

Mathématiques et Sport, quels défis ensemble pour demain ?

Mardi 15 mars 2016, 13h30 -18h
à l'Institut Henri Poincaré

11 rue Pierre et Marie Curie, Paris



© Dominique Bertrand - Tableau « Triathlon »

<http://mathsetsport.sciencesconf.org/>

Rencontre entre des mathématiciens et des acteurs du monde du sport, pour comprendre ce que les mathématiques peuvent apporter à la pratique du sport de haut niveau, à la performance, à l'entraînement.

Sous l'égide de la SMAI (Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles)
et de AMIES (Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société)



La première rencontre française « Mathématiques et Sport, quels défis ensemble pour demain? » aura lieu le mardi 15 mars de 13h30 à 18h à l'Institut Henri Poincaré (IHP), 11 rue Pierre et Marie Curie, Paris 5ème. L'IHP est un grand centre de rencontres internationales mathématiques dirigé par Cédric Villani, lauréat de la médaille Fields de mathématiques. Il est situé au cœur du campus Curie dont le passé sportif est trop souvent méconnu. Frédéric Joliot-Curie, et son épouse Irène Joliot Curie, tous deux prix Nobel de chimie, qui travaillaient là, ont été, sur la montagne Ste Geneviève parmi les premiers pratiquants du Jiu-Jitsu, ancêtre du judo.

Cette rencontre est organisée sous l'égide de la Société Mathématique Appliquées et Industrielles (SMAI) avec le soutien de l'Agence Mathématiques en Interaction avec les Entreprises et la Société (AMIES) et du CNRS.

L'événement aura lieu dans le cadre de la semaine des mathématiques, organisée chaque année, dans toute la France, pour les écoles, collèges et lycées, et qui a pour but de rendre les mathématiques accessibles dans ses interactions avec des thématiques sociétales, économiques ou interdisciplinaires. Cette année, c'est l'interaction des mathématiques avec le sport qui a été choisie. La rencontre réunit des mathématiciens et des acteurs du monde du sport, pour comprendre ce que les mathématiques peuvent apporter à la pratique du sport de haut niveau, à la performance, à l'entraînement.

Nous avons aussi voulu mettre en avant une dimension plus prospective auprès des élèves, pour explorer comment l'excellence de la science française pourrait aider au sport de haut niveau et à la pratique sportive et comment les mathématiques peuvent aussi être développées dans des directions nouvelles.

La rencontre sera diffusée sur internet en livestream pour les écoles et le grand public.

Site web : <http://mathsetsport.sciencesconf.org/>

Contact scientifique : Amandine Aftalion amandine.aftalion@uvsq.fr

Contact SMAI : Florence Hubert florence.hubert@univ-amu.fr

Organisateurs :

- Amandine Aftalion (CNRS)
- Fatiha Alabau (Présidente de la SMAI)
- Stéphane Cordier (Directeur de l'AMIES)
- Florence Hubert (Vice présidente SMAI, Université d'Aix-Marseille)
- Violaine Louvet (GRICAD - Grenoble Alpes Recherche)
- Frédéric Richard (Facilitateur de l'AMIES, Université d'Aix-Marseille)

Programme de la rencontre

La rencontre sera animée par Daniel FIEVET journaliste à France Inter. Chaque intervention sera suivie d'un débat.

13h30 Accueil et café

13h40 Ouverture de la rencontre

13h45 Table ronde autour de la modélisation de la course à pied avec Amandine Aftalion (CNRS), Christine Hanon (Insep), Frédéric Bonnans (INRIA)

« Comment reconstituer avec des mathématiques les paramètres physiologiques d'un coureur et prédire sa vitesse de course pour qu'il réalise le meilleur temps ? Quel objectif choisir ? »

14h40 Intervention de Mathias Pessiglione (Inserm)

« La performance sportive vue comme un calcul coût / bénéfice »

15h00 Intervention de Pierre Arnaud Coquelin (Société Mac Lloyd)

« Comment l'analyse de données des capteurs permet-elle d'améliorer les performances ? »

15h20 Intervention de Céline Robert (Ecole nationale de vétérinaire, Maisons Alfort)

« Une intervention exploratoire sur le cheval athlète »

15h40 Pause café

16h15 Intervention de Richard Kulpa (Université de Rennes 2)

« La réalité virtuelle au service de l'analyse des interactions sportives »

16h40 Intervention de Olivier Belloc (Ministère des sports et Fédération française d'athlétisme)

« Un outil de prédiction de la performance »

17h00 Intervention de Marc Rabaud (Université Paris Sud)

« Qu'est-ce qui limite la vitesse des voiliers ? »

17h25 Intervention de Christophe Clanet (CNRS)

« Sport et balistique »

17h50 Clôture de la rencontre

18h00 Fin

Présentation des intervenants et de leurs interventions

Amandine Aftalion (CNRS, Université de Versailles-Saint Quentin en Yvelines)



Amandine Aftalion est directrice de recherche CNRS au laboratoire de mathématiques de Versailles et professeure à l'Ecole polytechnique. Ancienne élève de l'Ecole normale supérieure, elle entre au CNRS en 1999 et poursuit ses recherches en mathématiques appliquées, dans le domaine des équations aux dérivées partielles et de leurs applications en physique et maintenant dans le domaine du sport. Elle travaille actuellement sur la modélisation mathématique de la course à pied. Dans la continuité de ses travaux sur les minimisations d'énergie, elle

s'intéresse à l'énergie humaine.

Son intervention : « Comment les résultats mathématiques peuvent donner des informations pertinentes sur la stratégie de course à pied ? » Comment arriver à calculer à chaque instant la vitesse et l'énergie disponibles pour un coureur ? On peut utiliser un « modèle mathématique » qui relie la vitesse (et sa dérivée l'accélération), la force de propulsion, les forces de frottement, l'énergie et la VO₂max, la consommation maximale d'oxygène du coureur. A l'aide de ce modèle, on peut reproduire les courses des champions aux derniers JO ou celle de sportifs moins entraînés. Ce modèle permet aussi de déterminer quelle stratégie choisir pour courir ou s'entraîner. Voici quelques points qu'abordera Amandine Aftalion, en trio avec Christine Hanon et Frédéric Bonnans.

Olivier Belloc (Fédération Française d'Athlétisme, Ministère des sports)



Professeur d'EPS de formation, Olivier Belloc est diplômé de l'INSEP en 1989 (Mémoire sur la modélisation comparée des foulées 400 plat/400 haies). Il a été directeur des équipes de France d'Athlétisme de 2005 à 2009 et est actuellement responsable de l'équipe de France junior d'Athlétisme.

Son intervention : « Un outil de prédiction de la performance » Comment estimer à l'avance le nombre de médailles qu'une discipline sportive peu espérer, en fonction des performances des années précédentes et comment les mathématiciens français

pourraient-ils aider au développement de programmes en ce sens ? Ce type de programme a par exemple été développé par la société privée UK Sports qui suit les champions sportifs au Royaume-Uni par exemple, mais n'a pas été mis en place en France.

Frédéric Bonnans (Inria et Ecole Polytechnique)



Frédéric Bonnans est directeur de recherche à l'INRIA depuis 1988. Il dirige depuis 2009 l'équipe INRIA COMMANDS au Centre de mathématiques appliquées (CNRS/Ecole polytechnique). Cette équipe est spécialisée dans les problèmes d'optimisation dynamique.

Son intervention : Présentation de quelques problèmes d'optimisation de trajectoire en relation avec les applications en sport. Partant des modèles les plus simples, Frédéric Bonnans évoquera un modèle de course à pied qui prend en compte la récupération d'énergie. La réflexion sur les variantes de modèles (pente du terrain, récupération variable d'énergie) sera illustrée par des expériences numériques avec la boîte à outils Bocop.org.

Christophe Clanet (CNRS et Ecole Polytechnique)



Christophe Clanet est directeur de Recherche au laboratoire d'hydrodynamique de l'Ecole polytechnique (LadHyX, CNRS/Ecole polytechnique). Il est professeur de mécanique des fluides à l'ESPCI et professeur associé à l'X au département de mécanique. Sa recherche porte sur la physique des milieux déformables, fluides et élastiques. C'est dans ce contexte qu'il a commencé à s'intéresser aux balles et à leurs trajectoires. Depuis maintenant 6 ans, il

développe le thème de la physique du sport au LadHyX autour de trois axes: sport et mécanique de l'homme, matériaux et performances et enfin sport et transport.

Son intervention : « Sport et balistique ». La balistique classique se décompose en deux parties : la balistique interne (dans le fût du canon) et externe (trajectoire du boulet à la sortie du canon). Christophe Clanet adopte la même distinction pour les sports de balles et discutera dans un premier temps les techniques de lancers. Cette balistique interne sportive permet de discuter de la différence entre les sports dans lesquels le ballon est lancé (handball et basketball) et les sports dans lesquels la balle est frappée (golf, tennis). Il abordera ensuite la balistique externe et notamment la "tartaglia" qui est la trajectoire non parabolique observée dans la plupart des sports de balles. Il montrera enfin comment cette trajectoire influence la taille des terrains de sport..

Pierre-Arnaud Coquelin (société Mac Lloyd)



Pierre-Arnaud Coquelin est fondateur de la société Mac-Lloyd, qui fait partie de l'incubateur « le Tremplin » à Paris. Cette société intègre le Big Data dans le sport professionnel grâce à des innovations de rupture dans la récupération des données vidéo, physiologiques, de mouvement et de position des athlètes.

Son intervention : « Comment l'analyse de données des capteurs permet-elle d'améliorer les performances ? ». La société Mac Lloyd fournit en capteurs les équipes de l'Insep et travaille avec les fédérations pour la préparation olympique. Pierre-Arnaud Coquelin explicitera l'intérêt de ces capteurs pour les sportifs.

Christine Hanon (INSEP)



Ancienne athlète de haut niveau (800m), Christine Hanon a obtenu une dizaine de sélections en équipe de France. Elle est actuellement conseiller technique pédagogique supérieur à l'INSEP, physiologiste spécialiste des exercices de haute intensité. Elle est habilitée à diriger des recherches et diplômée en préparation mentale pour le sportifs. Aujourd'hui, elle est chargée de mission sur la capitalisation de l'expérience des Entraîneurs.

Son intervention : « Une vision de physiologiste et préparateur mental de la course à pied » complètera celles d'Amandine Aftalion et Frédéric Bonnans.

Richard Kulpa (Université de Rennes 2)



Richard Kulpa est maître de conférences à l'Université Rennes 2, chercheur au laboratoire "Mouvement, sport, santé" M2S et dans l'équipe INRIA MimeTIC. Sa recherche porte sur l'utilisation des modèles d'humains numériques pour l'étude de la performance sportive. Elle s'appuie sur le couplage de deux axes principaux qui sont 1) l'analyse biomécanique du geste afin d'en comprendre les facteurs fondamentaux, parfois en lien avec les risques de blessure, et 2) l'utilisation de la réalité virtuelle pour mieux comprendre les interactions entre sportifs et la prise d'informations visuelles sur le geste de ou des adversaires.

Son intervention : « La réalité virtuelle au service de l'analyse des interactions sportives »
La réalité virtuelle est de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines puisqu'elle propose un environnement standardisé, reproductible et contrôlable qui permet de faire varier certains paramètres de la simulation tout en fixant les autres. Ce contrôle passe par des calculs et des modélisations mathématiques qui permettent de maîtriser la trajectoire d'un ballon par exemple mais surtout le geste du ou des adversaires virtuels. Cet outil facilite ainsi l'étude des interactions complexes entre sportifs et notamment la prise d'informations visuelles sur les adversaires qui permet aux sportifs d'anticiper et de prendre l'avantage.

Mathias Pessiglione (Inserm, Institut du cerveau et de la moelle, La Pitié)



Mathias Pessiglione est directeur de recherche à l'Inserm. Il anime une équipe intitulée « Motivation, cerveau et comportement » à l'Institut du cerveau et de la moelle, situé au sein de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière à Paris. Son travail vise à comprendre les mécanismes cérébraux qui sous-tendent la motivation du comportement, aussi bien dans des situations normales que pathologiques, en combinant des approches issues des neurosciences, de la psychologie, de la modélisation et de la pratique clinique.

Son intervention : « La performance sportive vue comme un calcul coût / bénéfice ». La dimension motivationnelle a été jusque très récemment ignorée des théories du contrôle moteur qui visent à rendre compte des gestes sportifs. Inversement, les théories du choix économique sont généralement appliquées dans le domaine sportif à des niveaux abstraits qui n'intègrent pas la réalité des actions impliquées les décisions. Mathias Pessiglione montrera comment on peut intégrer les deux théories dans un même modèle, afin d'expliquer les effets de la motivation sur la performance d'un geste simple comme la pince manuelle. Ce modèle permet également de préciser le rôle de certains neuromodulateurs comme la dopamine dans la performance motrice, et par conséquent de mieux comprendre les pathologies de la dopamine telles que la maladie de Parkinson.

Marc Rabaud (Université Paris-Sud)



Marc Rabaud est professeur de physique à l'Université Paris-Sud. Il travaille dans le domaine de la mécanique des fluides et en ce moment sur la formation des vagues par le vent et sur le sillage des bateaux. Passionné de voile il s'intéresse donc logiquement à la physique des voiliers.

Son intervention : « Qu'est-ce qui limite la vitesse des voiliers ? » Les voiliers de courses vont de plus en plus vite. Marc Rabaud discutera des nouvelles limites qu'ils rencontrent et de comment les surmonter.

Céline Robert (Ecole de vétérinaire, Maisons Alfort)



Céline Robert est docteur vétérinaire, professeur en Anatomie des animaux domestiques à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Elle mène des recherches sur les facteurs de la performance chez le cheval de sport, en particulier chez le cheval d'endurance, en collaboration avec l'INRA.

Son intervention : « Une intervention plus exploratoire sur le cheval athlète ». Les sciences et techniques prennent de plus en plus de place dans l'entraînement de l'athlète humain et permettent d'optimiser la préparation et la gestion des compétitions. Très peu de ces notions ont été développées chez le cheval. A partir de l'exemple du cheval d'endurance, Céline Robert essayera de dégager par son exposé et la discussion, les problématiques qui se posent et les projets qui pourraient être montés sur ces sujets.



La société de Mathématiques Appliquées et industrielles (SMAI)

La Société de mathématiques appliquées et industrielles (SMAI) est une association reconnue d'utilité publique, à but non lucratif. Elle a été fondée en 1983 à l'initiative de mathématiciens appliqués français ayant pris conscience de la spécificité de leur discipline et désirant assurer son expansion et son développement.

L'objectif de la Société est de contribuer au développement des mathématiques appliquées à travers la recherche, les applications dans les entreprises, les publications, l'enseignement et la formation des chercheurs et ingénieurs, ainsi que par la médiation scientifique.

La SMAI se propose de faire connaître, d'encourager et de faciliter les nouveaux développements en mathématiques appliquées, et se veut donc une structure permettant la rencontre de toutes les personnes intéressées par les applications des mathématiques, en particulier dans les milieux universitaires et industriels. La SMAI organise chaque année le Cemracs, une école d'été de recherche avancée qui comprend la réalisation de projets proposés par des entreprises. La SMAI organise également régulièrement des Rencontres math-industrie (RMI) entre chercheurs et entreprises en partenariat avec l'Amies, ainsi que le Forum emploi maths (FEM) réunissant des entreprises, des acteurs de la formation et des étudiants en mathématiques en partenariat avec avec la Société française de statistique et l'Amies.

Elle contribue également à la réflexion sur l'enseignement des mathématiques appliquées aussi bien dans les universités et les écoles d'ingénieurs que dans l'enseignement secondaire. Elle souhaite aussi participer et encourager des actions de formation continue.

A travers ces exemples et d'autres à découvrir sur notre site web, la SMAI a pour vocation d'initier, de soutenir, d'encourager et de faciliter les nouveaux développements en mathématiques appliquées, et de les faire connaître. Elle est un moteur pour permettre la rencontre de toutes les personnes intéressées par les applications des mathématiques, en particulier dans les milieux universitaires et industriels, mais aussi dans la société et auprès du jeune public et du grand public.



L'industrie et le monde de l'entreprise regorgent de mathématiques plus ou moins explicites : modèles, statistique, algorithmes, optimisation, simulation numérique etc. Et si les mathématiques françaises sont reconnues pour leur excellence, il s'avère que leur interaction avec le monde industriel est encore trop peu développée. Le Labex AMIES a donc été créé en France en 2011 pour développer et promouvoir ces interactions. Il a vocation à agir comme médiateur pour toute intervention en entreprise mobilisant des mathématiques innovantes. Il propose un certain nombre de programmes, dans le domaine de la formation et de la recherche, et déploie un réseau de facilitateurs régionaux et thématiques, qui ont pour mission de favoriser la prise de contact entre les différents acteurs. L'action d'AMIES porte à la fois sur la reconnaissance de l'utilité des mathématiques par les entreprises, et sur l'adéquation des réponses apportées par les mathématiciens aux besoins des entreprises.

AMIES a deux objectifs principaux:

- proposer et soutenir des programmes, en formation et recherche, visant à une meilleure interaction des mathématiciens avec les entreprises,
- offrir aux entreprises, aux chercheurs et aux étudiants une visibilité des opportunités qui existent dans ce domaine.

AMIES a réalisé une étude sur l'Impact Socio-Economique des Mathématiques en France:
<http://www.agence-maths-entreprises.fr/a/?q=fr/eisem>