQUE

<b>Acuité visuelle</b>	Faculté de distinguer deux points très rapprochés.
<b>Aptitudes</b>	Capacités physiques et mentales d'un individu pour accomplir une certaine tâche.
<b>Chronophotographie</b>	Méthode d'analyse du mouvement, décomposé par une succession de photographies.
<b>Coefficient de traînée</b>	Nombre dépendant de la forme d'un objet qui décrit la force de résistance s'opposant à son déplacement dans un fluide.
<b>Cryothérapie</b>	Thérapie par le froid.
<b>Hypoxie</b>	Manque d'oxygène, par exemple en montagne ou dans une chambre d'altitude.
<b>Indice de masse grasse</b>	Rapport entre la masse de graisse et le poids total du corps.
<b>Image stroboscopique</b>	Technique photographique dans laquelle l'illumination intermittente d'un objet en déplacement produit une succession d'images découpant sa trajectoire.
<b>Métabolisme</b>	Transformations moléculaires et énergétiques prenant place dans la cellule (par extension : les aptitudes musculaires ou respiratoires du corps).
<b>Performance</b>	Résultat obtenu par l'athlète ou l'équipe lors de l'entraînement ou la compétition.
<b>Photo-finish</b>	Photographie des concurrents à l'arrivée d'une course utilisée pour les départager.
<b>Plaque de touche</b>	Plaque sur laquelle un nageur doit appuyer pour signaler son arrivée.
<b>Polyuréthane</b>	Polymère (macromolécule) de type plastique, utilisé sous des formes multiples (mousse dure, plastiques flexibles ou durs, etc.) et trouvé dans des combinaisons de natations haute performance.
<b>Réalité augmentée</b>	Superposition d'informations informatiques sur une image réelle (par exemple l'application «WorldPeaks» pour iPhone qui indique la direction et l'altitude des montagnes les plus proches).
<b>Science</b>	Étude et analyse des lois qui régissent des phénomènes.
<b>Technologie</b>	Procédés techniques et applications issues de la science.
<b>Temps de réaction</b>	Temps de latence entre la présentation d'un stimulus (auditif, visuel, etc.) et la réponse motrice apportée volontairement à ce stimulus.



## 3.3 BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

### SCIENCE ET SPORT



Tara Magdalinski  
**Sport, technology and the body: the nature of performance**  
Londres : Routledge, 2009

Stewart Ross  
**Higher, further, faster : is technology improving sport ?**  
Chichester, West Sussex, England ; New York : Wiley, 2008

Georges Vigarello  
**Une histoire culturelle du sport, techniques d'hier... et d'aujourd'hui**  
Paris : Robert Laffont S.A. et Revue E.P.S., 1988

**Les nouveaux outils de la performance : le sport à l'ère de la technologie**  
Dijon : Ed. Faton, 2003

**Les métamorphoses du sport du XX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle : héritage, éthique et performances**  
Textes et iconographie rassemblés par Charles-Louis Foulon  
Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion, 2005



**Mission recherche INSEP : « La science au service de la performance »**  
[www.insep.fr/FR/prestationsdeservices/prestationderecherche/Pages/default.aspx](http://www.insep.fr/FR/prestationsdeservices/prestationderecherche/Pages/default.aspx)



**Faire du sport c'est physique et chimique**  
*C'est pas sorcier*, 12 novembre 2009, France 3

### ZOOM SUR 3 INNOVATIONS TECHNIQUES

#### Les combinaisons de natation en polyuréthane



Analyse de la physiques de la natation :

- **Les bases biomécaniques de la natation**, Sciences et techniques des activités physiques et sportives, Université Paris 13, [www-smbh.univ-paris13.fr/staps/A\\_Aqua.htm](http://www-smbh.univ-paris13.fr/staps/A_Aqua.htm)
- **Stage FPC Natation**, Régis Fayaubost, Académie d'Antibes, 2007  
[www.mapreps.com/FPCnat\\_fayaubost.pdf](http://www.mapreps.com/FPCnat_fayaubost.pdf)
- Comparaison des coefficients de frottement de différentes formes  
[en.wikipedia.org/wiki/Drag\\_coefficient](http://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient)

#### Le traitement des images : du spectateur au coach



Christian Pociello  
**La science en mouvements, Étienne Marey et Georges Demenÿ (1870-1920)**  
Paris : Presses Universitaires de France, 1999



**Dartfish**  
[www.dartfish.com/fr/index.htm](http://www.dartfish.com/fr/index.htm)  
Utilisation du système d'images stroboscopique de Dartfish dans le cadre du sport scolaire : [tinyurl.com/ygvv8a6](http://tinyurl.com/ygvv8a6)

**Exposition virtuelle sur Marey**  
[www.expo-marey.com/home.html](http://www.expo-marey.com/home.html)

#### Autres technologies présentées dans l'exposition



**Myotest**  
[www.myotest.ch/Home.aspx](http://www.myotest.ch/Home.aspx)

**Hawk eye**  
[www.hawkeyeinnovations.co.uk/?page\\_id=1008&PHPSESSID=05353571008506c9888f00d2c59d67a2](http://www.hawkeyeinnovations.co.uk/?page_id=1008&PHPSESSID=05353571008506c9888f00d2c59d67a2)

**Batak**  
[www.batak.com](http://www.batak.com) et [tinyurl.com/yds76s8](http://tinyurl.com/yds76s8)

## 3.4 INFORMATIONS PRATIQUES

+ D'INFORMATIONS  
3.4 | INFORMATIONS PRATIQUES

### Le Musée Olympique

Quai d'Ouchy 1  
Case postale  
1001 Lausanne  
edu.museum@olympic.org  
www.olympic.org/pedagogie  
Tél. +41 (0)21 621 65 11  
Fax +41 (0)21 621 65 12

### FORMULES POUR DÉCOUVRIR L'EXPOSITION *ATHLÈTES ET SCIENCES* DU 5 MAI 2010 AU 13 MARS 2011

#### Visite guidée et atelier

Au Musée, les classes peuvent bénéficier d'une visite de l'exposition en compagnie d'un animateur. L'expérience se poursuit avec un atelier qui privilégie une approche historique : focus sur quelques sports emblématiques avec des extraits vidéo des compétitions olympiques à travers le temps, des comparaisons d'équipements sportifs, des exercices pratiques.

Pour les 8-16 ans. Durée : 1h30

Renseignements et réservations au +41 (0)21 621 67 27 ou à edu.museum@olympic.org.

#### Visite libre

#### Horaires

Le Musée est ouvert tous les jours, de 9h00 à 18h00.  
Fermé le lundi du 1<sup>er</sup> novembre au 31 mars.

#### Tarifs

Écoles (scolarité obligatoire)	CHF 6.-/élève
Accompagnant/10 élèves	gratuit
Visite guidée pour les écoles (avec atelier)	CHF 50.-
Enfants de 6 à 16 ans et étudiants (individuel)	CHF 10.-
Adultes (individuel)	CHF 15.-

### ACCÈS

#### En métro

M2 (direction Ouchy) : Arrêts Ouchy ou Délices

#### En bus

Bus 8 et 25 : Arrêt Musée Olympique  
Bus 4 : Arrêt Montchoisi

#### En voiture

Autoroute sortie Lausanne-Sud. Au rond-point, suivre la route qui longe le lac jusqu'à Ouchy, puis suivre les panneaux indiquant Le Musée Olympique.

#### Parking

Places de parc sur le Quai d'Ouchy ou dans le parking du Port d'Ouchy (entrée devant l'Hôtel Mövenpick Radisson).

#### Accès pour les personnes à mobilité réduite

Entrée nord du Musée.

**Le Musée Olympique**

Quai d'Ouchy 1

Case postale

1001 Lausanne

[edu.museum@olympic.org](mailto:edu.museum@olympic.org)

[www.olympic.org/pedagogie](http://www.olympic.org/pedagogie)

Tél. +41 (0)21 621 65 11

Fax +41 (0)21 621 65 12

## Éditeur

© CIO, Le Musée Olympique, Lausanne  
1<sup>ère</sup> édition, 2010

## Auteur

Daniel Saraga, journaliste scientifique

## Coordinatrice du projet

Sandrine Moeschler, Service éducatif et culturel

## Cheffe de projet

Anne Chevalley, Service éducatif et culturel

## Validation pédagogique

Sylvie Delisle, Établissement primaire de La Sallaz

## Conception graphique

DidWeDo s.à.r.l.

## Impression

NBmedia, Genève

Ce document est également disponible en anglais et en allemand.  
Il peut être téléchargé sur le site [www.olympic.org/pedagogie](http://www.olympic.org/pedagogie).