

En France, Etienne-Jules Marey (1830-1904) a été le précurseur de l'analyse biomécanique des gestes : il a mis à profit son invention du chronophotographe pour réaliser des clichés rendant visible et mesurable le déroulement du mouvement jusqu'alors rendu de manière déformée par l'observation directe.



Les sciences du sport et du mouvement humain

Les recherches en sciences du sport et du mouvement humain s'inscrivent dans une longue tradition historique.

Les premiers travaux témoignant d'une recherche rationnelle sur le mouvement humain datent du milieu du 19^e siècle et sont diffusés à des fins de développement physique de la population. Proposant une « science des mouvements » basée sur une analyse biomécanique des gestes et gouvernée par les principes de la physiologie, ils participent d'une réflexion générale sur le rendement corporel qui accompagne l'évolution de la société industrielle et l'impératif de développer un « capital humain ». C'est un objectif similaire qui est poursuivi dès le milieu du 20^e siècle quand l'effort de guerre visant à améliorer les performances de « l'opérateur humain » conduit à un développement rapide et constant des recherches issues de la psychologie, de la psycho (neuro) physiologie et de la biologie, mais aussi de l'ingénierie et des mathématiques, avec les modèles de la cybernétique et des théories de l'information. Cet ensemble de disciplines, regroupées dans les

pays anglo-saxons dans le champ de la kinésiologie, s'enrichit ensuite des apports des sciences sociales qui s'intéressent à l'activité physique et sportive en tant que signe du développement d'un nouveau fait social, le phénomène sportif.

« Sportivisation »

Les sciences du sport et du mouvement humain répondent ainsi depuis leur origine à une forte demande de connaissances scientifiques pluridisciplinaires. Elles sont historiquement en relation avec les problématiques de santé publique. Cette importance attribuée aux effets de l'activité physique sur la santé conforte également des domaines d'intérêt comme la réhabilitation physique, l'accompagnement du handicap, ou encore les troubles liés aux effets du vieillissement. Par ailleurs, l'ampleur du phénomène sportif, voire la « sportivisation » de la société en général (comme en témoigne par exemple la mobilisation des valeurs associées au sport



Pier Giorgio Zanone et **Christine Menesson**, Professeurs UPS, directeurs du Laboratoire Programme de recherche en sciences du sport et du mouvement humain (PRISSMH, équipe d'accueil de l'UPS).

dans le monde de l'entreprise), incite à une analyse approfondie des conditions sociales et historiques de développement de cette sphère d'activités. C'est ainsi qu'étudier les activités physiques et sportives et le mouvement humain permet de mieux comprendre le fonctionnement de la « machinerie » humaine comme celui des sociétés développées.

Organisation du mouvement

A l'Université Paul Sabatier, le laboratoire PRISSMH (Programme de recherche en sciences du sport et du mouvement humain), regroupe les deux équipes historiques dans ce domaine: l'équipe LAPMA (Laboratoire adaptation perceptivo-motrice et Apprentissage) qui est versée dans les sciences comportementales, les neurosciences et la biomécanique et l'équipe SOI (Sports, organisations, identités) qui est spécialisée en sciences sociales. La première équipe étudie l'organisation du mouvement selon

divers paradigmes scientifiques. La psychologie expérimentale vise à dégager des lois globales qui décrivent les mécanismes et les conditions de l'émergence d'un comportement particulier; les neurosciences étudient les liens entre le comportement et les structures cérébrales actives précisant leurs structurations et leurs rôles dans l'organisation du mouvement; la neuro-biomécanique étudie le lien entre l'activité nerveuse au niveau du cerveau et celle au niveau du muscle, testant la cohérence de l'activité électrique captée aux différents étages du système moteur; la biomécanique applique les lois de la physique à l'étude du vivant pour expliquer comment le sujet joue avec la physique pour réaliser une performance ou optimiser ses mouvements face à un contexte ou une tâche à réaliser. Dans des situations de laboratoire et de terrain sont étudiés, entre autres, la locomotion, humaine et animale, l'interception de mobiles, l'apprentissage et les troubles de la coordination motrice, ou des activités sportives comme le pédalage sur cycle, la nage, le ski de fond ou le tennis.

Rapport au corps

La seconde équipe s'intéresse aux enjeux sociaux, économiques et politiques du phénomène sportif. Elle étudie notamment les modes de construction des rapports au corps, aux sports, et à la santé des individus, et leurs variations selon l'appartenance sociale, le sexe et l'âge. Elle analyse également les modes d'organisation et les effets de la pratique sportive sur les conduites de santé, mais également sur le développement de liens sociaux et d'identités collectives. Ces recherches s'organisent selon deux axes, les processus de socialisation, d'une part, et la construction de l'action publique, d'autre part. La problématique de la socialisation s'intéresse aux relations entre corps, sport et genre, aux processus de structuration des formations et des professions dans le monde du sport, mais également à la construction des « modes de vie actifs ». Les recherches visent par exemple une meilleure compréhension de l'incidence des dispositifs médicaux sur la création et le maintien des « habitus » corporels nécessaires à l'amélioration de l'état de santé. Les recherches menées dans le deuxième axe portent sur l'action publique envisagée du point de vue des sciences sociales, comme une construction collective d'acteurs en interaction. Dans une perspective politique, sociologique et historique, le sport et les activités physiques sont appréhendés comme des moyens privilégiés de construction territo-

riale, de gouvernement des corps et des populations ou d'affirmation des identités nationales et locales. L'histoire des sports d'hiver, ou encore celle des professionnels de la montagne, rend ainsi compte des enjeux politiques, économiques et sociaux de l'évolution des usages sportifs des espaces naturels.

Chacune de ces deux équipes aux thématiques et méthodologies différentes, est intégrée dans une structure fédérative du site (Institut des sciences du cerveau de Toulouse pour le LAPMA et Institut fédératif d'études et de recherches interdisciplinaires santé-société pour le SOI). Des projets structurants sont également engagés. On peut citer celui piloté par la LAPMA, qui vise à fédérer l'ensemble des acteurs du site toulousain (LAAS, IRIT, IMFT, CRCA, CREPS) impliqués dans l'analyse du mouvement, pas seulement humain, autour d'une plateforme commune. Un deuxième, porté par le SOI, se concrétise par l'intégration récente de l'équipe au Labex « Structurations des mondes sociaux ». ■

Les filières d'enseignement

Les formations, initialement orientées vers la préparation du professorat d'éducation physique et sportive, se sont diversifiées pour s'étendre aux activités physiques adaptées, à l'entraînement sportif et au management du sport, répondant aux attentes d'une société réclamant des professionnels compétents dans ces différents domaines. Au-delà de l'insertion professionnelle, la licence Staps offre la possibilité de poursuivre les études par un master (7 mentions à Toulouse) et un doctorat en sciences du mouvement. Il est à souligner que toutes les formations donnent accès à une carte professionnelle qui favorise l'insertion rapide dans le monde du travail.



Contact

christine.mennesson@univ-tlse3.fr
pier-giorgio.zanone@univ-tlse3.fr



Salle d'analyse du mouvement de l'équipe LAPMA du PRISSMH, combinant des équipements de capture et de reconstruction du mouvement et de la posture, avec des appareils d'enregistrement de l'activité électrique musculaire et cérébrale et de stimulation.

L'étude du mouvement

Rien de plus naturel que le mouvement.

Encore faut-il qu'il soit adapté à l'objectif que l'on s'est fixé et prenne en compte les circonstances dans lesquelles il se déroule...

Le mouvement permet à l'homme, mais aussi à l'animal et au robot, d'agir dans et sur son environnement afin de réaliser un objectif (saisir un objet et le lancer, se déplacer vers un lieu précis, écrire, etc.). Le problème central est de comprendre comment l'individu parvient à effectuer un mouvement qui soit adapté à son objectif et aux circonstances variées dans lesquelles il se déroule. Ce problème est attaqué à plusieurs niveaux et selon différentes méthodes par les chercheurs de l'équipe LAPMA.

Marcher ou courir

Dans une approche écologique du mouvement, l'individu parvient à s'adapter à son environnement et à ses contraintes en vertu d'une auto-optimisation, qui assure la préservation de son intégrité et de ses ressources. Sur le plan moteur, l'individu dispose d'un ensemble d'articulations, segments et muscles permettant de réaliser une coordination adaptée pour une activité motrice donnée, qui est à sélectionner parmi une infinité de combinaisons possibles entre ces éléments. Ainsi, suivant les priorités et les contraintes, une organisation motrice différente émerge. Par exemple, selon la vitesse de déplacement requise, un humain choisira de marcher ou de courir. Dans l'ensemble du règne animal, la transition de la marche à la course correspond à une optimisation du coût énergétique, des contraintes articulaires, mais aussi à une minimisation des mouvements de la tête qui perturbent l'équilibre et la prise d'informations visuelles. Nos travaux, en collaboration avec des équipes du LAAS, de l'IMFT, du CRCA et de l'IRIT⁽¹⁾, ont montré que le même type de transitions apparaît spontanément dans le pédalage chez un cycliste correspondant au passage de



Etude neuro-comportementale de mouvements bimanuels chez enfants atteints de Troubles de l'Acquisition de la Coordination (TAC).

la position assise à la position « en danseuse ». Dans ce cas, l'optimisation des forces musculaires aux articulations de la jambe semble être un critère de déclenchement de cette transition. De plus, chacune de ces coordinations motrices dans la marche comme dans le pédalage manifeste des similitudes entre les sujets, révélées par des paramètres qui restent invariants indépendamment des caractéristiques morphologiques de l'individu. Ces paramètres constituent des « biomarqueurs » d'un comportement moteur sain versus pathologique. Ils sont utilisés comme



Les membres de l'équipe LAPMA du Laboratoire Programme de recherche en sciences du sport et du mouvement humain (PRISSMH, équipe d'accueil de l'UPS). **Debout :** Anne Ille, maître de conférences UPS, Pierre Moretto, professeur UPS, David Villeger, doctorant, Pier-Giorgio Zanone et Bernard Thon, professeurs UPS, Viviane Kostrubiec, maître de conférences UPS. **Assis :** Khaled Fezzani, Bruno Watier, Jessica Tallet, Jean-Michel Albaret et Robin Baures, maîtres de conférences UPS.

« biofeedback » pour renseigner le sujet sur l'action en cours et lui permettre de moduler son mouvement ou sa performance lors d'activités sportives ou de rééducation.

Écriture manuscrite

L'idée qu'un comportement complexe comme le mouvement résulte de principes et de mécanismes simples n'est nulle part plus évidente que dans le cas de l'écriture manuscrite.

Tracez quelques mots. Vous remarquerez que la pointe du stylo est mise en action par l'oscil-

lation du poignet et de la pince (les trois doigts agrippant le stylo). L'oscillation générée par chacun de ces effecteurs peut être décrite, à chaque demi-cycle, par trois paramètres seulement: l'amplitude, la fréquence et la phase. La complexité apparente des coordinations nécessaires à l'écriture peut être résumée par trois paramètres de base. La trace complexe résulte de l'oscillation coordonnée de deux effecteurs simples: ainsi le complexe, la trace écrite, naît-il du simple, le mouvement oscillatoire.

Nous avons montré, en collaboration avec des chercheurs de l'IRIT, que pour le scripteur, la simplicité apporte son lot d'avantages et d'inconvénients. L'action concertée des doigts et de la pince est assurée par leur couplage, essentiellement neuronal, qui permet de stabiliser certaines formes privilégiées: des traits, des cercles et des guirlandes. En vertu de ce couplage, l'enfant sait, spontanément et sans apprentissage intentionnel, tracer des traits et des cercles. Malheureusement, c'est également en raison de ce couplage que l'écriture rapetisse et devient « pointue » chez l'adulte et qu'elle se dégrade fortement avec la vitesse. De ce point de vue, le passage inévitable de « m » à « w » qui survient avec une augmentation importante de la vitesse d'écriture rejoint les phénomènes de transitions cités précédemment.

Ainsi pour pouvoir réaliser l'écriture, le cerveau humain a su exploiter les propriétés des effecteurs moteurs, le poignet et les doigts. De même dans l'activité sportive, la production d'un geste participe de principes généraux de coordination déterminante comment le cerveau, siège de l'activité oscillatoire des neurones, interagit avec l'oscillation des bras, jambes ou des doigts.

Troubles du mouvement

C'est probablement dans des déficits de cette activité oscillatoire concertée qu'il faut trouver l'origine — et la solution — des troubles du mouvement.

C'est bien ce que nous avons observé dans un travail effectué au CHU de Purpan dans les troubles psychomoteurs au cours du développement. L'enfant porteur d'un Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC) se caractérise par de la maladresse et de la lenteur dans les mouvements de la vie quotidienne. Les travaux que nous avons entrepris en imagerie cérébrale ont mis à jour des dysfonctionnements en termes de synchronisation neuronale qui sont probablement à l'origine des troubles ainsi que les mécanismes de plasticité cérébrale qui accompagnent la compensation ou l'amélioration des déficits moteurs notés au niveau comportemental. La

meilleure compréhension des origines du trouble nous a permis d'utiliser différentes modalités sensorielles (vision, audition) pour améliorer les performances motrices des enfants.

Contraction musculaire

L'optimisation du mouvement et l'émergence d'une habileté peuvent être abordées au niveau de l'activité électrique des neurones et des muscles dans le système moteur. L'anatomie fonctionnelle distingue des structures supérieures, centrales et périphériques organisant la transmission d'un ordre nerveux émanant du cerveau en direction des muscles. L'identification et la compréhension des mécanismes de contrôle qui sont à l'origine de la contraction musculaire, et donc du mouvement, font appel à différentes techniques expérimentales au croisement des neurosciences et de la biomécanique. Notre approche utilise une combinaison de la modélisation musculo-squelettique, de l'analyse des signaux électroencéphalographiques (EEG) et électromyographiques (EMG), réalisée en collaboration avec l'Institut de mathématiques de Toulouse (IMT), ainsi que des techniques de stimulation magnétique transcrânienne et de stimulation électrique percutanée pour identifier les différents processus de modulation de l'activité nerveuse qui ont lieu dans le système moteur au niveau musculaire, au niveau de la moelle épinière et au niveau cortical. La cohérence de cette modulation du message transmis aux muscles

au cours de la réalisation d'un mouvement renvoie sur le « codage » de la commande effectuée aux différents niveaux du système moteur. A travers l'étude de contractions musculaires variées, nos travaux ont révélé l'activité spécifique des structures nerveuses corticales et spinales lorsque le muscle se contracte en s'étirant et l'implication directe du cortex moteur primaire dans la régulation de la contraction simultanée des muscles. En particulier, l'inhibition des mouvements involontaires lors de l'activité volontaire (syncinésies) s'accompagne de changements de communication entre les régions motrices de chaque hémisphère cérébral.

L'ensemble de ces travaux trouve de nombreuses applications tant dans le domaine du sport à travers la compréhension des mécanismes sous-jacents au mouvement et à la performance sportive, que dans ceux de la clinique, de l'ergonomie ou de la robotique. ■

(1): **LAAS** (Laboratoire d'analyse et d'architecture de systèmes, unité propre CNRS, associée à l'UPS).
IMFT (Institut de mécanique des fluides, unité mixte UPS/CNRS/INP).
CRCA (centre de recherches sur la cognition animale, unité mixte UPS/CNRS)
IRIT (Institut de recherche d'informatique de Toulouse, unité mixte UPS/CNRS/INP/UT1/UT2)



Contact

pierre.moretto@univ-tlse3.fr,
pier-giorgio.zanone@univ-tlse3.fr



Etude de la cohérence entre l'activité corticale et musculaire lors de contractions volontaires des muscles de la jambe.

Corps, sport, genre : la fabrication des filles et des garçons

Si l'investissement des femmes dans le monde sportif de haut niveau fait l'objet de nombreuses enquêtes, la question de la construction du genre pendant l'enfance et du rôle des usages du corps dans ce processus reste peu connue.

La question de la construction sociale du genre apparaît aujourd'hui comme l'un des thèmes majeurs des recherches en sciences sociales. Les enseignants-chercheurs de l'équipe SOI contribuent depuis une dizaine d'années au développement de cette thématique de recherche, en se centrant notamment sur le rôle du corps et du rapport au sport et à l'activité

physique dans la bipartition et la hiérarchisation des catégories de sexe. Ce thème fait l'objet de travaux récents et en cours au sein de l'équipe, soutenus en particulier par l'ANR. L'analyse d'une centaine d'entretiens réalisés avec des parents et des enfants de 9 à 11 ans permet de mieux saisir les processus de « fabrication » des filles et des garçons. L'apprentissage de pratiques corporelles différentes selon les sexes, des modalités de l'engagement physique dans des activités ludiques et sportives à des formes différenciées de travail de l'apparence corporelle, joue un rôle central dans ce processus. Appris précocement par le corps, ces comportements de genre s'avèrent relativement durables et difficiles à modifier. Ils orientent ainsi le rapport au corps à l'âge adulte, mais aussi plus généralement le rapport au monde des individus. La distance des filles à l'engagement compétitif n'est par exemple pas sans lien avec des choix d'orientation qui les éloignent souvent des filières les plus valorisées. L'affinité des garçons avec la technique, la technologie, voire les approches scientifiques, résulte également de préférences ludiques et d'expériences spécifiques les conduisant à bricoler, manipuler des matériaux...

Lutte contre les inégalités

Cette différenciation des usages du corps enfantin s'exprime par ailleurs de manière différente selon les groupes sociaux. Si l'analyse des entretiens met en évidence l'importance de ce processus dans les milieux populaires, la socialisation différentielle des corps des filles et des garçons caractérise également fortement l'expérience des enfants dans certaines fractions des milieux favorisés. Prendre en compte conjointement les rapports sociaux de sexe et de classe, et leurs conséquences sur le rapport au corps des



Christine Mennesson, professeur UPS, **Gérard Neyrand**, professeur UPS et **Julien Bertrand**, maître de conférences UPS, chercheurs dans l'équipe SOI (sports, organisation, identités) du Laboratoire Programme de recherche en sciences du sport et du mouvement humain (PRISSMH, équipe d'accueil de l'UPS)

enfants, ouvre de nouvelles perspectives dans la compréhension et dans la lutte contre les inégalités devant la santé. Ainsi, la sédentarité fréquente des filles dans les milieux populaires fragilisés s'explique par le souci des parents de « protéger » leur corps, quand leurs frères sont en revanche encouragés à développer leurs capacités physiques et à prendre des risques.

Enfin, les données recueillies permettent également de repérer des différences au sein même du groupe des filles ou des garçons. Les usages du corps enfantins présentent en effet une certaine hétérogénéité pour chaque classe de sexe. Les comportements de genre minoritaires sont particulièrement intéressants à étudier car ils révèlent des modes de socialisation sexuée atypiques, et mettent en évidence les configurations familiales et les conditions sociales susceptibles de favoriser une certaine distance aux stéréotypes sexuels.

Ces travaux sont menés en collaboration avec des chercheurs du LISST-CA (Laboratoire interdisciplinaire solidarités, sociétés, territoires, à Toulouse 2), du Lassp (Laboratoire des sciences sociales du politique, IEP Toulouse 1), et du centre Max Weber (Lyon 2). ■



Effets de genre ?



Contact

christine.mennesson@univ-tlse3.fr ;
gerard.neyrand@univ-tlse3.fr ;
julien.bertrand@univ-tlse3.fr

Sport et santé : quelle action publique ?

L'alimentation et l'activité physique sont au cœur des politiques préventives de santé publique. La recherche en sciences sociales permet de concevoir, de mettre en œuvre et d'évaluer ces politiques. C'est précisément ce qui fait l'équipe SOI

Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) s'est déployé dans les régions Aquitaine, Midi-Pyrénées et Nord Pas de Calais. Au niveau national ce programme a fait l'objet de débats et de controverses entre « mondes sociaux », secteurs d'intervention mais aussi disciplines scientifiques, chacun faisant valoir sa « bonne » conception du programme (professionnels de santé, du sport ou des activités physiques adaptées, mais aussi de ministères, d'associations de patients, de consommateurs, entreprises...). Les modes de gouvernement mis en œuvre par l'Etat et, en région, par les Agences régionales de santé se sont « durcis » au fur et à mesure que se déployait le programme entre 2001 et 2012. *In fine*, c'est la figure d'un « Etat fort » et (re) centralisateur qui domine, fixe les règles du jeu et le cadre d'action permettant une forme de gouvernement sanitaire « à distance » et à moindre frais.

Ressource et légitimation

Au niveau régional, les mises en œuvre du programme déléguées aux ex Directions régionales des affaires sanitaires et sociales (2001) puis aux Agences régionales de santé (2010) diffèrent fortement. L'analyse comparée de 25 monographies communales montre que la signature de la charte « Ville active » du PNNS constitue le plus souvent une ressource de légitimation politique pour les élus locaux mais aussi d'expertise professionnelle pour les techniciens, les professionnels et les associations impliqués dans les mises en œuvre du programme. Facteur de reconnaissance et de justification *a posteriori* d'actions déjà existantes et levier d'action permettant à la collectivité publique de rendre visible son engagement en faveur de la santé de sa population, le PNNS est traduit en fonction des priorités

politiques locales. Cette traduction donne lieu à des programmes d'actions d'une très grande diversité et d'une ambition très variable allant de quelques animations ponctuelles autour de recommandations sur l'alimentation et/ou l'activité physique à des programmes d'actions pérennes mais intégrés dans des plans municipaux de santé.

Mise à l'épreuve

Si la santé publique recouvre de nombreuses conceptions et sert parfois la promotion du territoire via du marketing territorial et politique, elle n'est cependant pas un secteur d'intervention « tout à fait comme les autres » pour les élus locaux. Par la valeur dont elle se réclame, par la place qu'elle occupe dans nos sociétés, par la nécessité de réduire des inégalités sociales de santé, elle constitue non seulement un secteur d'intervention à forte ressource de légitimation pour les élus locaux, mais aussi une mise à l'épreuve de leur capacité politique à agir sur des déterminants de santé dépendant directement de leurs prérogatives : aménagement urbain, transports, éducation, équipements, sport, action sociale, sécurité, qualité environnementale, etc. ■

Travaux réalisés en collaboration avec les Laboratoires LACES (Laboratoire cultures, éducation, sociétés, de Bordeaux Segalen), ER3S (équipe de recherche septentrionale Sport et société, de Lille II), LISST (Laboratoire interdisciplinaire solidarités, sociétés, territoires, Toulouse II) et Iferiss (Institut fédératif d'études et de recherches interdisciplinaires santé société, Toulouse).



De gauche à droite : **Line Malric, Philippe Terral, Nadine Haschar-Noé** et **Jean-Charles Basson**, maîtres de conférences UPS, chercheurs de l'équipe SOI du Laboratoire Programme de recherche en sciences du sport et du mouvement humain (PRISSMH, équipe d'accueil de l'UPS).



Contact

nadine.haschar-noe@univ-tlse3.fr



Que veut dire bien manger ?



Que veut dire bouger ?

