

QUANTIFICATION DE SOI

L'athlète est au cœur de la performance sportive.

Les derniers développements technologiques permettent de mesurer des paramètres physiologiques et psychologiques, de mieux disséquer la performance et d'optimiser l'entraînement.

Ces approches déployées pour les performances sportives des athlètes peuvent être appliquées à l'activité physique et sportive pour tous, contribuant à la santé et au bien-être au quotidien.



COMMENT CORRÉLER FATIGUE ET NIVEAU D'ANTIOXYDANTS DANS LE SANG ? COMMENT OPTIMISER SON ENTRAÎNEMENT À L'AIDE D'UNE TELLE MESURE ?

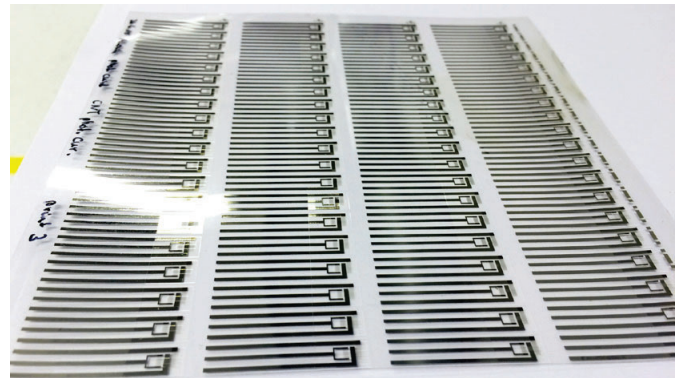
O2SCORE, POUR MIEUX GÉRER SA PRATIQUE SPORTIVE

Lors d'un effort physique, la production de radicaux libres est augmentée et, selon la récupération, la production d'antioxydants est également augmentée pour les neutraliser. Comment utiliser ces changements pour diminuer la fatigue, optimiser son entraînement, gérer sa récupération et augmenter ses performances ?

Quel est le niveau de fatigue après un effort physique ? Le dispositif développé par O2Score permet une mesure rapide et pratique du taux d'antioxydants dans le sang afin de piloter son entraînement et sa récupération pour augmenter ses performances.

Lors d'entraînement sportif, l'oxygénation est plus grande et va provoquer une série de réactions biologiques. Pour savoir si l'organisme a été surmené pendant l'entraînement, le laboratoire d'électrochimie physique et analytique (LEPA) a développé des électrodes et un système d'analyse permettant d'effectuer une mesure de l'oxydation d'une goutte de sang. Les électrodes produites par impression de nanotubes de carbone et la rapidité des mesures rendent ce dispositif particulièrement adapté à des mesures répétitives indispensables pour mieux gérer son entraînement et sa récupération.

Déjà utilisé par des sportifs de compétition, des études sont en cours pour développer les protocoles d'utilisation les plus adaptés et pour transposer l'approche à d'autres domaines faisant intervenir des facteurs d'oxydation tels que la nutrition ou la conservation de denrées.



Mesure des antioxydants dans le sang avec des électrodes produites par impression à jets d'encre.



Quatre de coupe Suisse, diplôme Olympique à Rio 2016, utilisateurs d'O2Score.



Equipe de première division, France, utilisateurs d'O2Score.

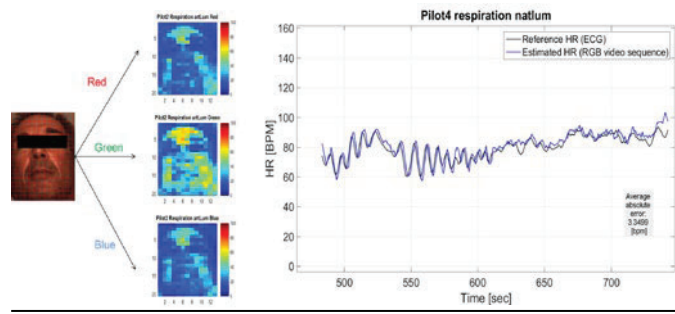
Comment traiter de manière optimale des signaux biologiques mesurés, tels que le rythme cardiaque, pour obtenir des résultats qualitatifs et utiles ?

Techniques avancées de traitement des signaux

Dans le sport, la surveillance de signaux biologiques comme le rythme cardiaque ou la qualité du sommeil est de plus en plus utilisée. Le groupe de recherche de traitement des signaux appliqués (ASPG) s'est spécialisé dans le développement de techniques avancées de traitement des signaux, principalement pour le domaine biomédical et sportif. Ainsi, le Dr Jean-Marc Vesin et son équipe ont participé au projet ObeSense du Laboratoire des systèmes embarqués (ESL). Le groupe ASPG a développé des compétences dans l'analyse des activités enregistrées par électrocardiogramme, l'analyse de la variabilité du rythme cardiaque, l'extraction de l'activité respiratoire sans capteur direct.

Plus récemment, l'ASPG a proposé un projet en collaboration avec l'Institut des sciences du sport de l'UNIL

(ISSUL) pour l'étude de l'effet de l'âge sur les paramètres cardio-vasculaires et la qualité du sommeil. En matière de traitement des signaux, d'autres applications liées au sport sont aussi possibles. L'ASPG développe des compétences dans l'estimation du rythme cardiaque avec un minimum de désagrément pour l'athlète. Mais aussi des compétences pour estimer la qualité du sommeil et contrôler les performances. Les développements de nouveaux systèmes de capteurs embarqués comme les textiles intelligents ouvrent de nouveaux horizons pour le sport. Mais la qualité moyenne des signaux récoltés par ces systèmes ainsi que le manque de techniques analytiques complexes donnent aux outils avancés de traitement de signaux tout leur sens.



Estimation du rythme cardiaque à partir de la vidéo.



Extraction robuste du rythme cardiaque.



Prise de données sur un sportif dans un environnement contrôlé.



Mesurer l'activité cérébrale pour étudier la perception et les capacités cognitives des athlètes en action

Un électroencéphalogramme portable pour des mesures sur le terrain

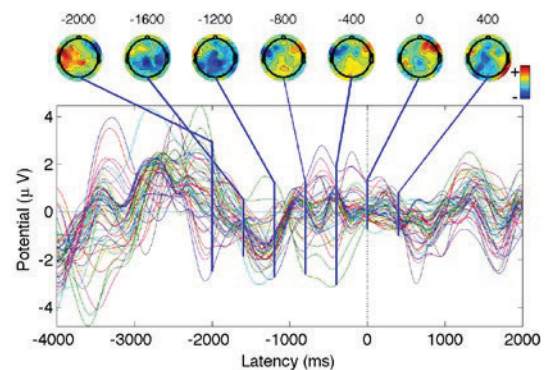
Comment le cerveau d'un athlète perçoit-il et répond-il à son environnement pendant l'activité sportive? A quel point les athlètes prennent-ils conscience de leur activité, et comment cette perception affecte-t-elle la performance sportive? Ces questions sont centrales pour aborder la performance sportive. La chaire de l'EPFL en interfaces cerveau-machine, dirigée par le Prof. Millán, s'emploie à mieux les comprendre.

En collaboration avec le Laboratoire de psychologie du sport du Prof. Hauw de l'UNIL et le Prof. Staderini de la HEIG-VD, les chercheurs ont développé une perspective neuro-phénoménologique. Analyser les signatures cérébrales des athlètes en action dans différentes conditions, complétées par des appréciations personnelles sous forme d'interviews, permet d'établir une vision de la manière dont le cerveau de l'athlète contribue à élaborer l'expérience d'une performance de haut niveau.

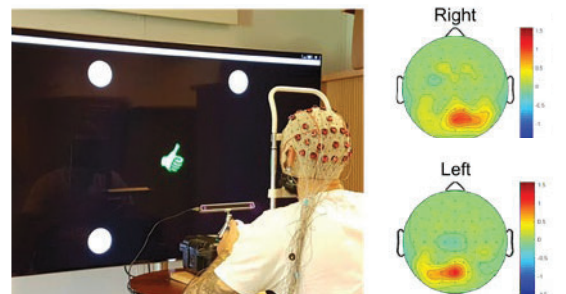
De plus, en collaboration avec A. Lecuyer de l'INRIA de Rennes, et R. Kulpa et B. Bideau de l'Université de Rennes 2, l'équipe de recherche étudie comment le contrôle cognitif et l'attention visuo-spatiale affectent la performance. Ces études utilisent la réalité virtuelle et l'analyse neurophysiologique pour développer des stratégies de neurofeedback visant à améliorer les aptitudes cognitives nécessaires aux activités sportives.

Ces efforts apporteront une meilleure compréhension des processus cérébraux destinés à induire et promouvoir la haute performance dans

le sport. Ils montrent la voie vers de nouveaux outils visant à suivre la condition de l'athlète et à développer des méthodes d'entraînement novatrices.



Enregistrement synchronisé de l'activité EEG et vidéo lors de la préparation et exécution d'un activité de gymnastique (collaboration EPFL, UNIL, HEIG-VD).



(gauche) Test neuropsychologique d'attention visuelle chez les gardiens de but. (droite) Schémas d'activité EEG montrent une activité latéralisée corrélée avec l'emplacement du focus d'attention visuelle (collaboration EPFL, INRIA, U. Rennes).

QUANTIFICATION DE SOI

Comment permettre la mesure de paramètres physiologiques lors de la pratique sportive en tout confort pour l'utilisateur

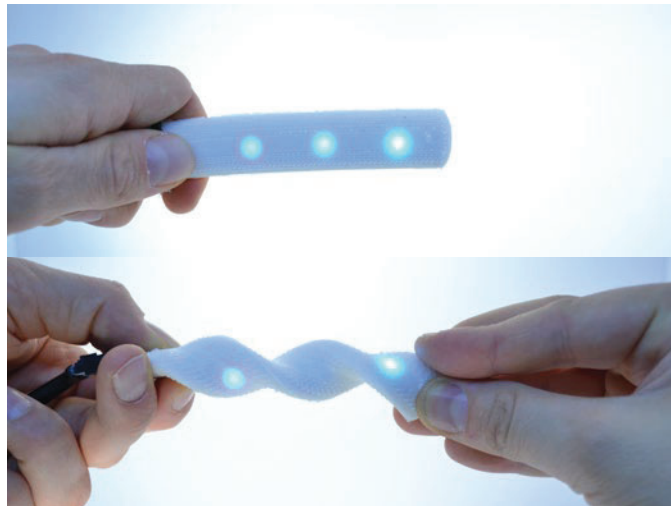
La prochaine génération de capteurs portables pour le sport

Les athlètes et entraîneurs professionnels utilisent quotidiennement des systèmes de capteurs électroniques portables, par exemple pour mesurer la position, le rythme cardiaque ou le niveau d'activité.

Ces dispositifs prennent la forme de boîtes en plastique rigides attachées au corps de l'athlète au moyen d'un harnais ou un bracelet, ce qui limite leur utilisation à certaines parties du corps. Cela peut également entraîner un inconfort pour l'athlète lors d'une utilisation prolongée ou encore rendre les données collectées imprécises à cause du mouvement relatif des dispositifs de mesure par rapport à la peau ou au squelette. Afin de dépasser ces limites, il est nécessaire de proposer des systèmes portables qui imitent la peau et se conforment au corps et aux mouvements des athlètes.

La solution inventée au LSBI permet de concevoir et de fabriquer des dispositifs portables avec une robustesse et une souplesse mécanique sans précédent. Des modules électroniques standard sont distribués, interconnectés et intégrés dans des élastomères pour construire la nouvelle génération de bracelets, bandeaux ou patches intelligents. Des jauges de contrainte épidermiques

permettant de capter le mouvement des doigts ont été fabriquées et testées avec succès dans le laboratoire. Les futurs développements consisteront à construire des systèmes embarqués disposants de capteurs digitaux – mouvement et température par exemple – et de fonctions de communication sans fil.



Electronique intégrée à un bracelet souple.

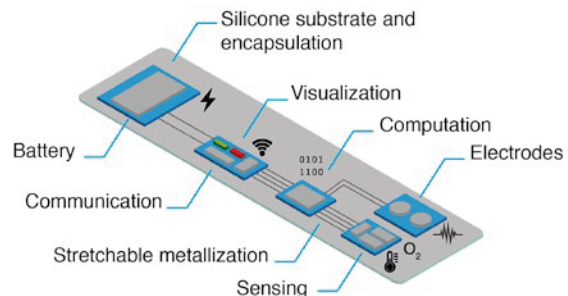


Schéma de connectique représentatif des composants pouvant être intégrés.

QUANTIFICATION DE SOI

Quel est l'effet de la compétence visuelle sur la performance sportive ?

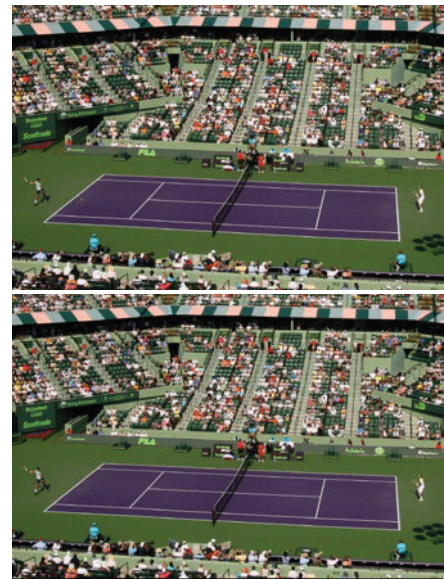


Qualification de la perception des professionnels du tennis

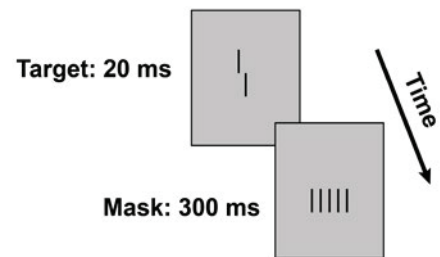
Est-ce que les professionnels du tennis ont de meilleures compétences visuelles que la moyenne des gens ? Quel est le rôle de la perception visuelle des athlètes ?

Dans le tennis, comme dans beaucoup d'autres sports, une excellente échelle spatio-temporelle en termes de vision est nécessaire pour atteindre des performances optimales. Jusqu'à présent, les études se sont concentrées sur les capacités d'anticipation ou de prise de décision. Le Laboratoire de psychophysique (LPSY) s'est penché lui sur le lien entre capacité de perception visuelle et capacité d'anticipation et de prise de décision. Dans ce projet, une série de sept tests visuels ont été menés pour déterminer quelle partie du traitement de l'information visuelle est meilleure chez les joueurs de tennis que chez des triathlètes ou des personnes non sportives.

Les résultats du projet ont montré que certaines compétences relatives à la temporalité comme par exemple la capacité à percevoir la vitesse d'un objet, sont meilleures chez les joueurs de tennis que chez les non sportifs et les triathlètes. De telles données permettent d'optimiser les performances des joueurs de tennis dans le futur, sachant quels sont leurs points forts et les compétences visuelles qu'ils développent à la pratique de leur sport. De telles approches pourront être déclinées dans d'autres sports.



Exemple d'images en relation avec le tennis (haut) avec ou (bas) sans balle de tennis, présentées aux participants de cette expérience. Le test avait pour but de comparer la correcte détection de la balle par les joueurs de tennis comparé aux participants triathlètes et non sportifs lorsque les images sont présentées durant un laps de temps très court (13 ms). (Image d'origine : Alex Lee).



Exemple de stimulus utilisé pour étudier le traitement temporel des informations visuelles. Deux segments verticaux, dont celui du bas peut être à la droite ou à la gauche de celui du haut, est présenté durant une très courte période, suivit rapidement d'un masque (une série de segments verticaux alignés). Le participant doit déterminer si le premier segment du bas était à la droite ou à la gauche du segment supérieur.

Comment surveiller son état de bien-être et disposer de mesures fiables pour estimer si nous avons l'énergie requise pour nos activités quotidiennes sans s'épuiser

Objets connectés intelligents et autonomes pour des outils de médecine préventive

Plus nos besoins physiologiques sont grands, plus nos besoins en oxygène augmentent ce qui implique une adaptation de notre système cardio-vasculaire. Que l'on soit dans le cas d'étudiants peu entraînés par manque de temps ou d'une population plus active avec des entraînements beaucoup plus conséquents, les activités sont toutes gérées par des adaptations de notre métabolisme et de notre système cardio-vasculaire contrôlées par le système nerveux. En effet, notre système nerveux central reçoit des informations de tout notre corps et module le cœur et toute activité physiologique afin de répondre aux demandes dynamiques de notre activité quotidienne. En conséquence, la variabilité de la fréquence cardiaque est une méthode établie pour détecter la fatigue et une des mesures clés pour mesurer le niveau de stress.

Les dernières technologies portables, telles que les smartwatches ou les smartbands, permettent une surveillance précise et en temps réel de la fréquence cardiaque et de sa variabilité, ainsi que la mesure des variations de



Prototype de laboratoire avec capteurs séparés.

la fréquence respiratoire au cours de la journée. Grâce à l'expertise du Laboratoire des systèmes embarqués (ESL), ces paramètres sont d'abord prétraités et analysés dans des dispositifs portables intelligents. Les résultats validés sont ensuite transmis à l'infrastructure de santé dans le Cloud où des algorithmes avancés d'apprentissage automatique développés par BeCare évaluent la fatigue (ou stress physique) pour chaque personne en fonction de son activité physique quotidienne et de ses antécédents physiologiques. Enfin, à l'aide de cette estimation et sur la base de l'expertise de l'UNIL, certaines recommandations peuvent être envoyées à l'utilisateur (ainsi qu'aux entraîneurs physiques) afin d'améliorer le processus de récupération ou de modifier les habitudes quotidiennes.

Ce système complet intégrant des technologies intelligentes portables à du machine learning hébergé dans le cloud permet des programmes d'entraînement personnalisés, à la fois pour optimiser l'entraînement des athlètes et pour offrir un style de vie plus sain (et plus actif) aux personnes sédentaires. En outre, il peut être utilisé comme outil de prévention pour réduire le risque de pathologies physiologiques à long terme. Les premiers essais ont déjà été réalisés en collaboration avec le centre sportif UNIL-EPFL.

ÉQUIPEMENTS

L'équipement est nécessaire à tous les sports pour optimiser les performances de haut niveau et peut se révéler crucial lorsqu'il s'agit de rester compétitif.

Mais sa composante la plus importante est la garantie de sécurité et d'intégrité physique qu'il apporte à l'athlète.

Les derniers développements technologiques en matière d'équipement sont aussi profitables aux sportives et sportifs de loisir qui ont ainsi le plaisir de pratiquer leur sport avec tout le confort nécessaire.



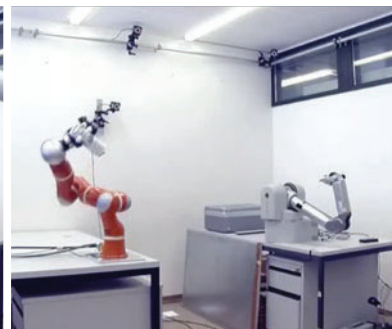
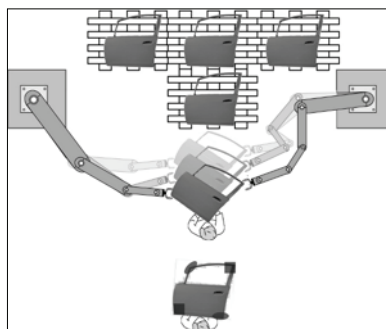
Un robot comme partenaire de jeu ? Le LASA propose de relever le défi pour une intégration de la robotique dans le sport

Contrôle adaptatif et rapide pour attraper et lancer des objets

L'utilisation d'un robot comme partenaire de jeu pour le tennis ou le base-ball pourrait bien devenir une réalité très prochainement. Grâce à des algorithmes complexes, le robot est aujourd'hui capable d'attraper des objets en vol avec des mouvements fluides et rapides.

Le Laboratoire d'algorithmes et systèmes d'apprentissage (LASA) est spécialisé dans le développement d'outils pour apprendre à des robots à effectuer des tâches avec une dextérité équivalente à celle d'un être humain. Le projet consiste à apprendre à un robot à attraper un objet au vol et à lancer un objet. Par la démonstration, le robot est capable d'apprendre différentes compétences de locomotion et de mouvements rapides. Le défi est non seulement dans la capacité du robot à attraper avec des mouvements fluides, mais aussi dans l'adaptation à des trajectoires de vol non déterminées.

Dans le futur, ce projet cherchera à optimiser les mouvements et les compétences des robots afin que ces derniers puissent être utilisés comme partenaires, par exemple pour le tennis ou le base-ball. Les joueurs et les athlètes pourraient ainsi s'entraîner seuls tout en ayant une qualité de jeu optimisée par rapport à l'utilisation d'un mur dont les trajectoires sont prévisibles.



Bras robotique du laboratoire programmé pour capturer des objets en vol.



L'impression 3D pour développer des équipements de sécurité de premier ordre pour les athlètes

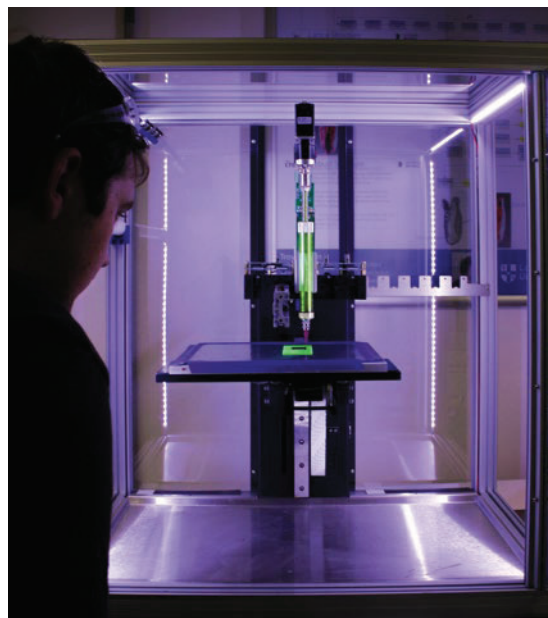
Voxcell : nouveaux matériaux pour réduire les commotions et les traumatismes crâniens

Le design et la performance des casques actuels font qu'il existe encore un risque élevé de contraction de commotions cérébrales et autres traumatismes crâniens lors d'un accident. En effet, s'ils offrent généralement une protection efficace contre les blessures primaires causées par l'impact - coupures ou fractures du crâne - les casques présentent une efficacité limitée pour les blessures secondaires causées par l'énergie et la décélération subies par le cerveau au moment de l'impact.

Un groupe interdisciplinaire d'étudiants de l'EPFL propose d'améliorer les qualités des casques actuels en combinant un nouveau matériau à une méthode de fabrication additive, l'impression 3D. Issus des domaines de l'ingénierie mécanique, des sciences des matériaux, de l'électrotechnique et de l'informatique, trois étudiants de l'EPFL ont collaboré avec un chercheur en science des matériaux de l'université de Harvard aux Etats-Unis pour proposer une technologie combinant un nouveau matériau et les techniques d'impression 3D. Le projet fut initié en parallèle de leurs études et combine plusieurs compétences acquises en cours, l'objectif étant d'aboutir à une solution industrielle. Cette solution permet une distribution spatiale optimale du matériau dans l'espace et est utilisée dans la fabrication d'inserts protectrices permettant non seulement d'augmenter la quantité d'énergie absorbée, mais aussi de réduire l'accélération de la tête durant un impact.

La manufacture du produit s'opère grâce aux techniques d'impression 3D, permettant la libre distribution du matériau dans l'espace. Le matériau est placé à l'emplacement requis pour optimiser l'absorption d'énergie en cas de choc, réduisant ainsi la décélération du cerveau et donc les traumatismes causés par l'impact. Cette approche améliore les performances globales et permet une pratique plus sûre pour tous dans un large éventail de sports.

Le projet est en cours de brevet et une start-up sera lancée afin de commercialiser le développement.



Imprimante 3D en cours de dépose.

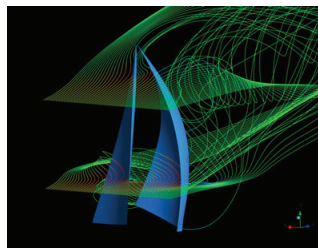
DÉVELOPPER UN OUTIL DE SIMULATION NUMÉRIQUE POUR OPTIMISER LA PERFORMANCE EN TESTANT DES GÉOMÉTRIES DIFFÉRENTES

COMPUTATIONAL FLUID AND STRUCTURAL DYNAMICS (CFSD)

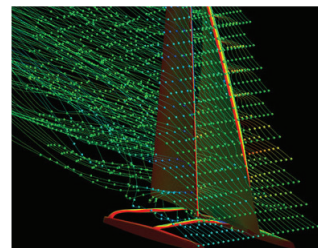
Comment le vent et les vagues influencent-elles le comportement d'un bateau? Comment optimiser la position d'un cycliste pour limiter les pertes par frottement dans l'air?

Jusqu'à récemment, le moyen le plus efficace de tester les performances d'un équipement était de le plonger dans des situations réalistes, en soufflerie ou dans des bassins de carène. Aujourd'hui, des méthodes numériques, moins onéreuses, sont utilisées pour simuler les écoulements aérodynamiques et hydrodynamiques. Le Computational Fluid and Structural Dynamics (CFSD) permet une approche mathématique du problème. Il est capable de simuler un grand éventail de conditions d'écoulement des flux, autour d'un modèle mathématique de l'objet en intégrant sa déformation et ses mouvements.

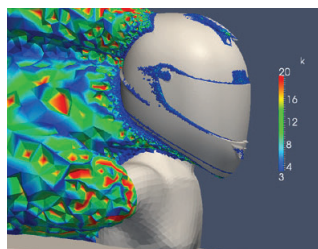
La Chaire de modélisation et de calcul scientifique (CMCS) de l'EPFL en collaboration avec le département de mathématique de Politecnico di Milano travaille sur l'optimisation de cette démarche. Les chercheurs étudient et développent de nouvelles approches permettant de tester, avec des ressources de calcul limitées, un maximum de géométries en un minimum de temps afin que les ingénieurs puissent choisir la solution optimale à leur problème.



Lignes de courant de l'écoulement aérien autour des voiles d'Alinghi AC32.



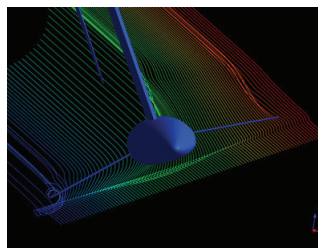
Lignes de courant autour du catamaran Alinghi AC33 et pression sur les voiles et la coque.



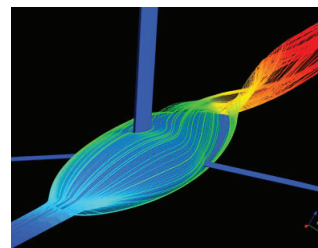
Énergie cinétique turbulente derrière un casque de compétition de motoGP (M0X0FF).



Vagues générées par une coque d'aviron.



Structures tourbillonnaires autour des appendices d'Alinghi AC32.



Lignes de courant autour du bulbe d'Alinghi AC32.

Design de structures composites pour optimiser la performance

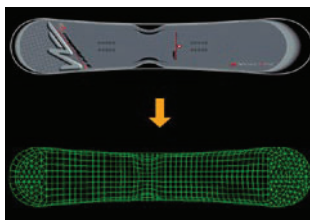
Optimisation du dimensionnement de structures composites pour des équipements sportifs

Pour gagner en performance, les équipements sportifs doivent être toujours plus légers et plus rigides. La question est alors : comment les dimensionner de façon optimale pour obtenir les performances escomptées ?

Les équipements sportifs font de plus en plus appel à des matériaux composites pour atteindre les performances de légèreté et de rigidité. Le choix des composants, de la nature des fibres de renfort et de leur orientation permet de contrôler les propriétés de la pièce finale. Une simulation numérique donnant des informations sur les sollicitations mécaniques de la pièce et des propriétés des matériaux mesurées en laboratoires permet d'optimiser le design. Une instrumentation de la pièce – grâce à l'intégration de fibres optiques mesurant les déformations et les efforts dans la structure – permet de vérifier le comportement dynamique de la pièce en situation et ainsi de valider les dimensionnements. Cette démarche a été appliquée par le Laboratoire de mécanique appliquée et d'analyse de fiabilité lors de nombreux projets. En particulier pour le développement de snowboards ou de foils de bateaux.



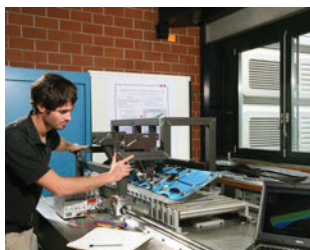
Simulation des contraintes et des déformations sur l'Hydroptère.



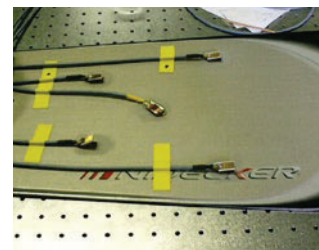
Modélisation d'un snowboard par éléments finis.



Simulation d'un snowboard.



Banc d'essai du snowboard instrumenté.



Instrumentation d'un snowboard.

MOUVEMENT ET POSITION

Les mouvements et le positionnement sont des enjeux cruciaux dans le sport.

La position au sein d'une équipe, l'emplacement dans un environnement précis ou le mouvement de chaque membre sont des données essentielles pour l'analyse de performance et l'amélioration des athlètes.

Pour effectuer des mesures précises, plusieurs éléments entrent en jeu : des caméras, des capteurs, des drones et des algorithmes de calcul.

Les informations récoltées permettent également une meilleure compréhension des phases de jeu pour le public qui peut ainsi suivre une partie sous plusieurs angles ou avoir accès aux performances d'une ou d'un athlète en particulier.

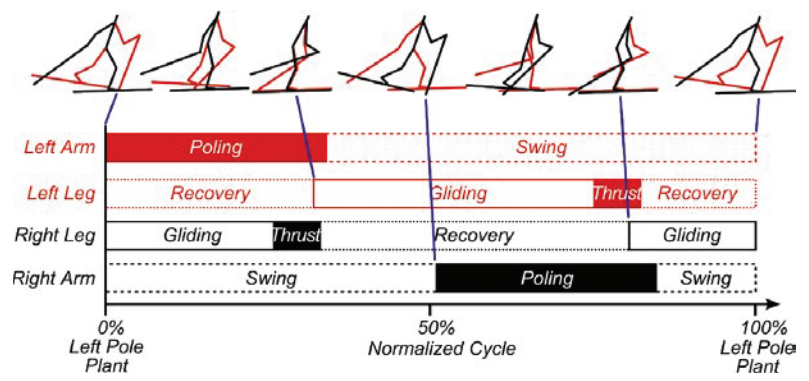


Comment mesurer le mouvement, les phases de poussée et de glisse pour permettre une analyse précise de la pratique du ski nordique

Ski de fond et ski de randonnée: optimiser sa performance pour réduire la dépense énergétique

Des systèmes portables utilisant des unités de mesure inertielles (IMU) ont été proposées pour de nombreuses disciplines sportives, mais leur application au ski, et particulièrement au ski nordique, comme le ski de fond ou le ski de randonnée, est nouvelle. De nouvelles méthodes basées sur des IMU fixées sur les skis, les bâtons et des parties du corps sont étudiées pour évaluer les paramètres spatio-temporels et les angles des membres inférieurs pour le ski de fond en style classique. Une détection précise et exacte a pu être obtenue pour chaque cycle, pour les phases de poussée et de poussée des bâtons, de même que pour évaluer la vitesse des cycles, leur longueur et les angles des cuisses. Le système a également été sensible aux changements de vitesse et d'inclinaison, et propose une mise en route très

facile pour fournir un volume illimité de saisies et de mesures sur la neige. L'algorithme a été adapté au ski de randonnée et utilisé pour déterminer une pente et une vitesse optimales, qui permet de réduire au maximum la dépense d'énergie.



Les phases du mouvement pendant un « Diagonal Stride ».



Set-ups d'expérimentation en laboratoire.



UN TAPIS QUI PERMET D'OPTIMISER LES PERFORMANCES AU TENNIS GRÂCE AUX MESURES DES IMPACTS DE BALLE ET DU TEMPS DE RÉACTION DU JOUEUR

TECHNIS, UN TAPIS DE TENNIS INTELLIGENT

Comment connaître l'efficacité d'un coup au tennis? Comment améliorer ses performances et son temps de réaction? Le projet Technis est un tapis intelligent qui détecte les contacts physiques et donne un retour non seulement sur les impacts de balle mais aussi sur le temps de réaction de l'athlète.

Le tapis, conçu par la startup Technis, soutenue par le Laboratoire des matériaux photoniques et caractérisation (LPMAT) au travers d'une bourse Innogrant, est doté d'un maillage de fibres piézoélectriques capable de détecter les contacts physiques. Des algorithmes et des approches d'apprentissage machine permettent au système d'affiner les mesures et les analyses lors de l'utilisation. Déployable n'importe où et résistant à l'eau, il offre une alternative aux entraînements classiques. Les mesures précises de localisation des impacts, de la vitesse des balles et du déplacement du joueur permettent d'analyser la performance durant l'entraînement. Une application permet ensuite de visualiser ces données et d'obtenir une cartographie des différents coups. L'outil donne une image complète et ludique des performances et permet d'optimiser et d'améliorer les techniques de jeu.

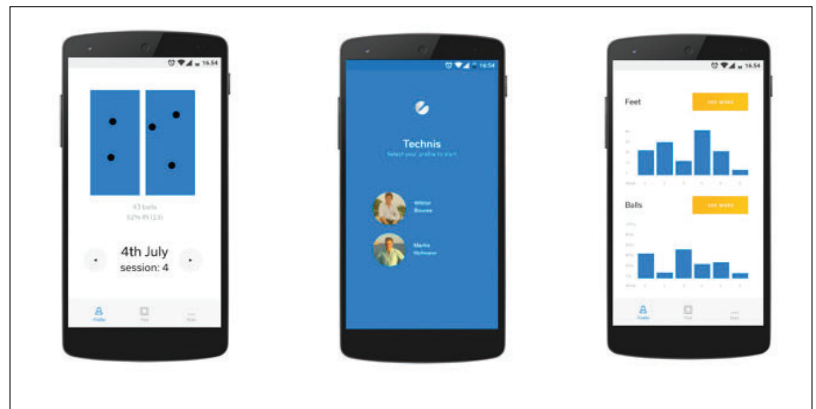
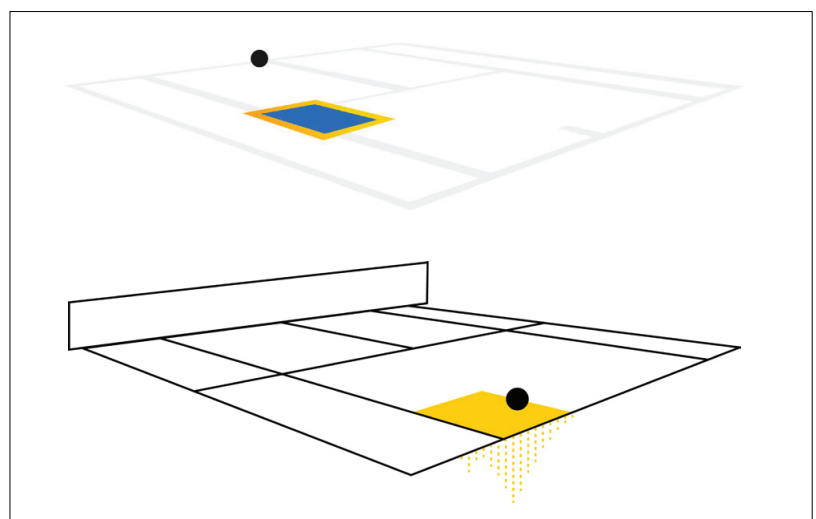


Illustration de l'application Technis permettant de suivre sa progression.



Zones sensibles utilisées pour définir la qualité de déplacement du joueur et la précision de sa frappe.

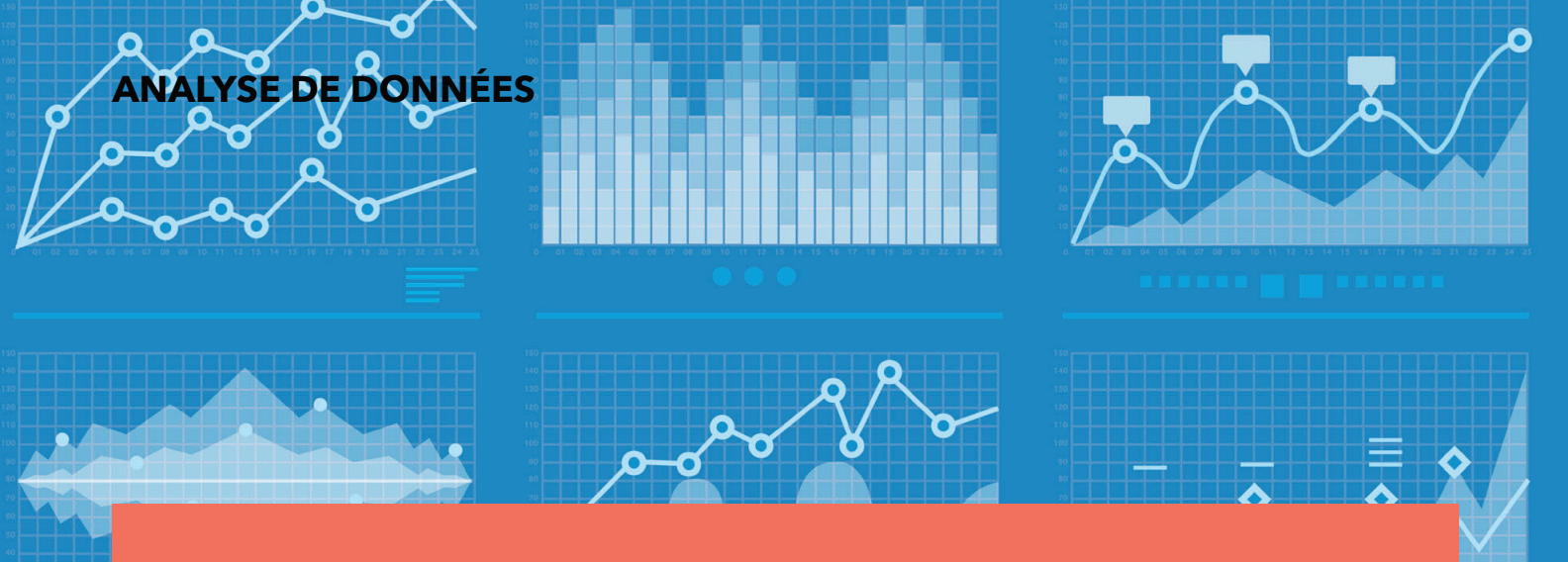
ANALYSE DE DONNÉES

Les ordinateurs peuvent traiter d'énormes quantités de données recueillies dans le feu de l'action, simuler des situations basées sur des modèles théoriques, des données synthétiques ou des informations du monde réel, et générer des résultats et des analyses qui peuvent être utilisés pour débloquenter des gains de performance.

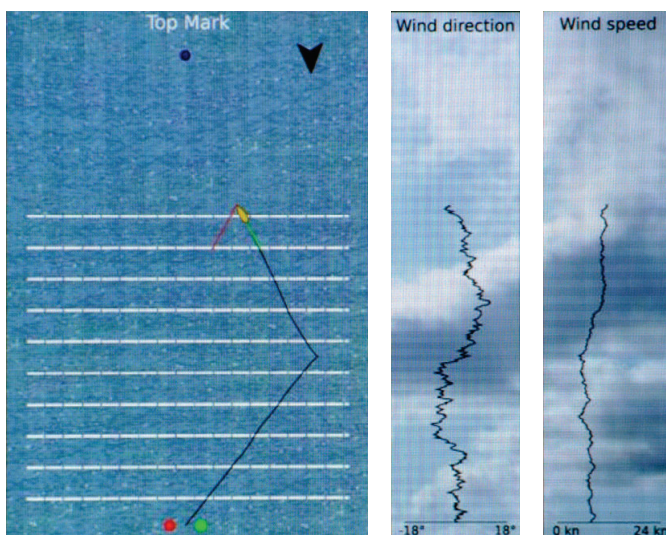
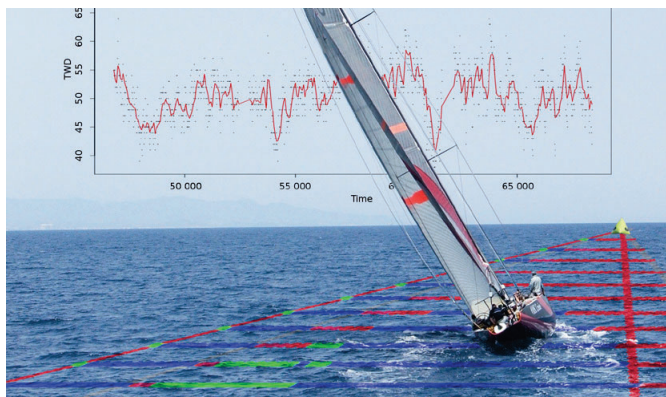
Des applications de quantification de soi au suivi des mouvements en passant par l'utilisation à grande échelle de capteurs, d'énormes volumes de données sont collectés sur les athlètes pendant les entraînements et les événements sportifs.

Les ordinateurs stockent, passent au crible et interprètent ces données. Les résultats obtenus peuvent être utilisés pour améliorer l'équipement, le dispositif ou le mouvement, puis les performances des athlètes. Ils peuvent également améliorer du public, en leur donnant un meilleur aperçu de leurs sports ou jeux préférés.

ANALYSE DE DONNÉES



UTILISER LES MATHÉMATIQUES POUR RENDRE INTELLIGIBLES LES DONNÉES MESURÉES



Outil de simulation de trajectoire en fonction des fluctuations du vent.

TRAITEMENT STATISTIQUE DE DONNÉES

Quelles sont les stratégies gagnantes face à des défis imprévisibles? Quel sont les forces et faiblesses d'une équipe? Comment faut-il réagir dans une situation particulière pour optimiser les chances de succès à l'arrivée? Quelles sont les chances de succès d'une équipe, d'un joueur?

Les développements de nouvelles technologies de mesure et l'application croissante de capteurs dans le milieu du sport génèrent une multitude de données. La difficulté pour les sportifs et leur coach réside dans l'analyse de ce flux d'informations pour en retirer des éléments pertinents permettant de prendre des décisions. Les approches statistiques et les connaissances développées par la Chaire de statistique appliquée (STAP) peuvent être utilisées pour extraire du sens des données brutes. Grâce à des calculs de probabilité, on peut valider la qualité des informations obtenues, comparer différentes stratégies de jeu et déterminer la meilleure stratégie.

Des projets ont ainsi été menés dans le cadre du partenariat avec Alinghi en collaboration avec la Chaire de probabilités (PROB) pour gérer les évolutions imprévisibles du vent sur la base de relevés météorologiques. Mais aussi dans l'analyse de données de positionnement de joueurs sur un terrain de volley-ball. Les approches statistiques représentent un complément nécessaire à la multiplication des informations disponibles, permettant de transformer des données brutes en information utiles. De la formalisation mathématique du problème à étudier découle des méthodes et des outils probabilistes qui peuvent être intégrés dans des logiciels pour automatiser le travail d'analyse. Le résultat permet de documenter des indicateurs spécifiques et interprétables par les joueurs et le coach.

Un outil de navigation permettant d'optimiser les performances d'un bateau en temps réel et sur le long terme grâce à l'enregistrement des données de chaque course

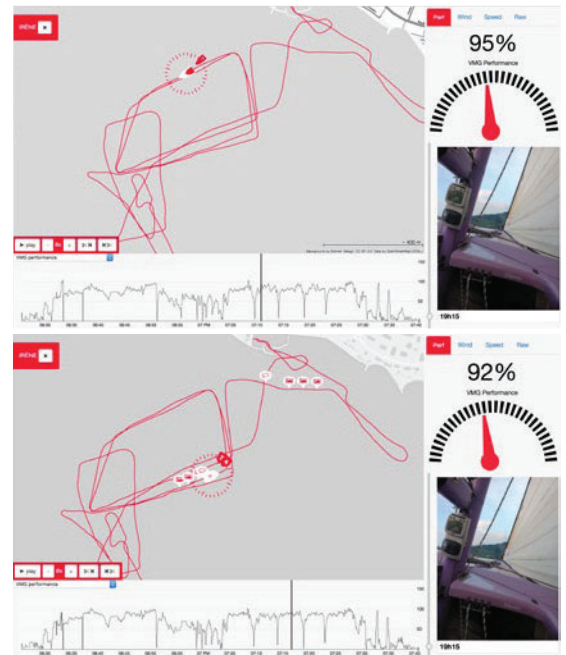
Anemomind : un outil d'optimisation des performances nautiques

Quelles sont les performances d'un bateau par rapport aux conditions externes et en lien avec ses performances précédentes? Comment savoir si la course du bateau est optimale? Anemomind, une startup du Laboratoire de vision par ordinateur (CVLAB), propose un outil pour mesurer les performances en temps réel et selon différents paramètres de conditions extérieures. Les données utiles sont aussi enregistrées pour optimiser les performances sur le long terme.

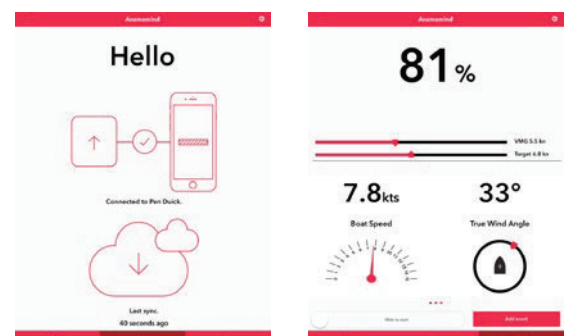
Se basant sur des mesures de GPS, d'anémomètre, d'accéléromètre, de magnétomètre et de gyroscope, l'application calcule la position du bateau dans l'espace et le temps afin d'identifier sa performance par rapport aux conditions externes. Les vents et les courants sont ainsi pris en compte dans l'algorithme qui, à l'avenir, devrait aussi mesurer les vagues. Le logiciel permet de faire des photos des voiles et de corrélérer performance et réglages. Les approches d'analyse de données développées au CVLAB pour les traitements d'image trouvent ici une application pour des capteurs d'un autre genre. A terme, l'expertise d'imagerie vidéo du laboratoire pourrait apporter un plus au produit grâce à l'intégration d'une reconnaissance et une analyse de la forme des voiles.

Dans la pratique, la startup propose un boîtier mesurant les différents paramètres externes, une automatisation de la localisation et du stockage des données, ainsi qu'une application qui analyse ces paramètres pour donner un pourcentage de performance. Cette interface facile d'utilisation s'adresse à des amateurs qui peuvent améliorer progressivement leurs performances mais également à des professionnels qui peuvent

ainsi gagner un temps précieux. Ce projet a été soutenu dans le cadre d'un Innogrant, bourse de soutien à l'entrepreneuriat de l'EPFL.



Exemple de tracés relevés lors d'une navigation.



Interfaces permettant de visualiser la performance à tout moment.



DES ALGORITHMES POUR COMPRENDRE ET ANALYSER LES ÉMOTIONS, LES OPINIONS ET LES AVIS ÉCHANGÉS SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX



L'exemple du Brexit: un graphe social media représentant les camps pour et contre, ainsi que les inter-connexions entre les influenceurs.



Suivi en temps réel des émotions du public sur l'expédition Solar Impulse, montrant ici l'explosion de joie à la fin du tour du monde à Abu Dhabi.



Spectateur envoyant un message lors d'un match.



Envoi de messages par le public.

HORIZON, UN OUTIL D'ANALYSE DES DISCUSSIONS ÉCHANGÉES SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX

Comment comprendre les émotions, les opinions et les avis émergents des masses de discussion et de données échangés sur les réseaux sociaux ?

Le sport suscite beaucoup d'enthousiasme et un fort engagement, qui se traduisent sur les réseaux sociaux et le web par un nombre élevé d'interventions. Le Social Media Lab (ESML) de l'EPFL travaille à l'élaboration d'algorithmes et d'une plateforme de représentation permettant d'identifier les différentes opinions reflétées sur le web et sur les réseaux sociaux. Horizon permet ainsi de représenter graphiquement les différentes controverses et de mettre en lumière les sources les plus influentes sur un sujet donné, tel qu'un événement sportif.

Cette approche permet de mieux comprendre l'audience d'un événement et d'affiner la manière de communiquer avec le public. Il est entre autre possible de :

- Comprendre l'opinion du public au sujet d'un événement particulier
- Mesurer le succès d'une manifestation
- Identifier les pistes d'amélioration
- Qualifier les émotions du public
- Identifier les controverses émergentes et suivre leur évolution

En première mondiale, la plateforme Horizon a déjà fait ses preuves avec des événements tels que Solar Impulse ou la COP21 (conférence sur le climat en 2015). Elle offre une lecture unique et en temps réel de l'opinion du public sur des événements qui suscitent l'engouement sur la toile.

FAN EXPÉRIENCE

Le sport est aussi un spectacle et l'expérience du public a toute son importance. Au stade ou à la télévision, les technologies offrent de nouvelles expériences pour (re)découvrir les matchs.

Les technologies et les appareils personnels de plus en plus performants et connectés permettent déjà l'inclusion de nouvelles applications et l'accès à de nouvelles données sur les sites des événements sportifs ou chez soi.

Ces développements sont en augmentation et ouvriront, ces prochaines années, d'autres perspectives aux fans, spectatrices et spectateurs qui pourront ainsi vivre un événement sportif différemment.

COMMENT ENREGISTRER UN SON DE BONNE QUALITÉ DANS DES CONDITIONS DIFFICILES ET OFFRIR UNE RETRANSMISSION IDÉALE AUX SPECTATEURS ?

PROCESSEUR AUDIO « BEAMFORMING » POUR MICROPHONES

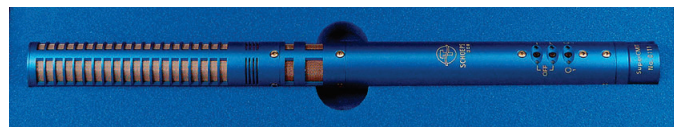
Lors de matchs sportifs ou dans des conditions en extérieur, il est difficile d'enregistrer un son de bonne qualité. Et pourtant, le son a toute son importance lors de la retransmission d'événements sportifs afin que les spectateurs s'immergent dans l'action sportive. Comment enregistrer, avec une qualité optimale, le son d'une action sportive en direct en même temps que l'image et avec des équipements modestes ?

Illusonic, une startup du laboratoire de communications audiovisuelles (LCAV), a produit un processeur permettant d'obtenir un son de grande qualité en direct, dans des conditions difficiles et qui permet une excellente restitution sonore. Christof Faller, le fondateur d'Illusonic, s'est appuyé sur les compétences du LCAV dans le traitement de signaux acoustiques pour concevoir ce processeur qui est appliqué, par exemple sur le microphone SuperCMIT produit par la société Schoeps. Le fonctionnement du processeur se base sur la technologie dite « beamforming » et intègre deux éléments de micro, un à l'avant et un à l'arrière. Ces derniers permettent un enregistrement optimal de toutes les fréquences, y compris les basses fréquences. La prise de son est très directive et le micro, placé directement sur les caméras, permet d'enregistrer en même temps que l'image un son de grande qualité. On peut ainsi entendre le son d'une frappe de ballon en même temps que l'on voit le joueur faire l'action.

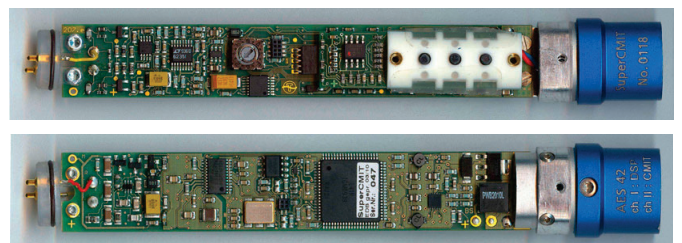
Le micro et son processeur ont été utilisés pour la première fois lors d'un événement sportif de grande envergure en Afrique du Sud. Le micro est aujourd'hui beaucoup utilisé pour la retransmission télévisuelle et pour plusieurs sports comme le football et le tennis mais aussi par l'industrie du film.



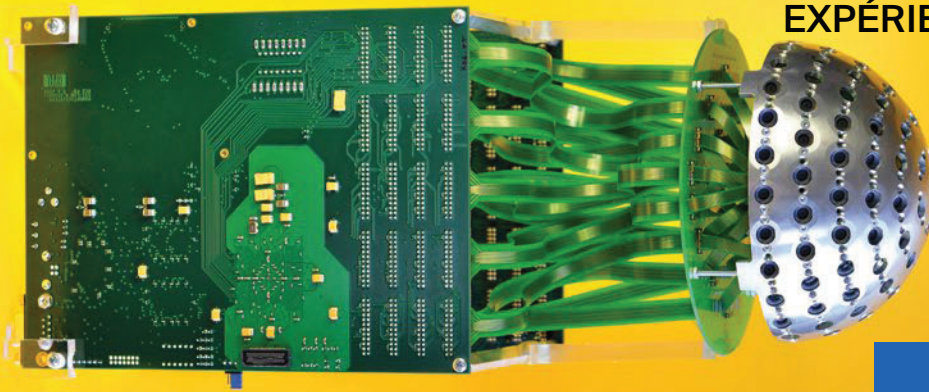
Les deux microphones du SuperCMIT.



Microphone SuperCMIT de Schoeps dans sa boîte.



Carte à circuits imprimés du SuperCMIT dont le DSP (processeur du signal numérique) est programmé par Illusonic.



Une caméra 360 degrés permettant à chaque téléspectateur de choisir son propre point de vue

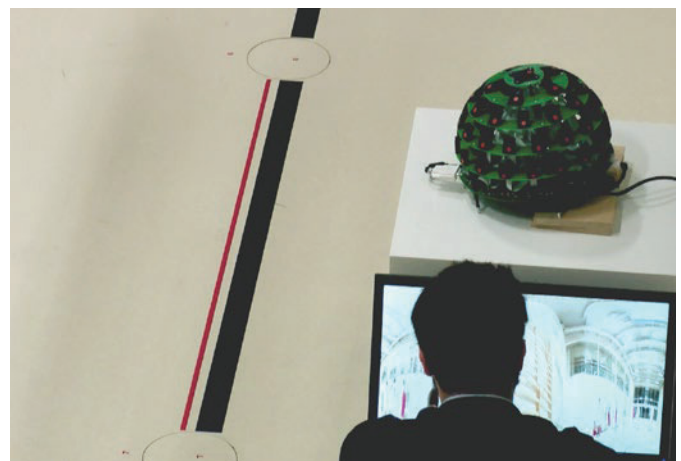
Panoptic : une caméra 360 degrés en temps réel

Et si chaque téléspectateur était libre de choisir son propre point de vue? Quel que soit l'audience, de manière individuelle et en temps réel. Et si on pouvait immerger le spectateur au cœur de l'action de façon convaincante et naturelle? Cette prouesse est à portée de main grâce aux développements communs du Laboratoire de systèmes microélectroniques (LSM) et du Laboratoire de traitement des signaux 2 (LTS2).

Les laboratoires ont développé une caméra inspirée des yeux de mouches. Composée de multiples objectifs répartis sur une sphère, le dispositif permet de capturer tout son environnement en une multitude d'images liées. Un système hardware permet de synchroniser la capture des multiples caméras et des algorithmes lient entre elles les images provenant des différentes sources. La prouesse consiste à compiler toute l'information pour permettre une transmission en temps réel. La navigation dans l'image recréée est assurée par une interface qui permet à chaque utilisateur de choisir un point de vue différent.

Appliquée au domaine du sport, cette technologie laisse entrevoir de multiples développements. Que ce soit pour offrir une nouvelle expérience pour le spectateur ou donner des informations complémentaires

aux entraîneurs. L'individualisation du choix de point de vue sur des images live ou dans des images d'archive offre de nouvelles perspectives de suivi des manifestations sportives.

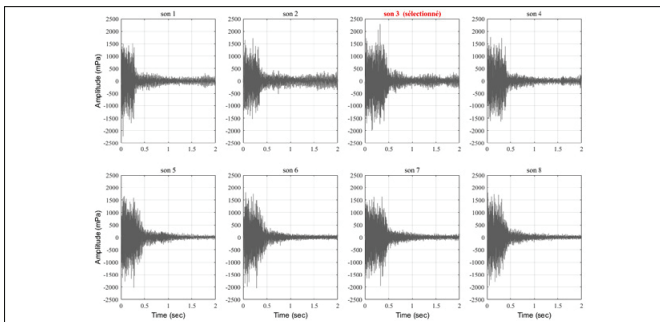


Capture des images sur le terrain.

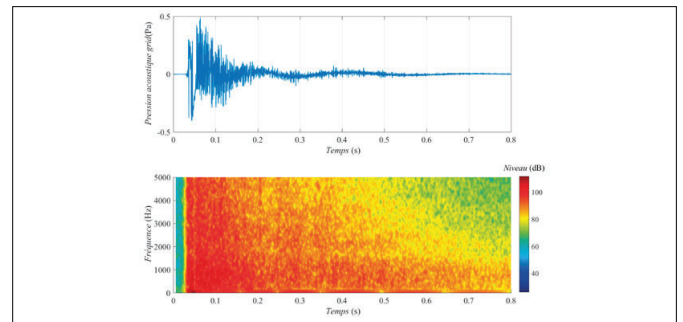


Visualisation à distance à l'aide d'une tablette.

COMMENT S'ASSURER QUE LES ATHLÈTES NE SOIENT PAS GÊNÉS MAIS PERÇOIVENT LE SIGNAL DE DÉPART ET QUE L'EXPÉRIENCE POUR LE PUBLIC SOIT LA MÊME QU'AVEC UN PISTOLET TRADITIONNEL ?



Enregistrement de huit sons créés et diffusés dans le stade de la Pontaise avec le système de pistolet électronique.



Enregistrement d'un véritable coup de pistolet de départ et spectrogramme (analyse temps - fréquence - niveau sonore) du son.

CRÉATION D'UN SON IMITANT UNE ARME À FEU POUR LES PISTOLETS DE DÉPART ÉLECTRONIQUES

Aujourd'hui, les starters des compétitions d'athlétisme ne peuvent plus utiliser des pistolets traditionnels à amorce. Pour des questions de sécurité, ils ont été remplacés par des pistolets électroniques. La restitution du son doit être optimisée afin que les athlètes ne soient pas gênés et que l'expérience du spectateur soit intacte.

Le laboratoire de traitement des signaux 2 (LTS2) est spécialisé dans le traitement des signaux acoustiques et dans la conception de haut-parleurs et de microphones. Un signal sonore est créé, il se propage et il est perçu. Une maîtrise de ces trois étapes permet d'adresser une variété de situations. Que ce soit pour générer un son particulier avec un outil électronique, en contrôler la propagation - pour l'atténuer ou au contraire s'assurer qu'il demeure audible - ou pour utiliser le bruit pour localiser un impact.

Swisstiming s'est adressé au LTS2 pour travailler sur le bruit de la détonation des pistolets électroniques de départ. Depuis que des restrictions sont imposées au transport d'armes, des solutions alternatives doivent être trouvées pour faciliter la logistique des rassemblements d'athlétisme. Pour ce projet, le défi pour le laboratoire consistait à reproduire un signal sonore le plus proche (perceptivement) d'une détonation d'arme à feu, et qui soit audible pour les compétiteurs et le public. Le laboratoire a dû s'adapter aux infrastructures utilisées, intégrer les propriétés des haut-parleurs et des composants électroniques afin que le signal développé remplisse le cahier des charges dans les conditions de compétition.

L'expertise plus large du laboratoire peut s'appliquer à d'autres situations sportives, que ce soit pour réduire le brouhaha autour d'une piscine couverte, localiser l'impact d'un projectile ou enrichir les retransmissions grâce à la capture précise des sons.