

DOCUMENT D'AUTOÉVALUATION DES UNITÉS DE RECHERCHE

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2025-2026
VAGUE A

Septembre 2024



L'unité a rédigé ce document en complétant les rubriques ci-dessous et en suivant le plan indiqué. En raison du contexte (cf. section 1-2.) et après approbation par les représentants du comité HCERES, la période de référence de l'autoévaluation du bilan pour l'Unité de Recherche EuroMov Digital Health in Motion (double tutelle : Université de Montpellier et IMT Mines Alès, RNSR 202123850M) s'étend du 1er janvier 2020 au 31 décembre 2024.

1- INFORMATIONS GÉNÉRALES POUR LE CONTRAT EN COURS

1- 1 Identification de l'unité

Nom de l'unité : EuroMov Digital Health in Motion

Acronyme : EuroMov DHM

Label et numéro : UR 102

Domaine scientifique principal :

SHS : Sciences Humaines et Sociales

Panels scientifiques par ordre décroissant de pertinence :

Panel 1

SHS4 : L'esprit humain et sa complexité

Panel 2

ST6 : Sciences et technologies de l'information et de la communication - STIC

Équipe de direction : Stéphane Perrey (Directeur) et Jacky Montmain (Directeur adjoint).

Liste des tutelles de l'unité de recherche : Université de Montpellier, IMT Mines Alès

Écoles doctorales de rattachement : ED 463 Sciences du Mouvement Humain (SMH), ED 166 Informatique Structure Système (I2S)

1- 2 Présentation de l'unité

Historique, localisation de l'unité :

La création au 1^{er} janvier 2021 de l'Unité de Recherche (UR) EuroMov Digital Health in Motion (EuroMov DHM) sous double tutelle (Université de Montpellier et IMT Mines Alès) résulte de la fusion de deux unités de recherche rattachées d'une part à l'Université de Montpellier ou UM (EA 2991 EuroMov M2H) et d'autre part à l'IMT Mines Alès (LGI2P). Les CHU de Montpellier et Nîmes, la clinique Beausoleil (Montpellier) et la clinique du souffle la Vallonie (Lodève) sont les partenaires santé de l'UR. L'UR EuroMov DHM est positionnée sur deux sites. Le premier site de l'UR est localisé au cœur de la zone scientifique et technologique nord de Montpellier (zone Hôpitaux-Faculté, campus Staps), dans le bâtiment EuroMov (2500 m²), avec un accès principal aux autres parties d'EuroMov (par exemple, les plateformes technologiques, les salles de formation et de réunion, toutes appartenant à l'unité de recherche). Le second site de l'UR est localisé sur le campus technologique Louis Leprince Ringuet de l'IMT Mines Alès dans le bâtiment M (500 m²) ainsi que sur le campus Claudie Haigneré de l'école pour la plateforme Ales Imaging and Human Metrology (AIHM, 300 m²). Des espaces de recherche supplémentaires pour les patients sont disponibles dans les hôpitaux académiques de Montpellier (service MPR 20 m²) et de Nîmes (service MPR 100 m² et 100 m² à l'Hôpital Universitaire de Réadaptation, de Rééducation et d'Addictologie du Grau du Roi), et à la clinique Beausoleil (service du sommeil 30 m²).

Organisation de l'unité :

Le programme scientifique de l'UR est construit sur un manifeste, à savoir la « fertilisation croisée de l'intelligence artificielle (IA), des sciences du mouvement et de la santé pour comprendre la plasticité comportementale de l'homme, améliorer sa performance sensorimotrice, et développer de nouvelles approches numériques inspirées par cette plasticité ». Les lignes de recherche développées au sein de l'UR EuroMov Digital Health in Motion trouvent des applications novatrices dans les secteurs de la rééducation, de l'activité physique et du sport à des fins de performance et de santé, de l'avancée en âge, des interactions homme-machine et de la neuroergonomie.

Pour atteindre ces objectifs scientifiques, l'unité est fondée sur trois pôles de compétences complémentaires : les Sciences du Mouvement Humain historiquement portées par l'Université de Montpellier ; les Sciences du

Numérique, incluant notamment la science des données et l'intelligence artificielle, portées par l'IMT Mines Alès ; et les sciences de la santé portées par les partenaires hospitaliers.

Nos recherches reposent sur la collaboration de plusieurs disciplines scientifiques dont la psychologie et les neurosciences cognitives, la physiologie, la biomécanique et l'informatique. Les Sciences du Mouvement et de la Santé reposant très largement sur l'analyse de données hétérogènes et sur la prise en compte de connaissances métier, médicales notamment, constituent un réservoir idéal pour les data-scientists. Mais pas seulement, la compréhension des mécanismes d'apprentissage et du contrôle moteur chez l'être humain par exemple, peut être vue comme une source d'inspiration pour la formulation d'approches novatrices en IA notamment en lien avec les mécanismes d'apprentissage par renforcement pour le motion planning ou l'imitation learning.

L'UR EuroMov DHM est structurée en trois thèmes, traversés par deux axes transversaux (Figure 1). Aucune équipe formelle n'a été déclarée administrativement et l'unité de recherche travaille comme une entité unique. Cette structure souple est rendue possible par le nombre raisonnable de personnes impliquées. Elle a l'avantage d'encourager le travail croisé entre les clusters et les scientifiques, comme en témoignent les nombreuses co-supervisions de doctorats, les publications conjointes (voir Tableau de Données) et les contrats de recherche partagés. Chaque thème est co-animé par une triade représentative des trois pôles de compétences de l'unité : mouvement, santé et numérique, assurant un lien étroit entre recherche fondamentale, recherche clinique et modélisation numérique.

Les trois thèmes du projet scientifique du présent contrat sont : Perception in Action & Synchronization (PIAS), Learning And Complexity (LAC), Monitoring and Improving Behaviours (MIB), traversés par deux axes transversaux : Sémantique et Taxonomie du Mouvement (SemTaxM) et la Factory.

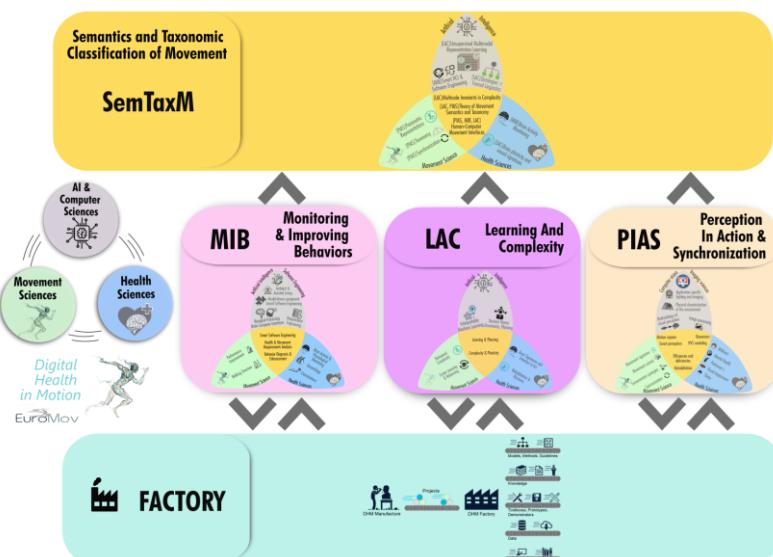


Figure 1. Organigramme scientifique adopté dès 2020 par l'UR EuroMov Digital Health in Motion

Les plateformes de l'unité :

L'UR pilote le fonctionnement de plusieurs plateformes à destination de différents usagers (R&D, entreprises en création, laboratoires de recherche en région, hôpitaux et centres de rééducation) avec la mise à disposition d'un ensemble de systèmes de mesure, de visualisation et d'analyse du mouvement, permettant une approche multi-méthodologique et encourageant les projets collaboratifs public-privé avec des espaces d'incubation disponibles (bat. EuroMov).

Sur le site d'Alès, la plate-forme [Alès Imaging Human Metrology](#) (AIHM) localisée au bâtiment G, supervisée par I. Marc du campus Claudio Haigneré a pour objectif de fournir les données pour caractériser un sujet humain en interaction avec son environnement, grâce à des équipements permettant (i) la mesure de ses actions, par des systèmes de capture de mouvement (optiques et centrales inertielles) et de suivi du regard, (ii) le contrôle de son environnement visuel et auditif, avec des chaînes complètes allant de la production de stimuli (éclairages et sons contrôlés), à la mesure des grandeurs physiques correspondantes (composantes énergétiques et colorimétriques de la lumière, traitement du signal) jusqu'à la modélisation des perceptions visuelles, et (iii) l'acquisition de données physiologiques (NIRS, EEG, ...). Cette plateforme propose des solutions portables et une gamme de services à destination des industriels et des chercheurs impliqués dans les domaines de la santé, du sport, du mouvement et du bien-être.

Sur le site de Montpellier, plusieurs plateaux techniques sont associés à l'UR :

Le plateau technique au bâtiment EuroMov sous la supervision de S. Pla met à disposition, en particulier :

- la [salle I-Mose](#) : Interactive Motion Simulator at EuroMov ; I-Mose est un simulateur de mouvement basé sur un robot KUKA à six axes offrant une dextérité importante, une grande enveloppe de mouvement, des accélérations centrifuges, et la possibilité de placer des personnes dans des orientations extrêmes (par exemple, à l'envers). Deux modules sont proposés : [cockpit avec dôme](#) et tapis roulant ([Flying Carpet](#)).
- la salle d'analyse isocinétique (ISO) : cette salle est dédiée à l'étude des adaptations de force musculaire pendant l'exercice, des mécanismes de réponses physiologiques à la mécanique musculaire pour le contrôle volontaire de la force et de la vitesse.
- la salle d'analyse du mouvement (MovLab) : MovLab met à disposition des outils de capture du mouvement, avec synchronisation de variables cinématiques et cinétiques.
- la salle de physiologie de l'effort (OxyLab) : OxyLab permet d'explorer les variables physiologiques en réponse à l'exercice : la consommation d'oxygène, le débit cardiaque ou en périphérie l'oxygénéation et l'activité musculaire.
- la plate-forme expérimentale BioElectromagnétisme (BIOEM) : BIOEM (ou [EuroStim](#)) porté par A. Legros est né dans le cadre d'un projet collaboratif Lawson-RTE-Univ Montpellier et correspond à un centre d'expertise international sur les seuils d'effets de stimulations électriques et magnétiques sur le système nerveux central et périphérique chez l'Humain. Les modalités étudiées sont des variables perceptives, cognitives, motrices et électrophysiologiques.

En partenariat avec les CHU et cliniques partenaires à l'UR, l'analyse du mouvement est ciblée au travers :

- du plateau technique [CARTIGEN Mobilité](#) supervisé notamment par G. Dusfour et le Dr. M. Julia localisé au CHU Gui de Chauliac à Montpellier spécialisé dans la réadaptation du mouvement et dans l'imagerie des tissus musculo-squelettiques.
- des plateaux techniques localisés au [CHU de Nîmes](#) (Site Carémeau et Grau du Roi) supervisés par le Prof. A. Dupeyron et le Dr. J. Froger spécialisés dans la rééducation et réadaptation neurologique et locomotrice.
- des outils technologiques modernes de rééducation (isocinétisme, analyse du mouvement, posturologie, rééducation robotisée, jeux vidéo de rééducation) au [CHU Lapeyronie](#) de Montpellier sous la supervision du Prof. I. Laffont et du Dr. K. Bakthi.
- de chambres dédiées à l'exploration du sommeil localisées à [la clinique Beau Soleil](#) sous la supervision du Dr. V. Cochen De Cok.
- d'un dispositif amagnétique de capture du mouvement au sein du service de Neuroradiologie au CHU Gui de Chauliac ([plateforme Imagerie Fonctionnelle I2FH](#)) à Montpellier sous la supervision de E. Le Bars et L. Van Dokum.

Effectif de l'unité et de ses éventuelles équipes au 31/12/2024 :

L'unité localisée à Montpellier et Alès est composée de 46 enseignants-chercheurs et 2,5 ingénieurs permanents, à part quasi égale entre IMT Mines Alès (n=24 dont 7 Professeurs de l'Institut Mines Telecom) et l'Université de Montpellier (n=22 dont 10 Professeurs des Universités dont 3 PU-PH) avec des partenaires cliniciens (une dizaine). En outre, l'unité accueille plus d'une trentaine de doctorants appartenant à deux Écoles Doctorales : Sciences du Mouvement Humain (SMH, n=23) et Informations, Structure et Systèmes (I2S, n=11 au sein de laquelle IMT Mines Alès est accréditée à délivrer en propre le diplôme de docteur).

Les ressources humaines sont restées relativement stables au cours de la période d'évaluation qui a subi malgré tout beaucoup de mouvements. Les membres permanents sont de l'ordre de 43,5 à 44,5 (28% de femmes). Le flux des doctorants est constant sur la période. Ont été recrutés (grade MCF) pendant la période, 1 enseignant-chercheur côté IMT Mines (CNU 27) Ales et 3 enseignants-chercheurs côté UM (1 CNU 74 et 2 CNU 91). En parallèle, quatre enseignants-chercheurs (2 UM et 2 IMT) ont obtenu le grade de Professeurs des Universités et il y a eu quatre départs à la retraite (grade PR, 3 UM dont 2 PU-PH, 1 IMT) au cours de la période ; un enseignant-chercheur MCF est parti en septembre 2024 alors qu'un autre enseignant-chercheur MCF UM a rejoint l'UR en septembre 2023.

Tableau 1. Évolution des effectifs de l'UR EuroMov Digital Health in Motion

Membres UR EuroMov Digital Health in Motion	1 ^{er} janvier 2020	31 décembre 2024
Enseignants-chercheurs titulaires		
Professeurs	15	14
Maître des conférences	24	26
Personnels BIATS permanents	4,5 + 1 contractuel	4,5 + 1 contractuel

Ingénieurs non titulaires, ATER, post-doctorants, PAST (MCA)	6	11
Doctorants	34	34
Membres Associés (hébergés : PH, PRAG)	8	8
Effectif global	92,5	98,5

Thématiques scientifiques :

L'UR repose sur trois thématiques scientifiques en appui sur 2 axes transversaux (cf. Figure 1).

Le thème Perception In Action & Synchronization (PIAS) se concentre sur les lois régissant la perception humaine en mouvement et la synchronisation humain-environnement.

Le thème Monitoring and Improving Behaviors (MIB) consiste à fournir aux personnes en suivi de soins ou aux préparateurs physiques un accompagnement informatisé personnalisé, sensible au contexte pour améliorer leurs comportements à fins de santé, de qualité de vie ou de performance sportive en s'appuyant notamment sur le génie logiciel.

Le thème Learning and Complexity (LAC) s'intéresse à une meilleure compréhension de l'apprentissage et de la complexité chez les agents intelligents, humains ou machines à travers les signatures motrices, des données cliniques et de l'activité neuronale en développant des modèles interprétables.

Les différents travaux des thèmes visent pour part à identifier une classification taxonomique du mouvement et à en définir une théorie de la sémantique dans des contextes spécifiques : c'est l'axe tranversal Semantics and Taxonomy of Movement (SemTaxM). L'ensemble des travaux s'appuient sur l'axe transversal Factory qui vise à améliorer la reproductibilité des résultats, et accélérer la recherche translationnelle et le transfert technologique en fournissant des approches normalisées et documentées avec une stratégie de diffusion des données ouvertes.

1- 3 Environnement de recherche

L'UR EuroMov Digital Health in Motion bénéficie d'un environnement de recherche élargi par ses deux tutelles de rattachement. L'écosystème de l'UR est résumé sur la figure 2 ci-dessous.



Figure 2. Positionnement de l'UR EuroMov Digital Health in Motion dans l'écosystème régional.

Sur le site de Montpellier, le projet Montpellier université d'excellence (Muse) « Nourrir – Soigner – Protéger » a été labelisé I-Site d'Excellence le 11 mars 2022. Avec la confirmation de ce label I-Site, l'Université de Montpellier et ses 15 partenaires rassemblent une importante communauté académique, scientifique, institutionnelle et économique sur le territoire montpelliérain dans les domaines de la biodiversité, de l'agriculture, de l'environnement et de la santé. Il regroupe : une université, dix organismes de recherche nationaux, deux écoles et trois établissements de santé. En outre, l'UM a adopté les statuts de l'établissement public expérimental dès janvier 2022. Dans le cadre de cette nouvelle Université, et des restructurations qui l'ont accompagnées (5 pôles de recherche, collégium), l'UR EuroMov DHM a rejoint 2 pôles de recherche : le pôle Biologie Santé (BS) et le pôle Mathématiques, Informatique, Physique, Systèmes (MIPS). Ce positionnement fait écho aux précédentes vagues concernant le pôle BS et l'intégration des membres statutaires IMT Mines Alès à l'École Doctorale I2S du pôle MIPS, tout comme le rattachement de l'UR au Labex NUMEV au sein du pôle MIPS.

L'UR EuroMov DHM est impliquée dans plusieurs dispositifs structurants : le Labex NUMEV (2011-2022, ANR 10-LABX-0020, responsable du Projet Intégré Mouvement et membre du Comité de Pilotage Scientifique sur la totalité de la période du Labex), le [FHU REGENHAB](#) (responsable du WP 8, coordinateur de la plateforme [CARTIGEN plateau Mobilité](#)). A l'échelle de l'Université de Montpellier, l'UR EuroMov DHM contribue à l'axe 7 Technologie et Bioingénierie pour la santé (co-responsabilité) au sein du [Pôle de Recherche Biologie Santé](#) (membre du bureau et de la commission RH) ISITE MUSE (concept Nourrir, Soigner, Protéger), est membre du Pôle Universitaire d'Innovation ([PUI](#)) et participe à la formation à la recherche au sein du [collège Doctoral de l'Université de Montpellier](#) (Direction École Doctorale Sciences du Mouvement Humain, site de Montpellier) et de la Graduate School ([IDIL program](#)). A l'échelle des collectivités, l'UR EuroMov DHM est membre actif de [l'écosystème MedVallée](#), un pôle d'excellence en Santé Globale (One Health au sens de l'OMS), pour favoriser l'innovation en décloisonnant enseignement supérieur, recherche et monde économique. L'UR EuroMov DHM participe à des activités de valorisation, de transfert et de recherche partenariale en accueillant au bâtiment EuroMov des espaces d'incubation R&D pour des startups, ou encore via l'intermédiaire de programmes de maturation de la SATT AxLR dans le domaine de la Biotechnologie et la Santé.

Sur le site d'Alès, l'UR EuroMov DHM est très impliquée dans des structures de valorisation, de transfert et de recherche partenariales, telles que [l'Institut Carnot](#) et [l'Incubateur des Mines Alès](#). L'UR EuroMov DHM a bénéficié de l'accompagnement des Instituts Carnot Télécom et Société Numérique (TSN), et M.I.N.E.S, leaders académiques parmi les Instituts Carnot puisque deux projets ont été lauréats sur la période : Optimisation de l'ERGONomie du poste de travail par approche multimodale pour la réduction des Troubles Musculosquelettiques (M.I.N.E.S) et TwinCoBot : digital twins of human and cobots in smart environments (InterCarnot M.I.N.E.S - TSN). Le programme Futur, ruptures & impacts co-financé notamment par le Carnot TSN a financé un contrat doctoral de l'UR EuroMov DHM (contrat doctoral sur l'Ingénierie des jumeaux numériques appliquée à l'habitat intelligent).

L'incubateur d'IMT Mines Alès apporte son expérience d'accompagnement d'entreprises technologiques innovantes à l'UR EuroMov DHM sur les thématiques "Santé, Mouvement et Numérique". Deux projets d'entreprises co-accompagnés ont été lauréats de l'Appel à projet de l'I-Site Montpellier Université d'Excellence « Companies on Campus Montpellier Université d'Excellence – MUSE » qui soutient l'implantation des startups dans les laboratoires de recherche autour d'un programme de collaboration: (i) L'entreprise SEMAXONE développe des outils logiciels innovants permettant aux systèmes d'information d'ajuster leur ergonomie aux évolutions de l'état cognitif des opérateurs ; (ii) L'entreprise DiappyMed développe un outil d'aide à la décision certifié Dispositif Médical pour un dosage intelligent d'insuline pour les patients diabétiques.

L'UR EuroMov DHM contribue à deux thématiques stratégiques de l'Institut Mines Telecom : "Souveraineté numérique et sobriété" et "Ingénierie santé et bien-être". Ces thématiques stratégiques sont portées par des communautés scientifiques. Les activités de l'UR EuroMov DHM s'inscrivent principalement dans trois de ces communautés scientifiques : (i) Ingénierie et services de la santé, (ii) Data analytics & Intelligence artificielle et (iii) Confiance dans le numérique. C'est par exemple, via la communauté Data Analytics & IA de l'IMT que 4 enseignants-chercheurs de l'unité ont intégré le [projet européen ENFIELD](#) (Human Centred AI, Adaptive AI - Brain-inspired adaptive AI, Robust & Trustworthy Adaptive AI) destiné à établir un centre d'excellence européen axé sur l'avancement de la recherche fondamentale en matière d'IA adaptative, verte, centrée sur l'Homme et digne de confiance (<https://www.enfield-project.eu/>).

1- 4 Prise en compte des recommandations du précédent rapport

Les principales recommandations formulées dans le précédent rapport HCERES publié le 06/07/2020 et les actions consécutives sont énumérées ci-dessous.

A - Recommandations concernant les produits et activités de la recherche de l'unité EuroMov DHM

La recommandation principale portait sur un point de surveillance quant à chercher à publier systématiquement dans des journaux de l'autre entité et dans des journaux pluridisciplinaires.

Action : La recommandation a été suivie en privilégiant majoritairement les activités (et ressources) de recherche aux interfaces de la science du numérique et les sciences du mouvement humain, conduisant pour chaque thème / projet de recherche de l'UR à une stratégie de diffusion et d'exploitation plus visible et plus impactante selon une approche pluridisciplinaire. Voir la section « faits marquants » ci-dessous.

Depuis 2020, le pilotage des publications scientifiques est entièrement géré via le portail <https://hal.umontpellier.fr/EUROMOV-DHM>. Le suivi régulier de cette collection permet de détecter d'éventuelles dérives. Ainsi, l'histoire de l'UR sur ces 5 ans de bilan, telle qu'elle ressort de l'analyse automatisée de la collection HAL de EuroMov DHM, est celle de la publication de travaux pluridisciplinaires avec pour applications la santé, l'activité physique et sportive et le mouvement. Qu'il s'agisse d'améliorer les fonctions cérébrales, d'aider les personnes handicapées ou de repousser les frontières du traitement vidéo et de la science des données, les travaux de l'UR couvrent un large éventail de domaines de recherche cohérents avec les objectifs annoncés à sa création. L'UR s'est attachée à produire des publications qui contribuent non seulement à ses domaines respectifs, mais aussi s'est positionnée dans la recherche pluri- à inter-disciplinaire. Les enseignants-chercheurs du domaine informatique ont contribué à ce travail interdisciplinaire sans pour autant tourner le dos aux supports propres à leurs communautés. Cette activité de recherche revendiquée dans le contrat HCERES précédent a nécessairement eu un effet sur le volume de la production scientifique disciplinaire, pour autant les conférences et les journaux disciplinaires restent sensiblement les mêmes que sur le contrat précédent.

Une seconde recommandation incitait à pouvoir publier les avancées les plus significatives dans des revues transversales à fort facteur d'impact.

Action : L'UR a fait de son mieux pour poursuivre son effort dans ce sens. Plusieurs travaux ont été publiés dans des revues transversales encourageant la pluridisciplinarité (ex : revue *Scientific Reports* la plus plébiscitée), ou dans des revues du champ à fort facteur impact : se reporter à la section 2 du Domaine 2 ci-après pour plus de détails.

B - Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'unité

La recommandation portait sur l'organisation d'une unité mixte bi-sites et les modalités de déplacement.

Action : Avec la crise de la Covid qui a sévi dès le lancement de l'Unité en 2020, les outils de visioconférence ont dû rapidement s'inviter dans l'organisation de l'unité. Ils sont devenus familiers des modes de fonctionnement au sein de l'UR. Par exemple, des salles sont dédiées à Alès comme à Montpellier pour le confort des visioconférences des conseils d'unité, des comités de pilotage ou des séminaires scientifiques. Les déplacements restent néanmoins nombreux principalement dans le sens Alès vers Montpellier : par exemple, les enseignants-chercheurs de l'IMT font la majeure partie de leur recherche sur Montpellier et ont leurs enseignements sur Alès. IMT Mines Ales a accordé des fonds supplémentaires dans la dotation déplacement, en mettant par exemple à disposition des véhicules école et en privilégiant le co-voiturage. La codirection de l'unité était bi-sites elle aussi, puisque le DU (tutelle Univ. Montpellier) était sur Montpellier et le DU adjoint (tutelle IMT Mines Ales) était sur Alès (tutelle IMT Mines Ales), ce qui a permis des modes de fonctionnement coordonnés entre les deux sites.

C - Recommandations concernant le projet et la stratégie à cinq ans de l'unité

Le comité d'experts a souligné l'importance pour le projet de fusion de l'UR de se donner tous les moyens à disposition de réussir l'intégration.

Action : Dès 2020, soit un an avant le contrat sexennal, l'UR s'est construite sur trois piliers de compétences (Sciences du Mouvement Humain portée par l'Univ. Montpellier, Sciences du Numérique portées par l'IMT et Sciences de la Santé portées par les partenaires cliniciens et hospitaliers) et sur la base de trois thèmes fédérateurs : Monitoring and Improving Behaviour (MIB), Learning and Complexity (LAC) et Perception in Action & Synchronization (PIAS). La direction de chacun des trois thèmes a été assurée par un triumvirat issu des trois piliers. Le choix d'une organisation en thèmes a autorisé une grande perméabilité des questions scientifiques comme en témoignent les nombreuses collaborations entre thèmes sur la plupart des projets de recherche partenariale ou la coproduction scientifique. Les triumvirats ont dû apprendre à se connaître car l'interdisciplinarité et même la pluridisciplinarité exigent un niveau d'écoute prononcé, ce qui explique qu'ils aient cherché à contenir les objectifs scientifiques des thèmes aux déclarations d'intention de leurs manifestes respectifs. Coopération et appropriation des questions scientifiques ont été les leitmotsifs de l'UR et témoignent d'une intégration réussie entre les communautés scientifiques : les enseignants-chercheurs d'IMT Mines Ales qui poursuivent au sein de l'UR EuroMov DHM sont aujourd'hui moteurs dans la définition des problématiques scientifiques de l'unité sur le contrat quinquennal à venir (2027-2031, cf. 4. Trajectoire de l'UR).

Le comité d'experts a encouragé vivement la poursuite des travaux de valorisation et d'innovation.

Action : L'UR a permis de fédérer et consolider ses stratégies d'innovation, à l'interface de la recherche et du développement de dispositifs ou de services innovants, conduisant naturellement à l'accompagnement de startups incubées conjointement par l'Université de Montpellier et IMT Mines Alès. L'UR est un appui idéal à l'incubation de projets innovants dans le domaine de la Santé Numérique en Mouvement, et le rapprochement entre les deux tutelles a permis de renforcer le succès de plusieurs startups. A titre d'exemple, EuroMov DHM et

la société Semaxone développent des recherches sur l'identification de marqueurs psycho-physiologiques avec des applications en particulier pour les pilotes de chasse : Semaxone a commencé son parcours à l'incubateur de l'IMT Mines Alès, puis a été lauréate de l'appel d'offres Companies on Campus lancé par l'iSite MUSE de l'université de Montpellier et s'est installée sur le site d'EuroMov à Montpellier, avant de signer un projet readynov SkyPhysIA avec l'UR en 2021 pour développer un dispositif capable de détecter et de prévenir les défaillances physiologiques chez les pilotes de chasse en déclenchant une réponse adaptée fournie par le reste des équipements ou un protocole de récupération particulier. Dans ce contexte, les enseignants-recherches des deux tutelles de l'UR ont été sollicités pour accompagner scientifiquement les porteurs de projets qui ont ainsi disposé de services et d'équipements de pointe en matière d'innovation : Incubateur, Hub Créativité et Plateforme Mécatronique de IMT Mines Alès, Plateaux technologiques d'EuroMov DHM (iMose, AIHM, ...). D'autre part, les entrepreneurs ont pu s'appuyer sur les ressources en accompagnement managérial et économique de l'incubateur de l'IMT Mines Alès.

L'UR EuroMov DHM s'est inscrite également dans une triple dynamique de valorisation régionale, nationale, et européenne dès sa création. Au plan régional, notre partenariat nous renforce car il consolide notre complémentarité dans les dispositifs de site variés où nous sommes impliqués (e.g., i-Site MUSE, Labex NUMEV, IHU/FHU) ou les appels à projet Région Occitanie (e.g., ReadyNov, Bourses Emergences). Au plan national, ce rapprochement s'inscrit pleinement dans la thématique stratégique de l'IMT Ingénierie Santé et Bien-être ainsi que dans 3 de ses 11 communautés scientifiques : Ingénierie de la santé et du bien-être, Data Analytics & IA et Confiance dans le numérique. Enfin, sur le plan européen, la forte synergie entre nos équipes semble avoir renforcé nos chances de succès dans les appels à projets : l'unité a décroché les projets EnTimeMent (Future and Emerging Technologies (FET PROACTIVE) project), ShareSpace (HORIZON-CL4-2022-HUMAN-01-14 - eXtended Reality Technologies) et Enfield (European AI Lighthouse - Horizon Europe) sur la période.

Les synergies de R&D entre les deux organismes ont permis de consolider et développer des formations innovantes aux interfaces des technologies, du numérique, de la santé et du mouvement. Dans ce cadre, les enseignants de l'unité de IMT Mines Alès et de l'UM ont été sollicités pour contribuer aux formations et aux exercices pédagogiques des deux établissements. A titre d'exemple, le Master Sciences et Numérique pour la Santé a misé sur la complémentarité des formations d'ingénieur avec les spécialités des différents parcours du master, il est accessible en double diplôme Master et Ingénieur. Les étudiants sélectionnés suivent des parcours aménagés au terme desquels les élèves de l'Institut Mines-Télécom et de ses établissements partenaires ont la possibilité d'obtenir le master Sciences et Numérique pour la Santé de l'Université de Montpellier en plus de leur diplôme d'ingénieur tandis que les étudiants du master ont la possibilité d'obtenir un diplôme d'ingénieur d'une des écoles de l'Institut Mines-Télécom en plus de leur master.

2- INTRODUCTION DU PORTFOLIO

Introduction

L'unité de recherche EuroMov DHM (mono-équipe, 3 thèmes et 2 axes transversaux, >40 personnes) intégrant les sciences du mouvement, de la santé et du numérique se distingue par son engagement envers l'innovation scientifique et son implication dans des projets de recherche multidisciplinaires voire interdisciplinaires, visant à améliorer la compréhension des mécanismes du mouvement humain, de la rééducation et de l'interaction humaine via des technologies avancées pour améliorer la performance sensorimotrice dans différents contextes. À travers une sélection d'articles scientifiques représentatifs, de projets collaboratifs structurants et d'initiatives de valorisation caractéristiques sur la période 2020-2024, le portfolio met en lumière l'impact de l'UR dans plusieurs domaines clés tels que la vision par ordinateur, l'intelligence artificielle, la rééducation clinique, la santé mentale, la performance sportive, les neurosciences et les interactions homme-machine. Le portfolio est structuré autour de onze éléments thématiques regroupés en domaines pour certains, chacun illustrant une facette essentielle du travail de l'unité. Chaque section a été choisie pour refléter non seulement l'étendue des compétences et des expertises au sein de l'unité de recherche (UR), mais aussi pour souligner les applications concrètes des recherches menées dans des domaines variés tels que la santé, le sport, l'art, et pour témoigner de l'engagement de l'unité dans la recherche appliquée et dans la résolution de défis sociétaux majeurs, à travers une approche interdisciplinaire et innovante.

Cinq publications scientifiques sont mises en avant pour illustrer la rigueur académique et l'impact international de la recherche menée au sein de l'UR. Ces articles, couvrant des sujets aussi divers que l'estimation 3D de la posture de sujets humains, les émotions dans les interactions sociales, ou la rééducation post-AVC, témoignent de l'intégration de l'unité dans des communautés scientifiques de pointe où il est question de révéler les signatures et primitives motrices.

Les activités de l'UR avec d'autres secteurs et applications, comme l'art et la science, l'intelligence artificielle au service de la performance sportive, ainsi que les plateformes de recherche, sont présentées dans le portfolio pour démontrer l'approche innovante et les partenariats créatifs qui caractérisent l'UR. Ces projets

interdisciplinaires reflètent une approche holistique de la recherche au sein de l'UR, où les résultats scientifiques s'appliquent à des contextes variés.

L'UR est également profondément impliquée dans la transmission des connaissances à travers la formation académique et la dissémination des résultats de sa recherche. Ce portfolio met en lumière les initiatives de formation, ainsi que les actions de partage des résultats de recherche auprès d'une large communauté scientifique et du grand public (médiation scientifique). Les synergies de R&D entre les deux organismes tutelles de l'UR ont permis de consolider et développer des formations innovantes aux interfaces des technologies, du numérique, de la santé et du mouvement.

Enfin, ce portfolio présente les efforts continus de l'UR pour valoriser ses travaux par le biais de l'accompagnement de startups et ses innovations. Ces initiatives montrent l'impact concret de la recherche dans le domaine de la santé, du sport et du bien-être, et illustrent comment la recherche fondamentale peut se traduire en applications pratiques au bénéfice de la société.

Les onze éléments du portfolio de l'UR EuroMov Digital Health in Motion sont à lire au lien <https://hcères2025.dhm.euromov.eu>.



3- AUTOÉVALUATION DU BILAN

3- 1 Autoévaluation de l'unité

Domaine 1. Objectifs scientifiques, organisation et ressources de l'unité

Référence 1. L'unité s'est assignée des objectifs scientifiques pertinents et elle s'organise en conséquence.

Politique de l'Unité et organisation :

Issue de la fusion, à l'équilibre entre membres permanents de l'Université de Montpellier et de l'IMT Mines Alès, l'unité de recherche EuroMov DHM développe ses activités sur deux sites universitaires. Le programme scientifique de l'Unité (cf. 1 – 2) est un programme pluridisciplinaire par essence qui a souhaité progresser vers des travaux interdisciplinaires au sein de plusieurs écosystèmes institutionnels (cf. 1 – 3).

A travers son organigramme fonctionnel, l'UR s'est assignée les objectifs scientifiques majeurs suivants :

- Améliorer la santé, la qualité de vie des patients et la performance athlétique, en croisant les sciences du mouvement et les sciences du numérique.
- Étudier les mécanismes des interactions entre l'homme et son environnement, y compris les agents artificiels. Un axe transversal se concentrant sur les classifications taxonomiques du mouvement pour différentes applications en santé et sport a été proposé comme une action incitative forte.

La feuille de route de l'interdisciplinarité souhaitée lors du dépôt du précédent contrat présentait plusieurs jalons et reposait sur un calendrier évolutif au cours du contrat passant de projets disciplinaires à des projets pluridisciplinaires voire interdisciplinaires basés sur au moins 2 des 3 piliers de l'UR à partir de 2022. Pour se faire, l'Unité s'est dotée d'une gouvernance reposant sur les 3 piliers (voir ci-dessous et Figure 1) et a construit différents moments de rencontres « impactants » pour dresser des bilans annuels, favoriser la dynamique et la cohésion d'équipe (politique d'autant plus nécessaire que l'avènement de l'unité coïncide avec le début de la crise de la Covid début 2020) tout en discutant des obstacles et enjeux des étapes futures.

En complément des réunions scientifiques et Assemblées Générales (voir ci-dessous), le tableau 2 présente les moments clés des temps d'échanges forts associant l'ensemble des membres de l'Unité à l'élaboration de sa politique de recherche et de valorisation.

Tableau 2. Résumé des principaux événements organisés associant l'ensemble des membres de l'UR EuroMov DHM au service de ses objectifs scientifiques

Événements	Lieu	Date	Contenu - production	Annexe
Séminaire de la Créativité	Alès	Avril 2022	Frise de l'Interdisciplinarité Ateliers – Fresque de l'UR	1
Journée Scientifique le 10 novembre	Port Camargue	2022	Programme – Résultats scientifiques Thèses pluridisciplinaires promotion 1 de l'unité	2
Journées d'Etude les 30 et 31 mars	Le Hameau de l'Etoile	2023	Programme – bilan de l'UR à mi-parcours et ses remédiations/perspectives	3
10 ans EuroMov le 23 juin	Montpellier	2023	Ateliers Démonstrateurs de l'UR	4
Hackathon de l'Unité les 28-29 mars	Alès Hub	2024	Programme - Hackathon pluridisciplinaire « Cévennes What Health » de l'UR	5

Afin de favoriser les échanges scientifiques entre les membres de l'unité issus de plusieurs cultures (STAPS, Informatique, Rééducation), et faire émerger des projets pluridisciplinaires dans les périmètres scientifiques de l'Unité, un appel à projet interne a été initié en 2021 pour le financement de 4 à 5 gratifications de stage (5 mois) d'étudiants en Master 2 Recherche ou élèves en Projet de Fin d'études. Les différents projets soumis sont évalués (projet exploratoire, nouvelle collaboration, interdisciplinarité, impacts) au sein du dernier CoDU avant la pause estivale. Au cours de la période du contrat, 19 stages ont été financés via cet outil interne : 2021 (n=6), 2022 (n=5), 2023 (n=4), 2024 (n=4).

Au cours de la période, l'UR a initié des efforts de développement de collaborations internationales en répondant à des appels à projets Européens Horizon (3 financés sur 6 soumis) et en accueillant des chercheurs étrangers et doctorants sur des courts séjours (1 semaine à 3 mois). Le bilan de l'Unité (cf. Domaine 2) affiche des cosignatures à hauteur de 47 % avec au moins un partenaire étranger.

L'UR a répondu chaque année à des appels à projets nationaux (ANR AAPG et thématiques : Appel à projets générique, Appel à projet thématique spécifique en Intelligence Artificielle, ANR Programme Jeunes

Chercheuses et Jeunes Chercheurs (JCJC), Appel à projets de l'ERA-NET CHIST-ERA, etc.), 9 projets ont été financés pour 20 projets soumis. Comme référencé dans le Tableau « Données de caractérisation et de production » (onglet 4. Ressources) le financement de projets Européens impliquant des consortiums élargis (Sharespace et Enfield) a été obtenu.

En complément, et afin de renforcer la structuration souhaitée de l'interdisciplinarité, la politique scientifique de l'UR a été marquée par la recherche de financements de projets sur le volet RH pour les thèses co-encadrées en cotutelles et inter-ED (32 thèses soutenues, 34 en cours). L'UR a aussi en priorité développé des partenariats industriels via une activité de contrats de collaboration avec plusieurs entreprises et en répondant à des appels à projets locaux (exemple : Companies on Campus ; ReadyNov) et la mise en place de conventions industrielles de formation par la Recherche (CIFRE) (4 thèses soutenues, 8 thèses en cours).

L'UR a débuté son projet scientifique par anticipation en 2020, un an avant le début officiel pour le contrat 2021-2026. L'UR s'est dotée d'une gouvernance structurée en plusieurs entités afin de définir et déployer sa politique scientifique orientée vers des travaux pluridisciplinaires reposant sur les 3 piliers que sont les sciences du numérique, les sciences du mouvement et les sciences de la santé. L'organisation fonctionnelle (Annexe 6) et le pilotage de l'UR pour soutenir ses objectifs scientifiques et ambitions sont mis en œuvre selon les modalités suivantes :

Direction. L'UR est dirigée depuis janvier 2020 par Stéphane Perrey (Professeur à l'Université de Montpellier) et Jacky Montmain (Professeur à IMT Mines Alès)

Bureau ou Comité de pilotage (COPIL). La direction est assistée par 3 responsables scientifiques séniors de thèmes (Denis Mottet, thème LAC ; Benoît Bardy, thème PIAS) et axes (Gérard Dray, Axe Factory). Le COPIL se réunit au moins une fois par trimestre ou selon les besoins. Ces réunions en amont des CoDU permettent le suivi des activités de l'UR, le pilotage de la mise en œuvre du programme d'actions et des objectifs prioritaires de l'UR, ainsi que des discussions stratégiques plus prospectives.

Le Conseil d'Unité (CoDU). Ce conseil institué depuis la genèse de l'Unité est présidé par le Directeur de l'Unité et se réunit une fois par mois. Il est composé de 19 membres, dont 15 membres de droit (les 3 responsables de thème et de l'Axe SemTaxM, 1 responsable de l'Axe Factory, la Direction, 2 membres nommés pour le collège BIATS et Appui à la Recherche, 2 membres élus pour les représentants Jeunes chercheurs (Doctorants, Post Doctorants). Le CoDU constitue l'instance essentielle de discussion et d'approbation des décisions relatives à la stratégie scientifique (e.g., définition des orientations scientifiques, priorisation des allocations et des projets scientifiques), et à la politique de développement de l'UR (e.g., politique des emplois, définition des priorités stratégiques, évaluations périodiques de la mise en œuvre du Programme d'actions). Un ordre du jour est systématiquement adressé à l'ensemble des membres du CoDU, et un compte rendu détaillé est communiqué à l'ensemble des membres de l'Unité.

Le CoDU s'est réuni 50 fois en janvier 2025 depuis sa création en 2019, soit 38 fois au cours de la période évaluée.

En plus des conseils officiels, deux commissions ont été mises en place pour assurer la fluidité de l'organisation quotidienne de l'unité et constituent la colonne vertébrale de l'organisation structurelle des activités de l'Unité.

- La commission Ingénierie et Informatique (C2I, responsables S. Pla et P. Jean) se réunit pour discuter de la gestion des ordinateurs, du stockage des données, des sauvegardes et des services informatiques, dans le but principal de coordonner et d'élaborer une stratégie pour le passé, le présent et l'avenir des ordinateurs et des logiciels d'EuroMov DHM, un objectif crucial pour planifier et adopter de bonnes pratiques. La C2I fournit également une assistance aux chercheurs seniors et juniors en ce qui concerne les décisions relatives au réseau, l'allocation des serveurs et des ordinateurs, les conflits entre les logiciels et les appareils.
- La Commission d'examen institutionnel - IRB (Internal Review Board, responsable D. Mottet). Toute activité de recherche impliquant des participants humains, menée par un membre du personnel d'EuroMov DHM, doit être évaluée et approuvée sur le plan éthique avant le début de la recherche. L'IRB est chargé de ce processus. Il est composé de 5 personnes et procède à une analyse des risques et des avantages afin de déterminer si la recherche est éthiquement acceptable ou non. Un consentement éclairé signé est obligatoire pour obtenir l'approbation de l'IRB. Le consentement souligne que les participants 1) sont libres à tout moment d'arrêter sans avoir à se justifier, 2) ont lu et compris la lettre d'information, 3) acceptent les contraintes énumérées dans la lettre d'information. Toutes les données et informations concernant les participants restent strictement confidentielles. Leur consultation n'est autorisée qu'aux personnes désignées par le chercheur et éventuellement à un représentant des autorités. Certaines données personnelles, une fois anonymisées, peuvent faire l'objet d'un traitement informatique. Les données anonymisées sont stockées sur les serveurs sécurisés d'EuroMov, avec accès au tunnel SSL / TLS https pour les utilisateurs autorisés. Les informations personnelles sont archivées sur papier (consentements éclairés et autres informations écrites) et stockées dans un placard fermé à clé, dans un bâtiment dont l'accès est contrôlé

par un badge. L'IRB a pris fin en 2022 suite à la création du Comité d'Éthique de la Recherche de l'Université de Montpellier (CERUM, cf. section Éthique).

Assemblée Générale. Les assemblées générales d'EuroMov DHM sont organisées une à deux fois par an, impliquent tous les membres, y compris les étudiants en master et en doctorat, et font le point pour tout le monde sur la situation de l'unité, sous tous ses aspects (production scientifique et progrès significatifs, ressources, technologie, etc.). La Direction, les responsables de thèmes, les représentants Doctorants et BIATS, les porteurs de projets et des invités (exemple : Incubateur) animent l'assemblée générale. L'assemblée générale d'automne implique un vote formel de tous les membres sur la politique générale. La première assemblée générale d'EuroMov DHM du contrat 2020-2024 s'est tenue en novembre 2020 (visioconférence) ; l'AG plénière a été organisée à 6 reprises depuis (2 en 2021, 1 en 2023, 1 en 2024). Les comptes rendus des assemblées générales sont transmis aux membres de l'Unité.

Animation scientifique. L'animation scientifique de l'UR se situe à plusieurs niveaux d'échelle. Elle est coordonnée pour partie par les responsables scientifiques des trois thèmes de recherche (LAC, MIB et PIAS) et de l'Axe SemTaxM. L'animation scientifique de l'UR se décline en plusieurs rencontres sous les formats suivants :

- Des séminaires scientifiques pléniers (visioconférence bi-site) organisés selon un calendrier prédéfini et validé en début d'année au sein du CoDU (9 à 10 séminaires pléniers par an, en alternance sur les deux sites). Les séminaires permettent de présenter à l'ensemble des membres de l'UR les recherches en cours au sein de l'Unité ou permettent de découvrir des travaux scientifiques de collègues au plan national ou international dans les champs scientifiques de l'Unité. Ces séminaires sont ordinairement ouverts à l'ensemble des étudiants ou élèves en stage « recherche » au sein du laboratoire. Les séminaires sont annoncés par différents canaux (liste de diffusion du RISC, courrier électronique interne, site web d'EuroMov DHM : <https://dhm.euromov.eu/conferences/>).
- Des réunions mensuelles par thème (en partie en visioconférence). Ces réunions sont destinées aux doctorants, post-doctorants et enseignants-chercheurs, et sont organisées par les trois thèmes et l'Axe SemTaxM. L'objectif est d'évoquer les budgets (fonctionnement, investissement, stage) alloués à chaque thème, d'échanger autour des points d'actualité et de présenter des protocoles, des résultats ou des projets de recherche à un stade plus ou moins avancé de maturation.
- Le Journal Club est un autre événement bimensuel, organisé par un post-doctorant et/ou un doctorant (actuellement R. Dadier et M. Leguennec). Les membres d'EuroMov DHM (étudiants) ont carte blanche pour présenter des publications récentes. Le Journal Club a été interrompu entre 2022 et 2023 au cours de la période.

Les doctorants de l'Unité sont largement impliqués dans la vie, le fonctionnement et l'animation scientifique de l'Unité. Ils sont représentés au CoDU, ils participent à l'ensemble des séminaires et réunions des membres titulaires du laboratoire (en étant associés aux réflexions scientifiques et à certaines réflexions stratégiques, et y présentant périodiquement leurs travaux). Ils se réunissent régulièrement (bimensuel) en y invitant les étudiants de Master et les post-doctorants pour plusieurs objectifs : échanges sur la recherche, partage d'informations, préparation aux soutenances, congrès, retours d'expérience, etc. Les primo doctorants (une dizaine) organisent chaque année une soirée conviviale « Raclette » en Novembre. Les doctorants participent à la diffusion de la culture scientifique et technique (exemple : Femmes et mentorat). Ils participent activement à l'ensemble des opérations de communication « grand public » de l'UR (Fête de la Science, Journées Portes Ouvertes, etc.), dans lesquelles ils assument les principales responsabilités d'animation, ou à des actions de diffusion ouvertes au grand public.

Politique des tutelles et organisation (science ouverte et intégrité scientifique) :

Dans le cadre de sa politique en faveur de la Science Ouverte et de l'intégrité scientifique, l'UM et l'IMT ont ouvert, en 2017, un portail HAL où chaque unité peut gérer sa propre collection afin de valoriser sa production scientifique. Depuis 2020, l'UR EuroMov DHM dispose d'une collection dans HAL (<https://hal.umontpellier.fr/EUROMOV-DHM>), d'un référent HAL (S. Perrey), et d'un correspondant données (D. Mottet). Depuis 2019, IMT Mines Ales a mis en place une « équipe biblio » multidisciplinaire pour un meilleur accompagnement. Dans chaque entité de recherche rattachée à l'IMT, travaille un enseignant-chercheur correspondant pour les questions liées aux publications et à la Science Ouverte (C. Urtado remplit ce rôle pour EuroMov DHM). De la même façon, depuis 2022, un accompagnement spécifique est mis en place sur les données de la recherche. Un correspondant par entité de recherche est identifié : G. Dray accomplit cette mission pour EuroMov DHM.

L'Unité sensibilise ses membres et met en œuvre les principes de la charte Science Ouverte de ses tutelles
 IMT : <https://www.imt.fr/la-charte-science-ouverte-de-l-institut-mines-telecom/>
 UM : <https://scienceouverte.edu.umontpellier.fr>.

Référence 2. L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.

Profils d'activités d'EuroMov DHM

Le profil d'activités de l'UR est précisé dans le Tableau 3. Ce profil a été produit pour part sur la base du portfolio et du bilan du domaine 2. Il souligne ce qui est attendu pour une UR, à savoir un profil d'activités dominant dans la recherche académique et la formation à et par la recherche. Pour autant, il est à indiquer l'implication importante d'une partie non négligeable des membres de l'UR dans des responsabilités administratives transversales et de gestion des composantes de formation, de pilotage dans des parcours de formation, au sein de l'École Doctorale ou encore dans les missions statutaires de développement économique des enseignants-chercheurs de l'IMT (Ministère chargé de l'économie, de l'industrie et du numérique). En outre le profil d'activités de l'UR affiche une démarche volontariste sur le développement d'activités de diffusion du savoir, de la culture scientifique et technique, tout comme des activités fortes en termes de valorisation avec des relations partenariales constantes.

Tableau 3. Profil (carte) d'activités de l'UR EuroMov Digital Health in Motion

	Production de connaissances	Construction de partenariats	Mise à disposition connaissances et ressources
Le monde académique			
Les acteurs socio-économiques			
Les pouvoirs publics			
Les étudiants			
Les citoyens			

Ressources financières

L'Unité a bénéficié de la part de ses deux tutelles de dotations récurrentes à l'équilibre sur la période considérée (cf. Onglet 4 Ressources). Le budget commun de l'UR est destiné à faire vivre l'UR dans son ensemble et à animer la politique scientifique globale (séminaires, vie de l'UR, communication, projets communs de l'UR, renouvellement transverse...) : ce budget est alimenté par IMT Mines Alès et l'UM (selon des parts équilibrées et au prorata des ETP recherche) et est géré par la direction de l'UR et des responsables de thèmes pour les crédits recherche spécifiques sans distinction des personnels auxquels il bénéficie. Au plan des procédures financières, l'UR étant dépourvue de personnalité morale et de structure financière propre, ce budget est la somme de deux lignes budgétaires : une ligne sur le budget IMT Mines Alès et une ligne sur le budget de l'UM.

Le vote du budget au CoDU a lieu en février tout comme sa répartition à destination des travaux de recherche par thèmes (42% budget total) et pour des actions plus transversales de supports et d'appui à la recherche (38% budget total : stages, ingénierie et informatique). Un budget dédié de 15-17k€ (15% budget total) environ pour des gratifications de stages exploratoires, pluridisciplinaires et co-encadrés est consacré pour favoriser l'émergence de thématiques novatrices, et pour soutenir des activités collectives de recherche. Les crédits de dotation recherche sont en support pour le financement des coûts de fonctionnement des travaux des jeunes chercheurs et des membres permanents ne bénéficiant pas de crédits par ailleurs. Ces crédits (investissement et fonctionnement) de dotation recherche sont gérés en propre par les responsables des thèmes.

Projets de Recherche financés 2020-2024

Ci-dessous sont extraits (cf. Onglet 4. Ressources du « Tableau Données Caractérisation Production ») les principaux financements obtenus suite à des appels à projets sélectifs internationaux, nationaux et locaux.

Projets européens

1. EnTimeMent - ENtrainment & synchronization at multiple TIME scales in the MENTal foundations of expressive gesture - B. Bardy EU Horizon 2020 FET PROACTIVE project (2019-2022) : **572 k€ (UM)**
2. SHARESPACE - eXtended Reality Technologies - B. Bardy EU Horizon-CL4-2022-HUMAN-01-14 (2023-2025) : **560 k€ (UM) et 25,4 k€ (IMT)**
3. Horizon Europe Enfield (European AI Lighthouse) - piliers IA adaptative (A. Tchetchmedjiev) et centrée sur l'humain (S. Harispe) – (2023-2026) : **103,1 k€ (IMT)**

Projets ANR

1. THIA 2021 AXIAUM - Intelligence artificielle en Santé et Environnement- J.Montmain & S. Perrey - Cofinancement UM/ED i2S et ANR - contrat doctoral de Zaineb Ajra : **92 k€**
2. JCJC 2023 MODPULS - Modélisation de données temporelles, rythmiques et de synchronisations sociales par réseaux de neurones impulsifs - P. Guyot : **219,1 k€**
4. AAPG 2023 ENHANCER - Embodied conversational agent for social therapy in schizophrenia - L. Marin : **163 k€**
5. AAPG 2024 BeeBehaviour Analyse et modélisation multicapteurs du comportement d'un superorganisme - S. Janaqi, B. Magnier : **176,8 k€**
6. AAPG 2024 SYNCOGEST - Synchronisation de la parole et des gestes - L. Marin : **212 k€**
7. TSIA 2024 Adaptive MLOps (Adaptive Machine Learning Operations) - C. Urtado, S. Vauttier : **315,6 k€**

Programme I-SITE

1. Companies on / & Campus : 1 PHARE (A. Varray) ; 1 BEATMOVE (B. Bardy) : **2 * 50 k€**
2. Stage Master Interdisciplinaire Pôle Biologie Santé : 1 A. Imoussatem ; 1 L. Molle : **2 * 5 k€**
3. Projet exploratoire : 1 K. Bakhti, I. Laffont ; 1 G. Dusfour (appui CARTIGEN Mobility) : **2 * 15 k€**

Programme ExPOSUM

2024 BLOODPOL : F. Favier : **45 k€**

CARNOT

2023 OPERGO – Optimisation de l'ergonomie du poste de travail par approche multimodale pour la réduction des TMS : O. Ben Amar, P Slangen : **160,8 k€**

Modalité d'accueil et d'intégration du personnel

Les modalités d'accueil et d'intégration du personnel au sein de l'UR sont les suivantes :

- Pour les chercheurs en formation (de niveaux doctorat et post-doctorat), les personnels recherche et d'appui à la recherche, l'UR met à disposition bureaux (partagés ou non selon les responsabilités) et postes informatiques avec un accès aux différences ressources de l'Unité et des institutions.
- A l'Université de Montpellier, une liste du personnel de l'Unité est mise à jour régulièrement dans le système d'information RH de l'UM (SIHAM), et tout particulièrement pour la mise à jour des membres non-salariés (personnels hébergés dit communément chercheurs « associés »). Cette mise à jour permet à l'ensemble des membres de l'unité de disposer d'un accès aux services de l'UM (ENT, intranet, accès à l'outil Open4Research, carte multiservices...) et aux directions de l'UM de connaître la composition des unités, éléments indispensables pour de nombreuses actions (contractualisation, appels à projets, lettres d'information...). Ce dispositif permet aux collègues de l'IMT Mines Alès, aux collègues PH notamment de bénéficier des ressources UM et d'être intégrés au sein de l'Unité dans des conditions favorables. Enfin, une procédure d'accueil et de gestion des personnels de recherche extérieurs à l'établissement sur le site de Crouppillac d'IMT Mines Ales a été instruite par la Direction de la recherche de l'école.
- Pour l'accueil de nouveaux membres (permanent d'un autre organisme / structure ou non permanent) une procédure a été mise à place au cours de la période du contrat : selon le contexte il s'agira de chercheur hébergé, de convention d'accueil, etc. Au cours de la période 2020-2024, 7 demandes ont été évaluées et validées en CoDU, puis référencées (SIHAM).
- Une attention toute particulière avec un suivi interne est réalisé pour l'accueil de nombreux stagiaires (Collège, Lycée, Écoles, IUT, Universités, ...) qui bénéficient systématiquement d'un accès et d'une visite des infrastructures par les responsables des jeunes chercheurs Doctorants qui siègent au CoDU. Sous convention et sous la direction d'un maître / tuteur de stage, les stagiaires bénéficient d'un bureau ouvert partagé lors de leurs séjours.
- La Politique de recrutement des doctorants est discutée et débattue régulièrement aux CoDUs selon les appels à projets récurrents à certaines périodes pour financements de thèse (Région, Universités, CHU, IMT, Outils PIA IDIL-EXPosUM, CIFRE, ...). Plusieurs parcours de formation de Master constituent un vivier de Doctorants potentiels : par exemple, le Master 2 parcours Sciences Technologies Mouvement (UFR STAPS), le Master 2 Sciences Numériques pour la Santé (Faculté de Sciences), le Master 2 Réhabilitation (Faculté de Médecine), et les étudiants des départements Informatique et intelligence Artificielle ou Performances industrielles et transitions numériques de l'IMT. Les représentants Doctorants avec l'aide ou non de la Direction informent lors des réunions ciblées en hiver et au printemps des dispositifs de financement de thèse, des modalités d'accès au doctorat, etc. L'Unité informe et recrute (mailing, site web) des étudiants en Licence 3 et en Master 1 à l'UFR STAPS notamment, pour le recrutement de participants volontaires à différentes études et pour des stages Recherche avec/sans gratification. Chaque année, en janvier, les étudiants du département Informatique et Intelligence Artificielle d'IMT Mines Ales viennent visiter les

plateformes du site Montpelliérain de l'unité. Les activités de EuroMov DHM sont présentées chaque année aux étudiants d'IMT Mines Ales des départements Informatique et intelligence Artificielle ou Performances industrielles et transitions numériques en mars. Des exercices pédagogiques comme le monitorat recherche proposé dès la 1^e année d'intégration à IMT Mines Ales ($\frac{1}{2}$ journée/semaine et possibilité de faire son stage de 1^e année dans le laboratoire) ou les missions R&D de 2^e année (175h réparties sur 5 semaines) constituent également un point d'entrée pour les élèves sur les travaux de l'UR. Ces différentes actions permettent de faire découvrir au plus grand nombre d'étudiants les activités de Recherche de l'unité.

Accompagnement pour les personnels d'appui à la recherche

L'UR accompagne les personnels d'appui à la recherche en appliquant en premier lieu les procédures et formations mises en place par les tutelles référentes à destination des personnels. Par la suite, l'UR implique les personnels d'appui à la recherche au sein de ses activités de Recherche (développement, expérimentation, organisation d'événements, valorisation).

- Concernant la formation, les personnels d'appui à la recherche de l'UR sont encouragés à suivre des formations en lien avec la Science Ouverte et l'intégrité scientifique proposées par l'UM et l'IMT : l'identité numérique du chercheur, la gestion des données de la recherche (création d'un IdHAL et d'un CV-HAL, mise en qualité de la collection HAL de l'unité, rédaction d'un Plan de Gestion de Données, le Cahier de Laboratoire électronique, utilisation de DMP-OPIDoR, accompagnement au dépôt de jeux de données de la recherche dans Recherche Data Gouv, etc.), et le signalement et dépôt des publications dans HAL.
- L'UR accompagne les personnels d'appui à la recherche en mettant l'accent sur leur intégration et leur montée en compétences. Cet accompagnement se matérialise par un processus d'onboarding structuré, favorisant une intégration fluide au sein de l'unité. Un agent de l'UR est correspondant données de la recherche UM, un autre agent coordonne et gère les plateaux techniques de l'UR au bâtiment EuroMov. L'UR veille également à répondre aux besoins de formation spécifiques, en proposant des actions adaptées pour soutenir le développement professionnel continu. Un pôle institutionnel dédié à l'accompagnement et au soutien du personnel est à leur disposition, offrant des ressources et une écoute attentive.
- Enfin, des entretiens professionnels annuels sont organisés pour évaluer les parcours, identifier les besoins et encourager l'épanouissement professionnel des personnels d'appui à la recherche.

Référence 3. L'unité dispose de locaux, d'équipements et de compétences techniques adaptés à sa politique scientifique et à ses objets de recherche.

- L'UR gère plusieurs plateformes avec de nombreux équipements de pointe sur différents lieux dont certaines en lien avec les partenaires en santé (cf. section 1 – 2 Présentation de l'Unité et éléments du Portfolio). Les membres de l'Unité sont responsables des plateaux technologiques qui suivent sur les 2 sites référents de l'Unité. Ils sont les responsables techniques qualifiés dans la gestion de ces plateformes. Les offres proposées par ces plateformes sont la recherche partenariale, la formation, l'expertise scientifique et des études de faisabilité avec tests de prototypes et réalisation de preuves de concept. Ces structures sont des appuis importants à l'accompagnement et au développement des entreprises. Les domaines d'application exclusivement chez l'homme sont : la santé, l'industrie, le sport, les arts.

Sur le site de Montpellier, au bâtiment [EuroMov](#), la plateforme iMose et les autres salles (Physiologie, Isocinétique et Analyse du Mouvement) sont gérées par Simon Pla (IGR). L'ensemble fait l'objet d'une tarification pour des activités commerciales de la Recherche validée au CA de l'Université de Montpellier ; la tarification prenant en compte les coûts d'achat et l'amortissement. Ces recettes permettent de réaliser des achats de fournitures, consommables, de pérenniser des contrats de maintenance de dispositifs (Vicon, Ergomètre Isocinétique, iMose...).

Un comité de Pilotage dirigé par la Prof. Isabelle Lafont puis le Dr. Marc Julia coordonne les actions et projets sur la plateforme [Cartigen Mobilité](#) du CHU de Montpellier spécialisé dans la réadaptation du mouvement et dans l'imagerie des tissus musculosquelettiques, qui a pour objectif de participer à des protocoles de recherche (clinique et fondamentale) ainsi qu'à l'évaluation de dispositifs médicaux/paramédicaux, sportifs ou encore d'objets connectés de partenaires industriels. Les équipements disponibles sont notamment un système d'analyse du mouvement immersif, une combinaison Xsens MVN Awinda, un dynamomètre Con-Trex isocinétique et un IRM dynamique permettant de visualiser le système musculosquelettique en mouvement et en charge.

Sur le site d'Alès, Pierre Slangen (PR) puis Isabelle Marc (MCF) sont les responsables de la plateforme AIHM. [La plateforme AIHM](#) regroupe les moyens et les compétences du centre dans les domaines de l'image et du son (de l'acquisition au traitement et à l'analyse jusqu'à la perception auditive et visuelle) et dans l'étude du comportement humain, par la capture du mouvement (corps et regard) et le suivi de paramètres physiologiques (activité cérébrale par NIRS et EEG, EMG et ECG). Elle permet l'analyse des interactions entre l'homme et son environnement, en laboratoire ou en milieu naturel. Des groupes de travail ont été initiés par la direction de la recherche pour redéfinir le modèle économique de l'ensemble des plateformes de l'école. AIHM a obtenu des financements région, Carnot et RéCLasSIF (Réseau de Campus Labélisés - Solutions pour

l'Industrie du Futur) sur la période d'évaluation, l'objectif à moyen terme est d'intégrer un coût plateforme dans le montage des projets.

- Au niveau de la gestion des données, l'université de Montpellier possède un [Institut de Science des Données](#) qui propose aux chercheurs une offre de calcul intensif et de stockage des données (ISDM Meso). L'ISDM propose également une aide pour toutes les problématiques liées aux données (Clinique de la Données) en termes de gestion et/ou d'exploitation des données, d'Intelligence Artificielle, et d'utilisation de ressources de calcul.
- En termes de serveurs de calculs et de sauvegarde, l'UR a mis en place en propre une procédure de mutualisation sur ses deux sites. Sur Alès, des serveurs de calcul équipés de cartes GPU Nvidia T4 sont accessibles selon un planning de partage, permettant aux groupes d'étudiants, aux chercheurs et aux doctorants de bénéficier de ressources adaptées à leurs besoins spécifiques. Ces serveurs sont complétés par une baie de stockage partagée. Sur Montpellier, un serveur de sauvegarde pour les postes de travail et les données des expérimentations a été mis en place. Deux ordinateurs ont été acquis en 2022 avec carte GPU à 8Gb de vRAM et Processeur 4Ghz pouvant réaliser des calculs plus avancés que les postes utilisateurs.
- Concernant les ressources documentaires mises à disposition des personnels de l'unité, elles sont proposées par les deux tutelles via des catalogues de ressources scientifiques et documentaires, consultables sur place ou à distance (ENT). Ces ressources sont mises à disposition des personnels scientifique par le Centre de Documentation IMT ou les réseaux des Bibliothèques Universitaires de l'UM. Un accompagnement est proposé pour les ressources qui ne font pas partie de ces abonnements (ressource en accès ouvert, Prêt Entre Bibliothèques, achat). Citons en tant que Ressources numériques partagés entre les deux tutelles et très accessibles pour les personnels de l'Unité les bases de données scientifiques/documentaires et bouquets de revues comme Cairn, EDPSciences, ScienceDirect, SpringerLink, EBSCO, Web of Science, SPORTDiscuss, SciELO, Wiley, Compilatio, etc.

Référence 4. Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Gestion des ressources humaines

L'UR en référence aux plans égalité homme-femme de ses deux tutelles sensibilise les enseignants-chercheurs des comités de sélection et des concours ou commission pour recruter des doctorants, postdoctorants, ATER ou Maître de Conférence Associé aux biais implicites de genre. L'UR informe ses membres titulaires et assure qu'aucun critère ne pourrait être disqualifiant à raison du sexe en particulier, que les mêmes types de questions soient posés à chaque candidat et candidate ; elle veille à ce que les modalités d'évaluation des dossiers soient identiques pour toutes les candidatures. Elle attire l'attention des collègues lors de réunions collégiales si certains biais implicites dans l'appréciation des dossiers et des prestations orales risquent de désavantager une candidature. Pour tout processus de sélection, la décision repose que sur l'appréciation de la qualité scientifique des candidatures.

Pendant la période, des demandes de congés pour recherches ou conversions thématiques (CRCT) ont été motivées pour 2 femmes et 1 homme ; concernant les demandes de mobilité internationale (> 3mois), deux ont été réalisées : une pour une doctorante et une pour un enseignant-chercheur titulaire.

Au sein de l'UR, 23% des enseignants-chercheurs sont des femmes. Chez les femmes, 44% sont PU. Chez les hommes, 35% sont PU.

Conditions de travail des personnels

[L'Université de Montpellier](#) propose une série d'actions dans le cadre de la lutte contre les discriminations et les violences sexuelles et sexistes et dans le cadre du plan égalité femmes / hommes. En interne, l'Unité informe les usagers en relayant les informations via des courriels et en affichant des supports dédiés dans le bâtiment EuroMov. Un Guide spécifique afin d'accompagner au mieux les victimes de violences sexistes et sexuelles est aussi mis à disposition à l'accueil du bâtiment. L'Université de Montpellier a obtenu récemment une double labellisation « Egalité et Diversité » et a été reconnue au travers du classement THE Impact où l'UM occupe la 1ère place des établissements français et se classe à la 67ème place mondiale en termes de réduction des inégalités – et avec l'obtention du label européen HRS4R (Stratégie européenne de ressources humaines pour les chercheurs). De nombreux événements sont organisés chaque année, par l'Université de Montpellier, contre toute les formes de discrimination tels que "Donner des Elles à l'UM", des journées de sensibilisation contre les violences faites aux femmes et les LGBTphobies, ainsi que des actions de lutte contre le racisme et l'antisémitisme. Toutes ces actions s'inscrivent dans différents documents stratégiques de l'établissement tels que le plan égalité femmes-hommes, le schéma directeur du handicap ou encore le plan de qualité de vie au travail. Julie Boiché, membre de l'Unité est la vice-présidente chargée de la Responsabilité Sociale.

IMT Mines Alès s'engage fermement dans la lutte contre les discriminations et les violences sexistes et sexuelles, en mettant en place des actions concrètes pour garantir un environnement respectueux et inclusif pour tous.

La communauté de l'école est sensibilisée aux enjeux d'égalité entre les sexes, en encourageant le respect mutuel et en veillant à ce que chaque individu puisse évoluer dans un cadre exempt de toute forme de violence ou de discrimination. Grâce à des formations, des ateliers et des protocoles clairs, IMT Mines Alès œuvre à la prévention, à la prise en charge et à l'accompagnement des victimes, tout en promouvant une culture de la bienveillance et de l'égalité. Dans ce cadre, l'IMT a établi un plan pluriannuel d'actions (dispositif HVSSD - Harcèlement, Violences Sexistes et Sexuelles, Discriminations) afin de structurer les initiatives et assurer une démarche pérenne et efficace. L'IMT a signé la charte Cpas1Option en octobre 2023 et travail en 2025 à l'obtention du label européen HRS4R (Stratégie européenne de ressources humaines pour les chercheurs). En parallèle, une charte d'engagement Respect-Egalité est en cours de rédaction au niveau national en vue d'une signature de l'ensemble des directeurs(rices) des entités de l'IMT.

En matière de RH, l'IMT Mines Ales a sa propre politique de recrutement, cohérente avec celle de l'IMT. Elle organise (par délégation du ministère) les recrutements des fonctionnaires et elle organise (par délégation de l'IMT) le recrutement des contractuels publics IMT (CDD ou CD, y compris les doctorants, les post-doctorants et les stagiaires). Concernant plus particulièrement les doctorants, un double suivi est mis en place : scolarité et RH, en coordination entre la direction de la recherche et le service de gestion des RH de l'école. L'école dispose d'un plan de formation volontariste (chaque année, plus de 90% des personnels permanents suivent au moins une formation). L'école gère également l'évaluation (entretiens individuels programmés sur février et mars) et les promotions des personnels (pour les fonctionnaires, elle fait des propositions au ministère). L'école encourage la mobilité des personnels, en son sein ou plus largement au sein de l'IMT. Les enseignants-chercheurs ont la possibilité d'occuper des responsabilités fonctionnelles pour des mandats de 5 ans (ex : chef de département d'enseignement, chef d'équipe de recherche, directeur adjoint de l'action internationale, responsable des transformations pédagogiques...). Conformément à la norme ISO-9001, chaque agent dispose d'une fiche de poste à jour. Le règlement intérieur d'IMT Mines Alès fait l'objet d'évolution pour prendre en compte l'engagement de l'école et l'établissement participe activement, depuis plusieurs années, aux groupes de travail nationaux et aux déploiements du plan de lutte contre le harcèlement, les violences sexistes et sexuelles et les discriminations. L'école souhaite également s'engager dans l'accompagnement des étudiants et personnels avec des besoins spécifiques en s'inscrivant en septembre 2025 à la charte Atypie-Friendly qui est un engagement pour favoriser l'inclusion des personnes avec des Troubles du Neuro-Développement dans les établissements d'enseignement supérieur et les milieux professionnels.

Patrimoine scientifique et système informatique

L'UR via l'Axe Factory et la C2I s'appuie sur trois axes principaux pour son infrastructure informatique :

- L'acquisition d'ordinateurs individuels dédiés aux chercheurs et aux doctorants pour le prétraitement des données et l'exécution des premiers calculs expérimentaux.
- La mutualisation des serveurs de calcul équipés de cartes GPU Nvidia T4 (16 Go de vRAM), accessibles selon un planning de partage, permettant aux groupes d'étudiants, aux chercheurs et aux doctorants de bénéficier de ressources adaptées à leurs besoins spécifiques. Un serveur est également dédié aux outils d'ingénierie des systèmes, bien que certains chercheurs de ce domaine utilisent aussi les GPU mutualisés. Ces serveurs sont complétés par une baie de stockage partagée.
- Le recours ponctuel à des ressources externes, telles que des supercalculateurs ou des serveurs dédiés, notamment via la location de machines chez un hébergeur professionnel pour des démonstrations ou des calculs spécifiques.

Cette infrastructure hybride offre une flexibilité essentielle pour l'enseignement et la recherche en intelligence artificielle. Elle permet d'affecter les ressources en fonction des besoins pédagogiques, de regrouper plusieurs GPU pour des calculs intensifs et d'externaliser les traitements les plus lourds lorsque cela s'avère nécessaire. Avec l'augmentation du nombre de chercheurs et de doctorants exploitant l'IA ou développant des outils basés sur l'IA, il a été impératif de renouveler les serveurs en fin de cycle de vie. De plus, pour rester compétitif dans le domaine, le remplacement des GPU T4 par des modèles plus performants dotés de davantage de mémoire vidéo est indispensable. L'acquisition ou la location de serveurs équipés de cartes GPU H100 (80 Go de vRAM) ou, à défaut, de cartes A6000 (48 Go de vRAM) constitue une piste stratégique pour garantir la capacité de calcul nécessaire aux travaux de recherche et à l'exécution des modèles open source les plus avancés.

Empreinte environnementale

En mai 2022, sous l'impulsion de trois doctorants (Pauline, Germain et Louis) un groupe "écologie et recherche" dénommé très rapidement le Club des Chercheurs Verts (CCV) a été créé au sein du laboratoire EuroMov DHM. Ce groupe a pour

vocation de quantifier l'empreinte carbone de la recherche, de proposer des remédiations pour la réduire, de sensibiliser les scientifiques aux enjeux climatiques, et de mettre en œuvre des moyens pour faire collaborer les équipes autour de futurs projets en lien avec l'écologie.

L'unité de recherche a accompagné très rapidement les actions du CCV pour des formations au séminaire Labos 1.5. A l'issue de ce séminaire, le CCV a établi avec la Direction de l'Unité un plan détaillé concernant la quantification de l'empreinte de la recherche au sein d'EuroMov DHM, les actions à mettre en place pour la réduire.

Pour atteindre ces objectifs, le processus **Labo 1.5** a été présenté puis discuté en COPIL, CoDU et AG en 2022. Les étapes concrètes ont été réalisées de janvier à juin 2023 : i) élaboration des questions pour le premier sondage, vote, extraction de mesures avec score d'adhésion ii) définition, vote et iii) mise en place [des scénarios de transition écologiques](#).

Le scénario 2 (Figure 3) pour réduire l'empreinte carbone a été mis en place en 2024 suite aux bilans d'émissions de gaz à effet de serre des années [2023](#) et [2024](#) calculés (cf. Figure 4).

Les actions du CCV avec la direction de l'UR sont récurrentes d'année en année via le renouvellement de Doctorants de l'Unité.

Le CCV a accompli les projets suivants :

- (i) calcul et réduction de l'empreinte carbone du laboratoire,
- (ii) obtention d'un appel à projet de l'UM AAP-PEI pour réaliser une rentrée climat pour les étudiants de l'UFR STAPS de Montpellier,
- (iii) réalisation d'une journée de sensibilisation et de formation aux enjeux environnementaux et à la transition écologique des personnels et des enseignants-recherches de l'UFR STAPS.



Figure 3. Scénario voté pour réduction de l'empreinte carbone

D'un point de vue institutionnel, l'UM a mis en place un [schéma directeur de la transition écologique](#) voté en novembre 2023. En juin 2024, la nomination des correspondants transition écologique des structures a été effectuée. Pour l'UR, François Favier est le Correspondant de la Transition Écologique UM.

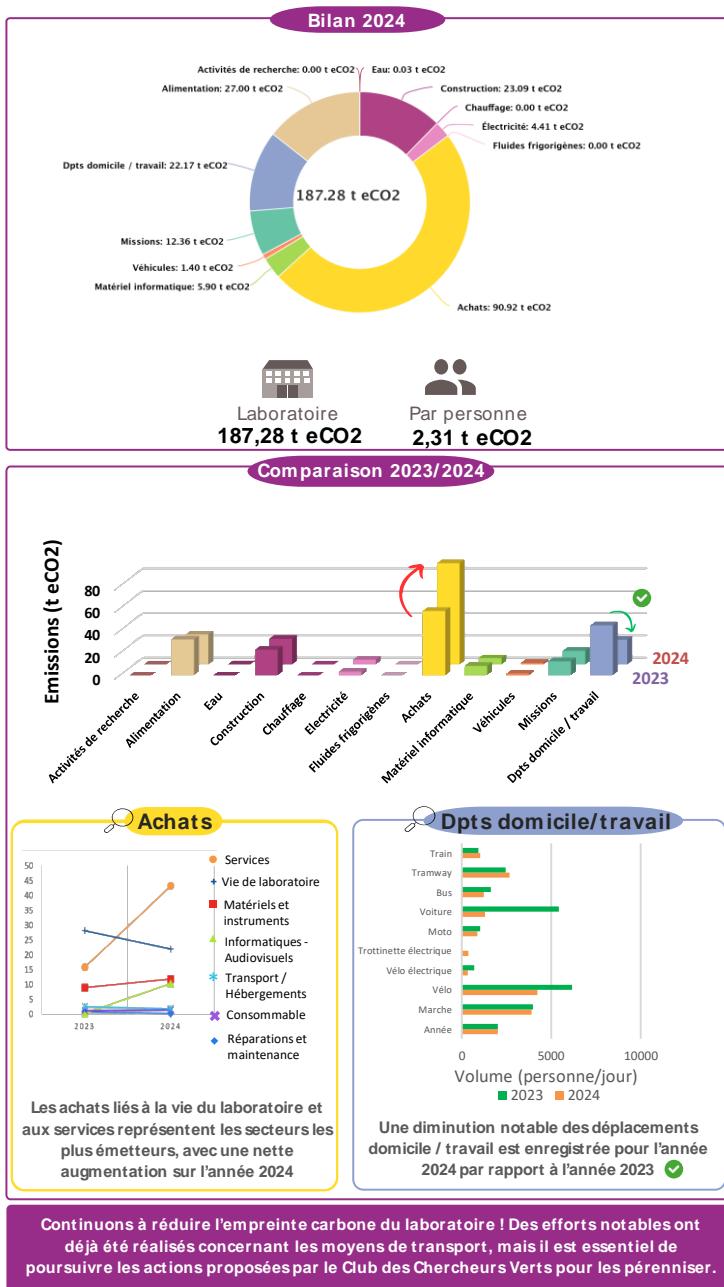
A l'IMT Mines Alès, la "Fresque du climat" est organisée chaque année pour l'ensemble des étudiants et les sensibilise au bilan carbone et à l'impact de nos activités humaines sur le dérèglement climatique. La "Fresque du numérique" a elle pour objectif de sensibiliser à l'impact écologique de nos pratiques numériques, usages mais aussi à la conception de nos différents outils (smartphones, tablettes, ordinateurs). La diminution des

Bilan Gaz à Effet de Serre / Laboratoire Euromov DHM

BGES 2024

Bilan & Comparaison 2023 vs. 2024

Avec l'aide de la direction et de l'administration, le Club des Chercheurs Verts a calculé le BGES du laboratoire sur l'année 2024, selon la méthode du Labos 1points5



Continuons à réduire l'empreinte carbone du laboratoire ! Des efforts notables ont déjà été réalisés concernant les moyens de transport, mais il est essentiel de poursuivre les actions proposées par le Club des Chercheurs Verts pour les pérenniser.

Pour connaître les détails du BGES 2024, cliquer / celui de 2023

Figure 4. Les bilans d'émissions de gaz à effet de serre des années [2023](#) et [2024](#) pour l'UR.

ressources naturelles (terres rares notamment), la détérioration des paysages, la maltraitance des forces de production, ainsi que la surconsommation d'eau sont mises en regard de la faible proportion de matières recyclables dans ces équipements. Si on rajoute l'énergie et l'eau nécessaire au fonctionnement des Data centers et à leur refroidissement, on ne peut que constater que le modèle n'est pas viable. Le deuxième objectif est donc une phase de recherche de solutions pour des pratiques plus vertueuses. Cette fresque est animée pour tous les étudiants du département Informatique et Intelligence artificielle au démarrage du S8 de la formation. IMT Mines Ales a défini sa stratégie 2023-2027 autour de 4 défis. Le défi 1 « Une structure construite autour des grandes transitions » a pour première priorité d'« enraciner la transition environnementale au cœur de nos actions ». En 2024, l'école s'est attachée les services de l'association CIRSES - Collectif pour l'Intégration de la Responsabilité Sociétale dans l'Enseignement Supérieur - qui promeut le label DD&RS, dont elle a la charge, et qu'elle considère comme un levier efficace pour entamer la transition écologique et sociétale à laquelle les établissements de l'ESR doivent pleinement contribuer. IMT Mines Ales s'est ainsi engagé dans le processus d'obtention de ce label.

Domaine 2. Les résultats, le rayonnement et l'attractivité scientifiques de l'unité

Référence 1. L'unité est reconnue pour ses réalisations scientifiques qui satisfont à des critères de qualité.

Présentation des thématiques de recherche

L'UR a construit ses activités scientifiques sur 3 piliers disciplinaires et mis en place de 2020 à 2024 trois thématiques de recherche fédératrices (cf. 1_2 Présentation de l'Unité, Annexe 7-BD Strip de 3 thèmes, Annexe 8-Plaquette) précisées ci-dessous :

- Le thème LAC (Learning and Complexity) fédère différents travaux de l'UR portant sur l'étude des notions d'Apprentissage et de Complexité qui sous-tendent toute forme d'agents intelligents. Ce thème s'intéresse en particulier à l'expression de ces notions chez l'Homme, mais aussi chez des agents Machine supportés par des formes d'Intelligence Artificielle. Un agent intelligent, qu'il soit Homme ou Machine, est un système complexe qui interagit de manière adaptative, robuste et optimisée dans un environnement riche. Ces interactions amènent l'expression de capacités d'apprentissage et de comportements complexes qu'il convient d'étudier, notamment en vue de permettre leur recouvrement dans le cas de conditions médicales induisant leur perte chez l'Homme. Plusieurs travaux s'intéressent ainsi à des applications médicales en lien avec la lombalgie chronique et la rééducation de patients suite à des accidents de type AVC.
- Le thème MIB (Monitoring and Improving Behavior) a deux objectifs pluridisciplinaires complémentaires et réciproques. Il étudie premièrement comment les systèmes et environnements intelligents peuvent aider leurs utilisateurs à améliorer leur santé, leur qualité de vie ou leurs performances athlétiques. Réciproquement, il étudie comment les modèles d'analyse des données de santé et du mouvement peuvent améliorer les techniques d'ingénierie des logiciels et d'intelligence artificielle, par exemple en dotant les systèmes et environnements intelligents de capacités d'empathie artificielle (sensibilité aux états physiques et psychologiques de leurs utilisateurs).
- Les travaux du thème PIAS (Perception in Action and Synchronisation) visent à identifier les invariants caractéristiques des interactions entre les composantes motrices et perceptuelles des activités humaines, afin de mettre en évidence les mécanismes par lesquels l'environnement physique et/ou social d'un sujet influe sur ses actions et/ou ses émotions. Les compétences en numérique trouvent tout naturellement leur place dans ce thème, en proposant des traitements innovants sur les données disponibles (identification de mouvements, mise en évidence de synchronisation sur différentes échelles temporelles), mais également en permettant l'accès à de nouvelles données : capture de mouvement (hors laboratoire, en extérieur, sur des groupes, ...), perception sonore et visuelle.

Les différents travaux des thèmes précédents visent pour part à identifier une classification taxonomique du mouvement et à en définir une théorie de la sémantique dans des contextes spécifiques : c'est l'axe transversal Semantics and Taxonomy of Movement (SemTaxM). Finalement, les travaux s'appuient sur l'axe transversal Factory qui vise à améliorer la reproductibilité des résultats et accélérer la recherche translationnelle et le transfert technologique en fournissant des approches normalisées et documentées avec une stratégie de diffusion des données ouvertes.

Cette architecture avec ses 3 piliers confère à l'UR une identité unique au niveau national et international, à savoir une double tutelle l'Institut Mines-Télécom à travers son école IMT Mines Alès, et l'Université de Montpellier avec deux partenaires clés en santé, les CHUs de Montpellier et de Nîmes.

Bilan analyse scientifique

Au cours des 4 années du bilan de l'UR suite à la fusion (début du contrat en 2021 avec une mise en place opérationnelle en 2020) l'évolution du nombre et de la qualité des productions scientifiques de l'UR est constante.

D'un point de vue quantitatif, l'UR comptabilise (source Tableau - Données de caractérisation et de production) **234 publications dans des journaux à comité de lecture sur la période sélectionnée 2020-2024**. Plus de 97% sont co-signés entre les tutelles UM et IMT. Plus de 47,3% sont signés avec des partenaires étrangers. Les nombreux co-encadrements de travaux de Master ou de thèse par plusieurs thèmes de l'unité rendent toute comparaison absconse. Cette porosité entre les thèmes était une volonté affichée de l'unité pour une appropriation pluridisciplinaire accélérée des questions de recherche de EuroMov DHM. La figure 5 affiche les principaux mots clés de l'UR basés sur l'outil HAL-Monitor.



Figure 5. Mots clés extraits de HAL-Monitor (collection EUROMOV-DHM 2020-2024)

Les travaux de l'UR sont référencés dans les 5 disciplines scientifiques suivantes (source HAL-Monitor) :

- Sciences du vivant
- Informatique
- Sciences de l'Ingénieur
- Sciences Cognitives
- Sciences de l'Homme et la Société

Faits scientifiques marquants

Sont présentées ci-dessous quelques réalisations emblématiques de l'UR au cours de la période 2020-2024. La sélection des faits marquants a été effectuée d'une part, en fonction des objectifs scientifiques de l'UR et d'autre part, en prenant en compte les thématiques prioritaires et celles à fort potentiel de développement.

- **L'ACTIVITE NEURONALE ET LA RECUPERATION FONCTIONNELLE** qui regroupent entre autres : le projet [ANR Axiaum](#) qui propose une approche originale de traitement des signaux neurophysiologiques EEG et fNIRS pour aider les praticiens dans leur évaluation des états de conscience altérée ([thèse Z. Ajra](#) co-financée par l'ANR Axiaum en IA-Santé et l'ED I2S) ; un [essai clinique](#) (Projet ReARM, K. Bakhti) qui évalue les effets d'une rééducation combinant réalité virtuelle et stimulation transcrânienne à courant continu haute résolution sur la récupération fonctionnelle et la plasticité cérébrale chez des patients AVC en phase chronique ([thèse C. Müller](#)) ; une étude sur la récupération sensorimotrice et cérébrale afin d'identifier numériquement des biomarqueurs de plasticité cérébrale lors des évaluations fNIRS+EEG+MOCAP réalisées en routine clinique chez les patients post-AVC (financement Labex Numev 18 mois [Post Doc, C. Goussi](#)) ; le projet StrokeArmUse qui identifie les liens explicites de non-utilisation du membre supérieur parétique post-AVC afin de définir des traitements ciblés et d'améliorer la récupération des patients (financement Labex Numev 6 mois) ; l'identification de marqueurs cérébraux de la fonction motrice par IRMf couplée à la cinématique par comparaison entre sujets sains et pathologies neuromotrices ([thèse Z. Belkacemi](#)) ; la mise en place de techniques d'analyse en EEG pour l'identification et la caractérisation automatisée [d'ondes cérébrales circulantes](#) (société Corstim hébergée à EuroMov).



Références sélectionnées :

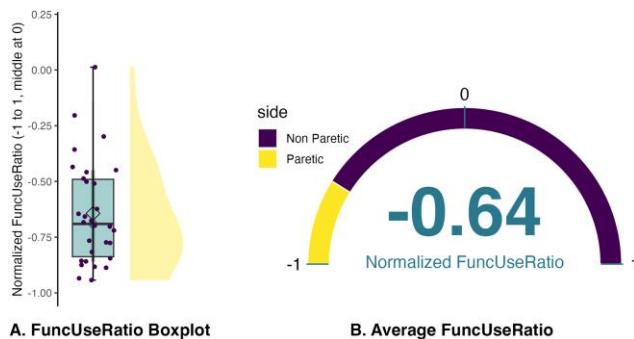
- Muller CO, Faity G, Muthalib M, Perrey S, Dray G, Xu B, Froger J, Mottet D, Laffont I, Delorme M, Bakhti K (2024). Brain-movement relationship during upper-limb functional movements in chronic post-stroke patients. *J Neuroeng Rehabil.* 21(1):188. doi: 10.1186/s12984-024-01461-3.
- Ajra Z, Xu B, Dray G, Montmain J, Perrey S (2023). Using shallow neural networks with functional connectivity from EEG signals for early diagnosis of Alzheimer's and frontotemporal dementia. *Front Neurol.* 14:1270405. doi: 10.3389/fneur.2023.1270405.

- **MODELISATION ET PERFORMANCE SPORTIVE** : Quand les données se mettent au service de la performance, elles permettent de guider la stratégie d'entraînement. Ce type d'informations peut intéresser un large éventail d'acteurs : athlète, entraîneur, préparateur physique, professeur en activités physiques adaptées, médecin ou agent sportif. Ces données sont utilisées pour prédire la performance ou la blessure avec un enjeu physiologique, mais aussi avec de fortes retombées économiques. Aujourd'hui la plupart des clubs professionnels se sont dotés des dernières technologies en matière de capteurs embarqués. C'est dans ce cadre qu'ont été initiées les [thèses de F. Imbach, E. Vallance, R. Elimam, I. Diuron, T. Dupuy](#) autour de la modélisation de la réponse aux charges d'entraînement pour guider la performance sportive, l'apprentissage automatique pour la prédiction de performances, la prédition de la fatigue via la fréquence cardiaque, ou encore la prédition prudente de la performance sensible au contexte. L'unité accompagne également une start-up ([Lead You](#)) qui s'intéresse au suivi de la performance sportive tout au long d'une carrière.

Références sélectionnées :

- Imbach F, Sutton-Charani N, Montmain J, Candau R, Perrey S (2022). The Use of Fitness-Fatigue Models for Sport Performance Modelling: Conceptual Issues and Contributions from Machine-Learning. *Sports Med Open.* 8(1):29. doi: 10.1186/s40798-022-00426-x.
- Vallance E, Sutton-Charani N, Guyot P, Perrey S (2023). Predictive modeling of the ratings of perceived exertion during training and competition in professional soccer players. *J Sci Med Sport.* 26(6):322-327. doi: 10.1016/j.jsams.2023.05.001.

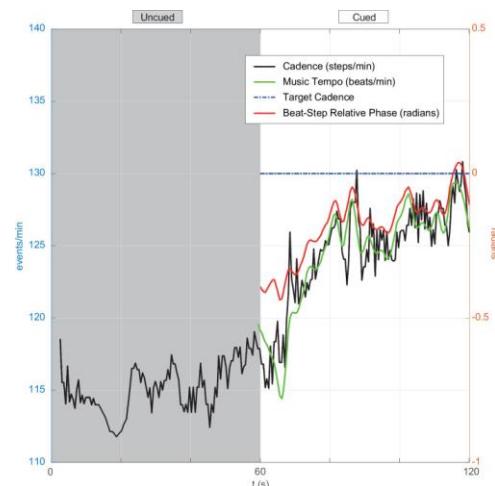
- **LES MECANISMES DE LA PERFORMANCE SENSORIMOTRICE.** L'UR a montré que pour atteindre une cible située en avant avec la main, on coordonne nos mouvements du tronc-épaule-coude pour à la fois minimiser l'effort global et maintenir une réserve de couple de 40% à chaque articulation. Cette politique de contrôle optimal explique les mouvements des sujets sains et les gestes compensatoires après AVC ([thèses de G. Faity, G. Lepert](#)). Dans ces projets, l'Intelligence Artificielle est intégrée dans l'étude des mécanismes fondamentaux régissant le contrôle moteur chez l'Homme, en particulier l'apprentissage profond et par renforcement pour définir des politiques de contrôle proches de celles employées par un humain en vue de contribuer à une compréhension fine des mécanismes du contrôle moteur chez l'Homme à des fins de rééducation personnalisées par exemple ([thèse de A. Ouhssain](#)). Cette étude s'intéresse en particulier à l'apport de connaissances a priori sur le mouvement humain pour l'apprentissage de modèles de contrôle dédiés à la résolution de tâches motrices simulées. Enfin la [thèse de V. Fernando Lopez de Souza](#) s'insère dans une collaboration interdisciplinaire visant à mieux comprendre les déterminants de la plasticité cérébrale et comportementale pour une rééducation de précision du post-AVC : l'apprentissage machine prudent y est utilisé pour identifier à partir de données multimodales des profils de patients ayant les mêmes réponses aux traitement administrés.



Références sélectionnées :

- Le Perf G, Faity G, Mottet D, Muthalib M, Laffont I, Bakhti K (2024). Beyond Arm Capacity in Chronic Stroke: Evaluating Paretic Arm Non-Use Through Arm Efficiency-A Cross-Sectional Study. *Neurorehabil Neural Repair*. 15459683241303691. doi: 10.1177/15459683241303691.
- Faity G, Barradas VR, Schweighofer N, Mottet D (2024). Force reserve predicts compensation in reaching movement with induced shoulder strength deficit. *J Neurophysiol*. 132(2):470-484. doi: 10.1152/jn.00143.2024.

- **SYNCHRONISATION SOCIALE ET REEDUCATION SENSORIMOTRICE.** La synchronisation sociale et la rééducation sensorimotrice constituent un axe central du thème PIAS de l'UR EuroMov DHM. Soutenue par des financements européens, nationaux et régionaux, cette thématique vise à explorer et exploiter les mécanismes de synchronisation pour améliorer la santé et le bien-être. Plusieurs projets ([thèses de A. Bourdon, A. Dufourneau, T. Fauviaux, M. Parisi, T. Velleteraz et post doctorat de J. Ayache, M. Bienkiewicz, J. Laroche, L. Damm](#)) illustrent cette démarche : 1/ EnTimeMent (2019-2022, H2020) étudie la contagion émotionnelle dans les groupes via des algorithmes de machine learning. 2/ BeatMove (2021-2023) développe un algorithme musique-mouvement pour stabiliser la marche des patients obèses. 3/ BeatPark (2021-2022) analyse les effets de la musique sur la marche des patients Parkinson par IRM. 4/ M4Sync (2021-2024) modélise la synchronisation dans le sport et la musique, avec des applications en santé. 5/ MODPULS (2023-2026) explore les réseaux neuronaux pour analyser les synchronisations sociales et musicales. Ces projets génèrent des avancées scientifiques et technologiques, notamment avec des startups comme [BeatHealth](#) (hébergée à EuroMov).

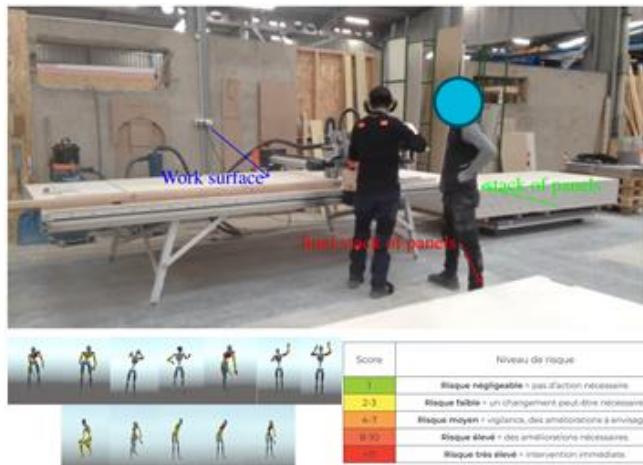


Références sélectionnées :

- Smykovskyi A, Janaqi S, Pla S, Jean P, Bieńkiewicz MMN, Bardy BG. (2024). Negative emotions disrupt intentional synchronization during group sensorimotor interaction. *Emotion*. 24(3):687-702. doi: 10.1037/emo0001282.
- Fauviaux T, Marin L, Parisi M, Schmidt R, Mostafaoui G. (2024). From unimodal to multimodal dynamics of verbal and nonverbal cues during unstructured conversation. *PLoS One*. 19(9):e0309831. doi: 10.1371/journal.pone.0309831.

- **L'INDUSTRIE 5.0.** Plusieurs projets exploitent l'analyse du mouvement humain dans un environnement industriel, l'ergonomie du poste de travail, la pénibilité des tâches dans une unité de production, les troubles musculo-squelettiques en manutention, etc. Les financements correspondent à une bourse région SANTÉ'OPTIM ([thèse N. Taleb-Salah](#)), un Carnot fédérateur Santé [OPERO-TMS](#) (2023) avec Mines Saint-Etienne et Mines Paris (14 mois de post doc et 14 mois d'ingénieur, [L. Slonim](#)), le financement de deux stages de master de 4 à 6 mois par

la fondation IMT et un projet Reclassif (Réseau de Campus Labélisés - Solutions pour l'Industrie du Futur) avec les Arts et Métier d'Aix-en-Provence. Cette activité repose fortement sur le fonctionnement de la plateforme Ales Imaging and Human Metrology (AIHM). Après une phase de capture de mouvements, les données de capture de mouvement sont utilisées pour évaluer et intégrer la pénibilité, les postures à risque dans des modèles d'optimisation de la productivité ou redéfinir le poste de travail pour en améliorer l'ergonomie.



Références sélectionnées :

Slama R, Slama I, Tlahig H, Slangen P, Ben-Ammar O (2023). An overview on human-centred technologies, measurements and optimisation in assembly systems. *International Journal of Production Research*, 62(14), 5336–5358. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2286627>

Desmarais Y, Mottet D, Slangen P, Montesinos P (2021). A review of 3D human pose estimation algorithms for markerless motion capture. *Computer Vision and Image Understanding*, 212, 103275. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2021.103275>.

D'autres thématiques de recherche pluridisciplinaires émergentes à fort potentiel ont été initiées au cours de la période 2020-2024. Elles sont décrites ci-dessous à travers quelques publications emblématiques sélectionnées.

- Synchronisation inter-cérébrale et coopération en équipe

Réveillé C, Vergotte G, Perrey S, Bosselut G (2024). Using interbrain synchrony to study teamwork: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 105593. 6 citations scholar
Cette revue examine le rôle de la synchronisation inter-cérébrale (IBS) dans le travail d'équipe, en classant les études selon le modèle IPO (Input, Process, Output). Trois méta-analyses ont quantifié les liens entre l'IBS et ces variables. Suivant les directives PRISMA, 41 études sur 229 ont été retenues, représentant 1326 équipes. Les résultats montrent des effets positifs significatifs entre l'IBS et les trois dimensions du modèle IPO, suggérant que l'IBS est un indicateur pertinent du processus collaboratif. **Cette étude plaide pour l'usage continu de l'IBS dans l'analyse du travail en équipe, offrant une meilleure compréhension des mécanismes neuronaux sous-jacents à la coopération.**

- Complexité motrice, douleur, pathologie chronique

Homs AF, Dupeyron A, Torre T (2022). Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. *Pain* 163(1): e31-e39. 16 citations scholar

Les modèles cliniques de la lombalgie chronique (cLBP) soulignent l'importance de l'attention excessive à la douleur et de la kinésiophobie dans le développement du handicap. Cette étude a évalué l'impact des comportements attentionnels inadaptés sur le contrôle moteur en utilisant une approche systémique et une distraction visuelle lors de la marche. Seize patients atteints de cLBP et 16 témoins sains ont marché sur un tapis roulant à vitesse préférée, avec et sans distraction. La complexité fractale du temps de foulée (ST) a été analysée. Une interaction significative entre le groupe et la distraction a été observée ($F(1,30) = 9.972, P = 0.004$). Sans distraction, les patients présentaient une complexité de ST réduite, mais elle s'améliorait avec la distraction, atteignant le niveau des témoins. Ces résultats suggèrent que l'attention excessive à la douleur réduit l'adaptabilité motrice et que l'analyse fractale est un outil prometteur pour explorer la variabilité du mouvement dans les troubles musculosquelettiques.

- Patterns de marche et détection précoce de pathologies neurologiques

Cochen De Cock V, Dotov D, Lacombe S, Picot MC, Galtier F, Driss V, Giovanni C, Geny C, Abril B, Damm L, Janaqi S (2022). Classifying Idiopathic Rapid Eye Movement Sleep Behavior Disorder, Controls, and Mild Parkinson's Disease Using Gait Parameters. *Movement & Disorders* 37(4):842-846. 8 citations scholar

Cette étude a exploré les modifications subtiles de la marche chez les patients atteints de troubles du comportement en sommeil paradoxal idiopathique (iRBD), pouvant signaler précocement des synucléopathies futures. L'objectif était de développer un modèle multiclassé basé sur l'apprentissage statistique des distributions probabilistes des paramètres de la marche, afin de différencier les patients iRBD, les sujets sains (HCs) et les patients atteints de la maladie de Parkinson (PD). Les paramètres de la marche ont été collectés chez 21 participants iRBD, 21 PD et 21 HCs, appariés en âge, sexe et niveau d'éducation. Une régression linéaire Lasso a permis d'identifier les caractéristiques distinctives de chaque groupe. Le modèle final a atteint une précision de 95 %, avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 90 %, distinguant

efficacement iRBD des autres groupes. Cette approche pourrait servir au dépistage précoce des synucléopathies et à l'identification d'un seuil de conversion vers la maladie de Parkinson.

- Complexité des processus psychologiques et dynamiques non linéaires

How the Complexity of Psychological Processes Reframes the Issue of Reproducibility in Psychological Science
Gernigon C, Den Hartigh RJR, Vallacher RR, van Geert PLC (2024). *Perspectives on Psychological Science* 19(6): 952-977. 23 citations Scholar

Au cours de la dernière décennie, plusieurs recommandations ont été formulées pour améliorer la rigueur méthodologique et les normes de publication en psychologie. Toutefois, ces efforts restent limités si les phénomènes psychologiques sont perçus comme des structures causales décomposables et additives. Cet article souligne que (a) les phénomènes psychologiques émergent de processus complexes, non décomposables et non isolables, régis par des dynamiques non linéaires, (b) ces caractéristiques rendent la reproductibilité statistique incertaine et (c) il faut repenser ce qui doit être reproduit, à savoir les processus psychologiques eux-mêmes et leurs dynamiques complexes. Les auteurs plaident pour une approche fondée sur la causalité processuelle, intégrant les principes des systèmes dynamiques complexes. Cela implique le développement de modèles formels et de simulations informatiques. **Paradoxalement, cette approche pourrait expliquer à la fois la reproductibilité et la non-reproductibilité des effets statistiques en psychologie.**

Travaux collaboratifs et recherche entrepreneuriale

L'UR est fortement impliquée dans différents projets collaboratifs avec des entreprises et/ou projets structurants locaux co-financés par les collectivités territoriales (Région, Métropole). Les compétences de l'UR dans les sciences des données (outils de monitoring et modèles prédictifs) et les sciences du mouvement (en appui à des approches expérimentales) sont recherchées dans les différentes consortiums constitués.

- **SkyPhysIA** (G. Dray, S. Perrey)

En collaboration avec la start-up Semaxone, sur un financement Readynov région Occitanie (2021-2024, post doctorant 18 mois G. Vergotte), le projet vise à développer un dispositif capable de détecter et de prévenir les défaillances physiologiques chez les pilotes de chasse en déclenchant une réponse adaptée fournie par le reste des équipements ou un protocole de récupération particulier. SkyPhysIA est l'un de nos projets autour de l'activité neuronale et la sensorimotricité, faisant suite à un premier projet collaboratif Companies and (je ne sais jamais si c'est on ou and, j'ai l'impression qu'il y a les deux et je me demande si je n'ai pas déjà apporté une modification plus haut qui n'a pas lieu d'être) Campus en 2021. Un projet LabCom a été demandé en 2025.

Référence sélectionnée : Fresnel E, Dray G, Pla S, Jean P, Belda G, Perrey S (2021). Cerebral Oxygenation Responses to Aerobic Flight. *Aerospace Med Hum Perform* 92(10):838-842. doi: 10.3357/AMHP.5896.2021.

- **M-Rehab** (A-L Courbis, J. Boiché, G. Dray)

Il s'agit de l'étude d'une solution logicielle de téléréhabilitation à domicile pour les malades chroniques de troubles respiratoires du sommeil à l'aide d'un financement Région Occitanie (FEDER 2019-2022). L'objectif est de pouvoir évaluer à six mois l'efficacité sur les marqueurs de sévérité du SAHOS (somnolence diurne, qualité de vie, pression artérielle, inflammation) d'un programme de téléréhabilitation associé à la PPC (Pression Positive Continue) comparativement à la PPC seule, chez des patients obèses présentant un SAHOS sévère et une somnolence diurne : contribution au projet de compétences EuroMov DHM en Génie Logiciel, IA et psychologie de la santé : thèse de C. Latrille.

Référence sélectionnée : Latrille C, Chapel B, Héraud N, Bughin F, Hayot M, Boiché J (2023). An individualized mobile health intervention to promote physical activity in adults with obstructive sleep apnea: An intervention mapping approach. *Digital Health* 9: 20552076221150744. doi: 10.1177/20552076221150744.

- **MovCap** (B. Magnier, L. Damm, S. Pla)

Sur financement Feder (2019-2023), le projet MovCap traite de la capture de mouvement embarquée sur drone pour suivi d'agents en mouvement en utilisant un drone volant équipé d'une caméra fisheye pour l'asservissement visuel et d'autres capteurs pour l'étude de mouvements dans des conditions écologiques, c'est-à-dire en s'affranchissant des contraintes physiques du laboratoire. Les applications de MovCap sont orientées vers le monde du sport pour une compréhension précise du mouvement réalisé à chaque instant d'une course par exemple.

Référence sélectionnée : Alshamaa D, Cherubini A, Passama R, Pla S, Damm L, Ramdani S (2022). RobCap: A Mobile Motion Capture System Mounted on a Robotic Arm. *IEEE Sensors Journal*, 22(1): 917-925. doi: 10.1109/JSEN.2021.3128386.

- **Human at Home** (B. Bardy, C. Gernigon, S. Pla, S. Janaqi, S. Vauttier, C. Urtado)

Le projet de recherche scientifique interdisciplinaire HUman at home projecT a réuni, pendant 4 ans (2019-2023), 13 laboratoires universitaires de recherche ainsi que 6 entreprises. L'objectif était d'explorer et d'anticiper les effets des nouvelles technologies et des objets connectés sur les comportements quotidiens et le bien-être dans

un habitat connecté. Au cours de ce projet de recherche, les chercheurs ont pu analyser les comportements et les conditions de bien-être des étudiants, appelés les « cohUTEurs », dans un appartement-observatoire équipé de plus de 60 capteurs et objets connectés. Les recherches ont permis de mettre en évidence les enjeux du logement intelligent selon trois grands axes de réflexion : le bien-être et la santé globale, la transition écologique et le développement durable, et la protection et la gestion des données à travers [les thèses de M. Sannier, Q. Perez, R. Altamore](#).

Référence sélectionnée : Sannier M, Janaqi S, Dray G, Slangen P and Bardy BG (2023). Obstacles shape the way we walk at home. *Front. Comput. Sci.* 5:1270520. doi: 10.3389/fcomp.2023.1270520 2023

Implication de l'UR dans des programmes d'investissements nationaux

L'Université de Montpellier a été lauréate de l'[« Appel à programmes contrats doctoraux en intelligence artificielle 2020 »](#) pour le projet AXIAUM : Intelligence artificielle en Santé et Environnement déposé par l'Institut de Science des Données de Montpellier (ISDM). L'UR a fait acte de candidature à l'appel à projets pour le financement d'une thèse AXIAUM ([thèse de Z. Ajra](#)) et exploite différents projets financés par le PIA.

PIA - SFRI - IDIL GRADUATE PROGRAM (S. Perrey et D. Mottet)

L'Unité a été très proactive dans la création d'une offre de formation (cf. Projets Formation Recherche dans l'élément Portfolio) intégrant le Programme Gradué IDIL dès 2023. Plusieurs étapes d'intégration d'un nouveau parcours (et mention) de Master ont été réalisées en 2023 et 2024 avec l'aide des services de l'UFR STAPS. La montée en puissance du numérique et de l'IA génère des besoins industriels et pédagogiques pour former des cadres supérieurs en recherche et développement pour la conception de solutions numériques pour le sport et la santé. Le Master STAPS : Ingénierie et Ergonomie de l'Activité Physique - IEAP à Montpellier répond à ce besoin de transition numérique tournée vers l'humain dans le monde du sport et de la santé. Le public visé est celui des acteurs de la transition numérique tournée vers l'humain dans le monde du sport, du sport-santé, et de la santé. Il s'agit prioritairement de titulaires d'une Licence (Informatique/Données, STAPS, Santé) en formation initiale, et secondairement d'ingénieurs (du numérique, du sport, de la santé) en formation continue.

Deux parcours sont proposés :

- Le parcours Sport Santé IA forme des spécialistes en ingénierie, avec des compétences avancées pour la conception de produits et de services interfaçant les sciences du numérique et du mouvement pour des applications dans les domaines de la santé et du sport.
- Le parcours Digital Movement Sciences For Health ou DigiMov forme des chercheurs, avec des compétences avancées pour gérer des projets de recherche fondamentale ou de R&D en sciences du numérique et du mouvement avec des applications dans les domaines de la santé et du sport.

Ce parcours sera associé à l'axe 2 de l'École de Santé Numérique « [ESNbyUM](#) » de l'Université de Montpellier (lauréate du programme France 2030), une école interdisciplinaire de pédagogie de précision pour former les acteurs de la santé numérique et les citoyens. L'UR par la présence de D. Mottet est membre du Comité de Pilotage de l'ESNbyUM. Le projet NSM5P ([Compétences et métiers d'avenir \(CMA\) - Ingénierie santé et bien-être](#)) porté par l'IMT vise à augmenter le nombre de spécialistes numériques avec une culture en santé et renforcer les compétences en santé numérique des dirigeants dans le domaine médical et médico-social à travers un mastère spécialisé en santé numérique assorti de modules certifiants en formation continue ou des parcours de formations dans les écoles impliquées (<https://www.imt.fr/projet/nsm5p/>).

Projet MACMIA-MAssification des Compétences et Métiers de l'IA (S. Ranwez)

Le projet MACMIA est porté par l'Institut Mines-Télécom (IMT) avec l'objectif de diversifier et massifier l'offre de formation en IA et Science des données des écoles d'ingénieurs et de management du groupe IMT (5 écoles impliquées), de l'ESIGELEC, de l'Université de Technologie de Troyes (UTT) et de plusieurs Campus des Métiers et des Qualifications d'Excellence (CMQE). MACMIA construit un maillage territorial sur 8 régions : Occitanie, Auvergne-Rhône-Alpes, Bretagne, Pays-de-la-Loire, Normandie, Île-de-France, Hauts-de-France, Grand Est, s'appuyant sur des réseaux d'acteurs académiques et économiques (partenaires du consortium ou en soutien du projet) sur chacune de ces régions afin de faciliter le déploiement du projet et son impact territorial. Le projet construit un continuum de formations initiales et tout au long de la vie de spécialistes en IA et de spécialistes avec une double expertise, recouvrant des actions de sensibilisation à partir de Bac-3, des formations initiales de niveau Bac+2 à Bac+8, une offre de formation professionnelle continue. Le projet vise à organiser une filière de formation de techniciens, d'ingénieurs et managers double compétence dans le domaine "IA & Industrie du futur". Le projet recouvre également d'autres domaines de formation double compétence : IA embarquée et mobilité intelligente, IA & Santé, IA & Distribution. Il souhaite aussi placer l'humain au cœur de la transformation numérique et de l'automatisation de nos activités au travers notamment d'une approche transdisciplinaire pour la formation d'ingénieurs cogniticiens.

Le projet UM2030 s'appuie sur le projet I-SITE pérennisé en 2022 et à vise à renforcer l'Université de Montpellier dans le rôle central qu'elle joue en tant qu'institution intégrant tous les partenaires du consortium dans une démarche partagée. Au cours de la création de l'Établissement Public Expérimental EPE, résultat de la phase probatoire I-SITE, trois questions de structuration avaient été identifiées. Deux d'entre elles sont au cœur des activités de l'UR. Il s'agit de :

- La Science des données pour toutes les sciences pour transformer durablement les pratiques et orienter tous les acteurs vers la science des données en construisant un environnement efficace et pérenne.

- du Campus de l'innovation, en lien direct avec l'écosystème local de l'innovation, pour offrir un pipeline complet d'innovation, renforcer la capacité de l'Université à accompagner les projets d'innovation et de création de start-up, et lever des fonds auprès du secteur privé.

L'UR EuroMov DHM participe au projet IDéES UM2030 à travers son objectif d'exploiter les sciences des Données avec des applications en santé et en sport, tout et en favorisant l'Innovation (partenariats et co-développement avec des entreprises). Le positionnement de l'UR dans ses grands programmes nationaux et régionaux lui permet d'asseoir son identité et son originalité à travers sa production scientifique et ses activités de formation et de recherche sur les liens Numérique et Mouvement appliqués à la Santé.

Le rayonnement des travaux de l'Unité s'illustre à travers quelques **indices de reconnaissance** indiqués dans le Tableau données caractérisation production. Soulignons ici que :

- Deux enseignants-chercheurs de l'Unité sont référencés dans le listing de Stanford University (World's Top 2% Scientists, Tableau 4) *

Tableau 4. Descriptif des deux membres de l'Unité référencés dans la liste Stanford/Elsevier Top 2% Scientists

Name	Years	Main Field	SubField 1	SubField 2
Perrey Stéphane	2020, 2021, 2022, 2023, 2024	Clinical Medicine	Sport Sciences	Neurology & Neurosurgery
Stephan Yannick	2020, 2021, 2022, 2023, 2024	Clinical Medicine	Social Psychology	Gerontology

* Ioannidis, John P.A. (2024), "August 2024 data-update for "Updated science-wide author databases of standardized citation indicators"" , Elsevier Data Repository, V7, doi: 10.17632/btchxktyw.7

- Des distinctions scientifiques ont été obtenues à l'occasion des congrès ou workshops scientifiques.

-Des prix ont été décernés par des sociétés savantes à :

Benjamin BenZaki (Doctorant) : prix du Jeune Chercheur au Congrès National de Médecine et Traumatologie du Sport Société Française de Médecine de l'Exercice et du Sport - Société Française de Traumatologie du Sport en 2021 et 2024.

Marc Julia (PH) : prix de la meilleure Communication orale au Congrès National de Médecine et Traumatologie du Sport Société Française de Médecine de l'Exercice et du Sport - Société Française de Traumatologie du Sport en 2021.

Pauline Caille (Doctorante) : prix de la meilleure communication orale au 19ième Congrès de l'Association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives en 2021.

Karim Radouane (Doctorant) : 1 er prix Challenge AffectMove 2021 track: détection de comportements protecteurs. K. Radouane, A. Tchetchmedjiev, B. Xu and S. Harispe, "Comparison of Deep Learning Approaches for Protective Behaviour Detection Under Class Imbalance from MoCap and EMG data," 2021 9th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos (ACIIW), 2021, pp. 01-08, doi: 10.1109/ACIIW52867.2021.9666417.

-Des prix ont été décernés à l'occasion de Journées Scientifiques à

Rayane Elimam (Doctorant) : prix coup de cœur de la Direction IMT Mines Alès en témoignage et reconnaissance de son travail fourni en 2022 – Journée de la Recherche IMT (Fête de la Science)

Louis Hognon, Camille Muller, Matthieu Haas, Pauline Caille, Juliette Lozano-Goupil, Christophe Latrille et Marion Desachy (Doctorants) : prix de la meilleure communication originale en 2022 – Journée de l'École Doctorale Sciences du Mouvement Humain

-Des prix ont été décernés pour une avancée scientifique et technologique à :

Benoît Bardy : Prix spécial Chercheurs Handitech Troph 2022 pour l'application musicale BeatMove d'aide à la marche pour les personnes atteintes de la maladie de Parkinson.

-Des prix ont été décernés par un journal scientifique à comité de lecture à :

Stéphane Perrey : Sports 2022 Best Paper (Review) Award. Training Monitoring in Sports: It Is Time to Embrace Cognitive Demand. Sports 2022, 10(4), 56; <https://doi.org/10.3390/sports10040056>. Editor's Choice.

D'autres distinctions honorifiques sont à rapporter : Gérard Dray (IMT Mines Alès, 2021), Isabelle Marc (IMT Mines Alès, 2021), Sylvie Ranwez (IMT Mines Alès, 2021), Stefan Janaqi (IMT Mines Alès, 2023), Benoît Bardy (Univ Montpellier, 2023) ont reçu l'Insigne de Chevalier des Palmes Académiques.

Référence 2. Les activités de recherche de l'unité donnent lieu à une production scientifique de qualité.

Au-delà de l'évaluation quantitative rapportée ci-dessus, l'UR avait pour objectif et selon les recommandations du comité de visite HCERES (extraits « publier dans des journaux de l'autre entité et dans des journaux pluridisciplinaires », « continuer de publier dans des journaux relevant de l'informatique », « publier les avancées les plus importantes dans des revues à fort facteur d'impact ») de publier dans ses domaines disciplinaires d'appartenance dans des revues à fort impact tout en favorisant la publication dans des revues pluridisciplinaires et/ou dans les grands domaines de l'autre entité (Sciences du Sport, Médecine-Santé, Informatique).

L'analyse bibliométrique (voir ci-après) effectuée par les outils Scopus-Scival et HAL indiquent que l'UR a publié :

- 1. dans les meilleurs journaux** (TOP3 à TOP10) des **domaines** (référencement Scimago) Neurology, Biophysics, Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation, Rehabilitation, Neuropsychology and Physiological Psychology. Ci-dessous sont extraites les publications concernées.

Cochen De Cock V, Dotov D, Lacombe S, Picot MC, Galtier F, Driss V, Giovanni C, Geny C, Abril B, Damm L, Janaqi S. Classifying Idiopathic Rapid Eye Movement Sleep Behavior Disorder, Controls, and Mild Parkinson's Disease Using Gait Parameters. **Movement Disorders**. 2022;37(4):842-846. doi: 10.1002/mds.28894. IF=7,4
IF = 8,6 (9/185, **Neurology** ; Scimago)

Stephan Y, Sutin AR, Luchetti M, Aschwanden D, Terracciano A. Personality and Risk of Incident Stroke in 6 Prospective Studies. **Stroke**. 2023;54(8):2069-2076. doi: 10.1161/STROKEAHA.123.042617.
IF = 10,1 (19/398, **Neurology** (clinical) ; Scimago)

Legros A, Nissi J, Laakso I, Duprez J, Kavet R, Modolo J. Thresholds and mechanisms of human magnetophosphene perception induced by low frequency sinusoidal magnetic fields. **Brain Stimulation**. 2024;17(3):668-675. doi: 10.1016/j.brs.2024.05.004.

Maudrich T, Ragert P, Perrey S, Kenville R. Single-session anodal transcranial direct current stimulation to enhance sport-specific performance in athletes: A systematic review and meta-analysis. **Brain Stimulation**. 2022;15(6):1517-1529. doi: 10.1016/j.brs.2022.11.007.

IF=7,6 (4/148, **Biophysics** ; Scimago)

Perrey S, Quaresima V, Ferrari M. Muscle Oximetry in Sports Science: An Updated Systematic Review. **Sports Medicine**. 2024;54(4):975-996. doi: 10.1007/s40279-023-01987-x. **Metrics** (9th rank).
IF = 9,3 (2/241, **Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation** ; Scimago)

Perrey S. Could near infrared spectroscopy be the new weapon in our understanding of the cerebral and muscle microvascular oxygen demand during exercise? **Journal of Sport and Health Science** 2024;13(4):457-458. doi: 10.1016/j.jshs.2024.03.006. **Invited Commentary**.

IF = 9,7 (3/241, **Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation** ; Scimago)

Le Perf G, Faity G, Mottet D, Muthalib M, Laffont I, Bakhti K. Beyond Arm Capacity in Chronic Stroke: Evaluating Paretic Arm Non-Use Through Arm Efficiency-A Cross-Sectional Study. **Neurorehabilitation and Neural Repair**. 2024; 15459683241303691. doi: 10.1177/15459683241303691

IF = 4,0 (2/157, **Rehabilitation** ; Scimago)

Muller CO, Faity G, Muthalib M, Perrey S, Dray G, Xu B, Froger J, Mottet D, Laffont I, Delorme M, Bakhti K. Brain-movement relationship during upper-limb functional movements in chronic post-stroke patients. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**. 2024;21(1):188. doi: 10.1186/s12984-024-01461-3

Dusfour G, Mottet D, Muthalib M, Laffont I, Bakhti K. Comparison of wrist actimetry variables of paretic upper limb use in post stroke patients for ecological monitoring. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**. 2023;20(1):52. doi: 10.1186/s12984-023-01167-y.

IF = 5,2 (4/157, **Rehabilitation** ; Scimago)

Réveillé C, Vergotte G, Perrey S, Bosselut G. Using interbrain synchrony to study teamwork: A systematic review and meta-analysis. **Neurosci Biobehav Rev**. 2024;159:105593. doi: 10.1016/j.neubiorev.2024.105593.

Bieńkiewicz MMN, Smykovskyi AP, Olugbade T, Janaqi S, Camurri A, Bianchi-Berthouze N, Björkman M, Bardy BG. Bridging the gap between emotion and joint action. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews.** 2021;131:806-833. doi: 10.1016/j.neubiorev.2021.08.014.

Damm L, Varoqui D, De Cock VC, Dalla Bella S, Bardy B. Why do we move to the beat? A multi-scale approach, from physical principles to brain dynamics. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews.** 2020;112:553-584. doi: 10.1016/j.neubiorev.2019.12.024.

IF = 7,6 (2/74, Neuropsychology and Physiological Psychology ; Scimago)

2. des journaux de référence dans d'autres domaines : Computer Science, Computer Vision

Desmarais Y, Mottet D, Slangen P, Montesinos P. A review of 3D human pose estimation algorithms for markerless motion capture. **Computer Vision and Image Understanding.** 2021;212:103275. doi: 10.1016/j.cviu.2021.103275.

IF = 4,3 (25/151, Computer Vision and Pattern Recognition ; Scimago)

Imoussaten A, Jacquin L. Cautious classification based on belief functions theory and imprecise relabelling, **International Journal of Approximate Reasoning.** 2022;142:130-146. doi: 10.1016/j.ijar.2021.11.009.

IF = 3,2 (73/138, Theoretical Computer Science ; Scimago)

Du Y, Ranwez S, Sutton-Charani N, Ranwez V. Is diversity optimization always suitable? Toward a better understanding of diversity within recommendation approaches. **Information processing & management.** 2021;58:6. doi: 10.1016/j.ipm.2021.102721.

IF = 7,4 (51/952, Computer Science Applications ; Scimago)

Jacquin L, Imoussaten A, Trouset F, Perrin D, Montmain J. Control of waste fragment sorting process based on MIR imaging coupled with cautious classification. **Resources, Conservation and Recycling.** 2021;168:105258. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105258.

IF = 11,2 (5/155, Waste Management and Disposal ; Scimago)

3. des journaux prestigieux (Brain, Lancet, JAMA etc.)

De Cock VC, Dodet P, Leu-Semenescu S, Aerts C, Castelnovo G, Abril B, Drapier S, Olivet H, Corbillé AG, Leclair-Visonneau L, Sallansonnet-Froment M, Lebouteux M, Anheim M, Ruppert E, Vitello N, Eusebio A, Lambert I, Marques A, Fantini ML, Devos D, Monaca C, Benard-Serre N, Lacombe S, Vidailhet M, Arnulf I, Doulazmi M, Roze E. Safety and efficacy of subcutaneous night-time only apomorphine infusion to treat insomnia in patients with Parkinson's disease (APOMORPHEE): a multicentre, randomised, controlled, double-blind crossover study. **Lancet Neurology.** 2022 May;21(5):428-437. doi: 10.1016/S1474-4422(22)00085-0.

Iranzo A, Cochen De Cock V, Fantini ML, Pérez-Carbonell L, Trott LM. Sleep and sleep disorders in people with Parkinson's disease. **Lancet Neurology.** 2024 Sep;23(9):925-937. doi: 10.1016/S1474-4422(24)00170-4.

IF = 46,5 (1/398, Neurology (clinical) ; Scimago)

Joza S, Hu MT, Jung KY, Kunz D, Stefani A, Dušek P, Terzaghi M, Arnaldi D, Videnovic A, Schiess MC, Hermann W, Lee JY, Ferini-Strambi L, Lewis SJG, Leclair-Visonneau L, Oertel WH, Antelmi E, Sixel-Döring F, Cochen De Cock V, Liguori C, Liu J, Provini F, Puligheddu M, Nicoletti A, Bassetti CLA, Bušková J, Dauvilliers Y, Ferri R, Montplaisir JY, Lawton M, Kim HJ, Bes F, Högl B, Šonka K, Fiamingo G, Mattioli P, Lavadia ML, Suescun J, Woo KA, Marelli S, Martens KE, Janzen A, Plazzi G, Mollenhauer B, Fernandes M, Li Y, Cortelli P, Figorilli M, Cicero CE, Schaefer C, Guiraud L, Lanza G, Gagnon JF, Sunwoo JS, Ibrahim A, Girtler N, Trenkwalder C, Baldelli L, Pelletier A, Postuma RB; International REM Sleep Behavior Disorder Study Group. Progression of clinical markers in prodromal Parkinson's disease and dementia with Lewy bodies: a multicentre study. **Brain.** 2023 Aug 1;146(8):3258-3272. doi: 10.1093/brain/awad072.

IF = 11,9 (7/398, Neurology (clinical) ; Scimago)

Luchetti M, Aschwanden D, Sesker AA, Zhu X, O'Súilleabháin PS, Stephan Y, Terracciano A, Sutin AR. A Meta-analysis of Loneliness and Risk of Dementia using Longitudinal Data from >600,000 Individuals. **Nature Mental Health.** 2024 Nov;2(11):1350-1361. doi: 10.1038/s44220-024-00328-9.

DORA: The San Francisco Declaration on Research Assessment

Perrey S. How effective is transcranial direct current stimulation? **Lancet.** 2024 Jun 22;403(10445):2688-2689. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00634-2.

IF = 98,4 (11/2494, Medicine (miscellaneous) ; Scimago)

Sutin AR, Luchetti M, Stephan Y, Terracciano A. Change in Purpose in Life Before and After Onset of Cognitive Impairment. **JAMA Network Open.** 2023 Sep 5;6(9):e2333489. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.33489.

IF = 10,5 (62/2494, Medicine (miscellaneous) ; Scimago)

Terracciano A, Luchetti M, Karakose S, Stephan Y, Sutin AR. Loneliness and Risk of Parkinson Disease. **JAMA Neurology**. 2023 Nov 1;80(11):1138-1144. doi: 10.1001/jamaneurol.2023.3382.

IF = 20,9, (4/398, **Neurology (clinical)** ; Scimago)

Dispositifs mis en œuvre pour accompagner les personnels chercheurs débutants

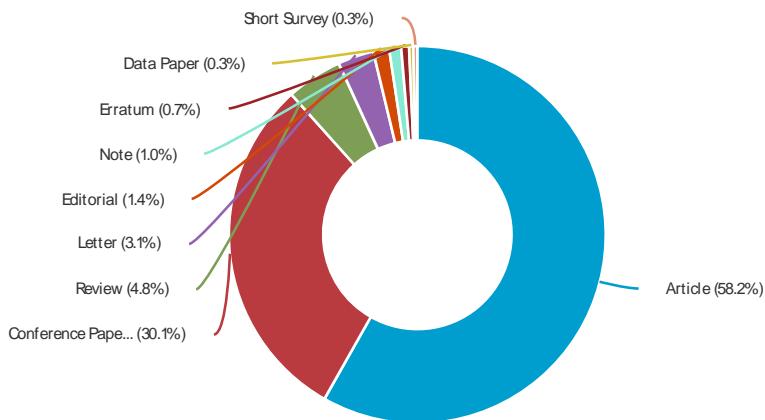
Pour accompagner les personnels chercheurs débutants dans leur activité de diffusion des connaissances, l'UR les encourage à suivre les formations proposées par les tutelles sur différents aspects de la Science Ouverte, en formation collective ou sur prise de rendez-vous. Plusieurs agents de l'unité (personnels d'appui à la recherche), référents HAL et correspondants données de la recherche sensibilisent et répondent aux questions des personnels chercheurs débutants : il est notamment question du dépôt des publications dans HAL, création d'un IdHAL et d'un CV-HAL, rédaction d'un Plan de Gestion de Données par projets (utilisation de DMP-OPIDoR structure PGD EuroMov), accompagnement au dépôt de jeux de données de la recherche dans Recherche Data Gouv, etc. Des rendez-vous individuels sont proposés aux nouveaux arrivants par le pôle biométrie et communication scientifique lors de leur arrivée ou lors de la parution de leur première publication (présentation des procédures interne de publication, charte de signature, création de l'identifiant IdHAL, présentation des possibilités d'accompagnement pour la médiation envers le grand public)

L'UR encourage dès que possible les personnels chercheurs débutants (bénéficiant de décharges horaires et d'une ligne de crédit de 10k€ la première année à l'UM) à rejoindre les thématiques de recherche tout en étant partie prenant dans des co-encadrements de projets de Master ou de thèse, à participer aux montages de projets pour demandes de financement.

Dans le cadre la formation doctorale, les jeunes chercheurs en apprentissage (les doctorants) sont encouragés à suivre les formations relatives à la Science Ouverte et à l'intégrité scientifique (MOOC obligatoire) proposées par le Collège doctoral sur plusieurs thématiques : l'Open Access et l'édition scientifique, les données de la recherche, l'identité numérique du jeune chercheur, l'éthique de la recherche. Un parcours spécifique de « formation biblio » est proposé pour les doctorants (une progression est conseillée à titre indicatif : 1A : méthodologie de la recherche documentaire et outils de gestion bibliographique (Mendeley/Zotero) et recherche bibliographique ; 2A : publications scientifiques et identité numérique ; 3A : droits d'auteur et dépôt national du manuscrit de thèse).

Diffusion des Publications : (HAL Monitor et SciVal-Scopus) période 2020-2024 (1 article 2019 référencé en 2022)

- Diversité des supports et des conférences choisies pour la diffusion des résultats :**



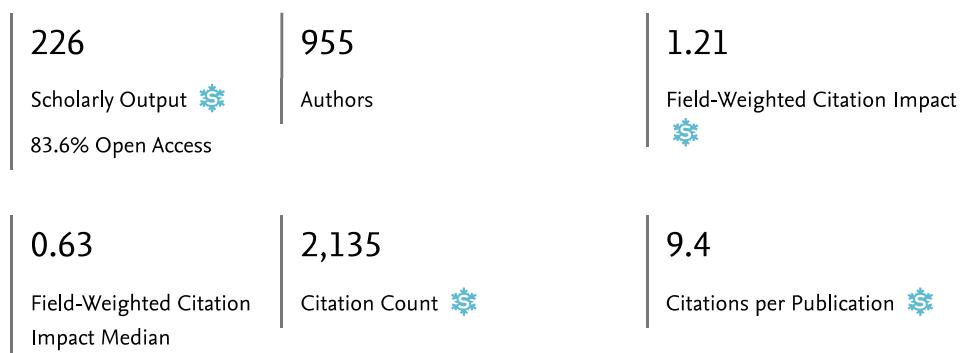
Vue globale de la typologie des travaux de l'UR EuroMov Digital Health in Motion (Scopus). A noter 58,2% articles scientifiques et 30,1% de papiers de conférences.

Les chiffres indiqués ci-dessous sont basés sur la collection HAL EUROMOV-DHM pour les années de publication 2020-2024 (taux d'accès ouvert 76% - Source : HAL-Monitor)

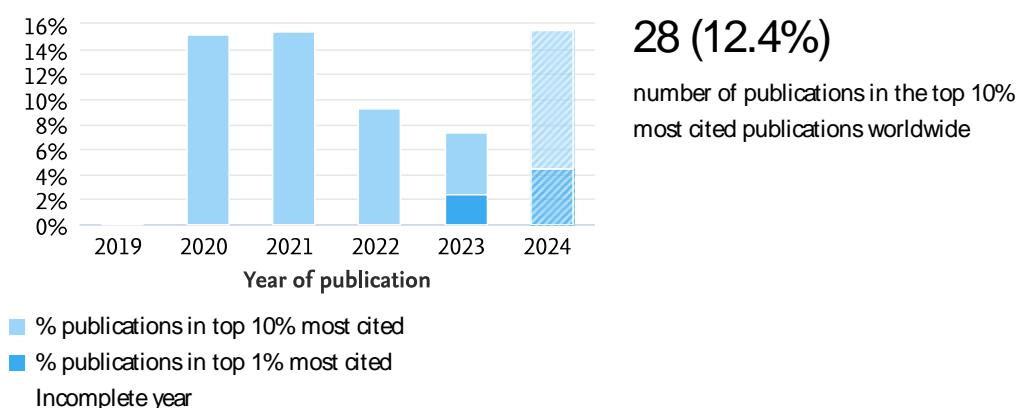
Typologie HAL	Total des publications signalées dans HAL
Articles	284
Communications	184
Ouvrages ou chapitres	8
Total (tout type confondu)	542

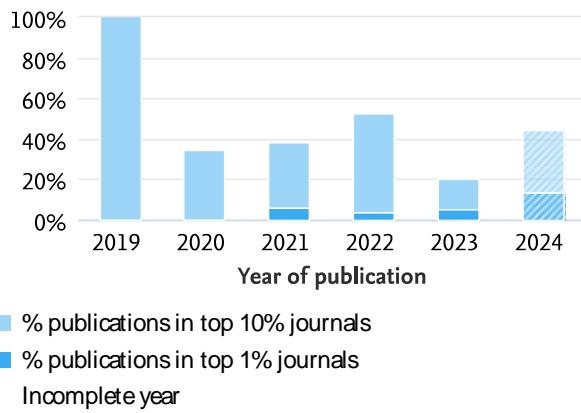
- Indicateurs bibliométriques résumé basés sur Scopus (SC 60209214) :

226 Articles sélectionnés dans une revue avec DOI composent le Tableau Production HAL (2019 : 1, 2020 : 33, 2021 : 52, 2022 : 54, 2023 : 41, 2024, 45)



field-weighted



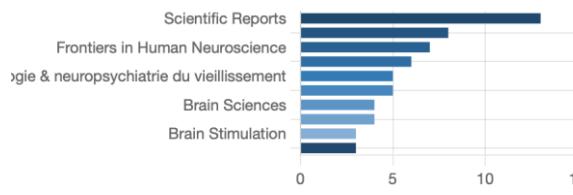


87 (39.4%)

number of publications in the top 10% journals by CiteScore

Source : Sci-VAL

- Les revues les plus représentées dans la production de l'Unité sont :**



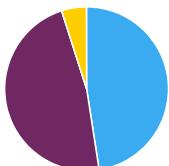
Source : HAL Monitor

Scopus Sources	Scholarly Output	Views Count	Field-Weighted Citation Impact	Citation Count (excl. self-citations)
Scientific Reports	13	295	0.89	105
Frontiers in Human Neuroscience	7	131	0.57	48
Annals of Physical and Rehabilitation Medicine	6	267	2.53	88
Geriatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement	5	62	0.32	9
Sensors	5	89	0.82	34
Brain Sciences	4	117	0.44	26
Movement Disorders	4	80	0.76	33
Brain Stimulation	3	25	0.53	27

Source : Scopus-Scival

- Reconnaissance des résultats scientifiques au meilleur niveau international :**

Taux de collaborations inter/nationales de l'UR ayant des co-auteurs internationaux

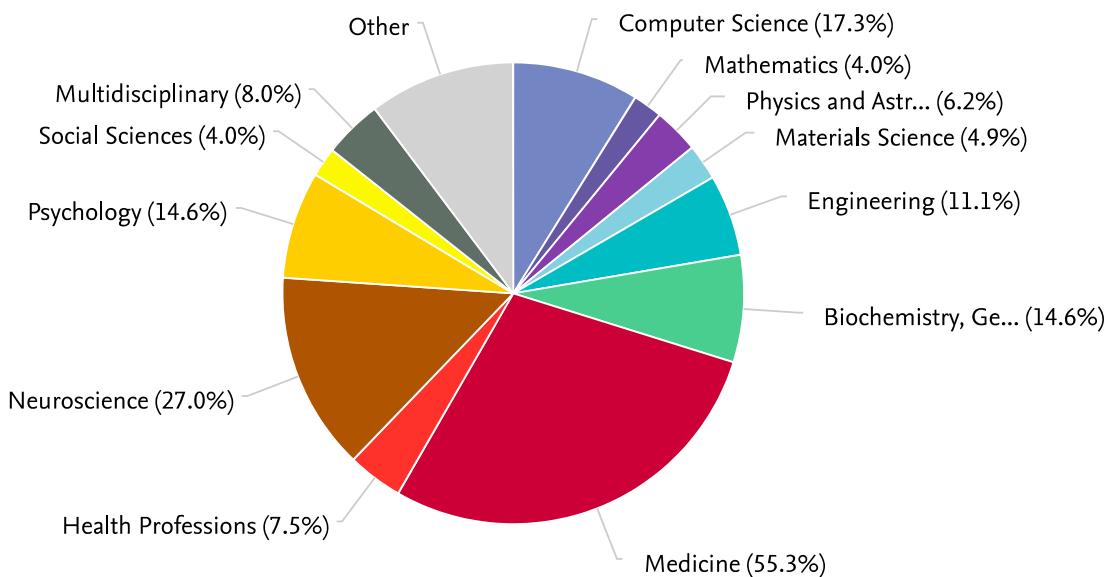


Metric	Scholarly Output	Citations	Citations per Publication	Field-Weighted Citation Impact
International collaboration	47.3%	107	1,268	11.9
Only national collaboration	47.3%	107	800	7.5
Only institutional collaboration	0.0%	0	0	0.0
Single authorship (no collaboration)	4.9%	11	67	6.1

Source : Sci-VAL

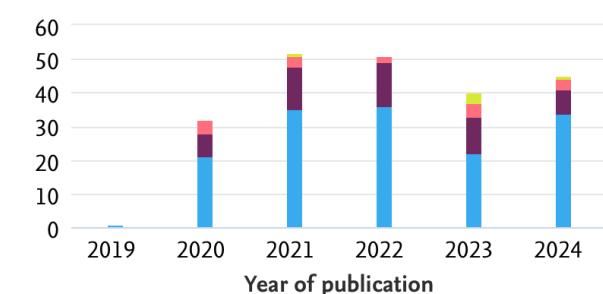
- Répartition des publications par domaines (classification ASJC : All Science Classification Codes) :**

Représentation de la part relative des publications par domaine. Il est à noter qu'une publication peut être rattachée à plusieurs domaines d'activité.



Source : Sci-VAL

Quartiles des revues scientifiques :

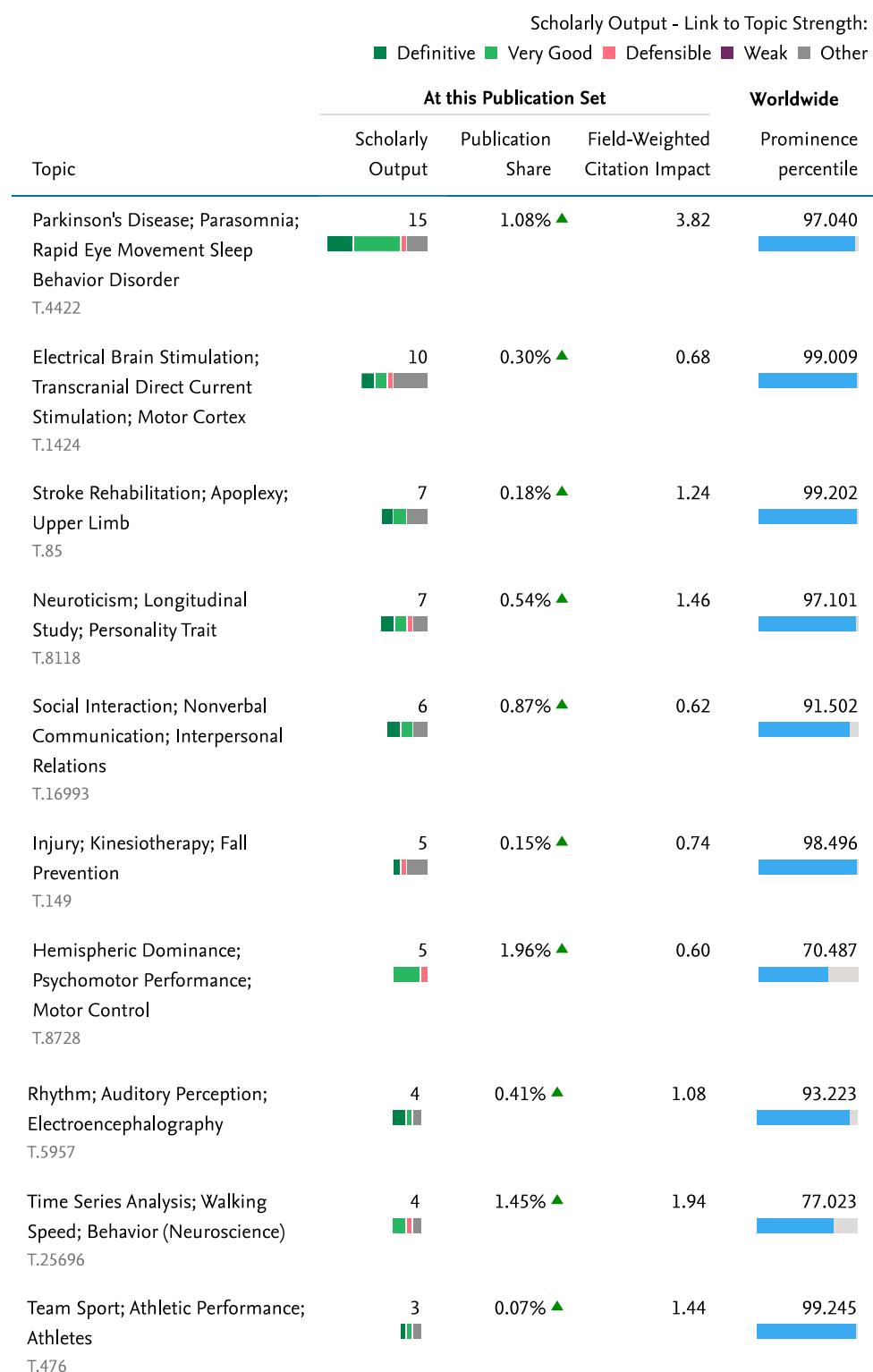


Quartiles	Publications	Publication share (%)
Q1 (top 25%)	149	67.4
Q2 (26% - 50%)	51	23.1
Q3 (51% - 75%)	16	7.2
Q4 (76% - 100%)	5	2.3

Cumulative shares	Publications	Publication share (%)
Q1 to Q2 (top 50%)	200	90.5
Q1 to Q3 (top 75%)	216	97.7

Source : Sci-VAL

4. Sujets thématiques (les 10 plus représentatifs)



Source : Sci-VAL

Référence 3. L'unité participe à l'animation et au pilotage de sa communauté.

L'Unité a organisé plusieurs manifestations scientifiques pendant la période considérée.

Congrès International

- Le [19ème congrès international de l'ACAPS](#) s'est tenu à Montpellier du 27 au 29 octobre 2021 au Palais des Congrès - Corum. Il a été coordonné par Julie Boiché (Présidente du Comité Organisation) et Stéphane Perrey (Président du Comité Scientifique) avec comme membres du bureau directeur, François Favier et Grégoire Bosselut. Cette édition a permis de mettre à l'honneur l'apport des technologies et du numérique dans les activités physiques et sportives, thème fort au sein de l'Unité. Une quinzaine de membres de l'Unité des deux tutelles ont participé activement à l'organisation de cet événement qui a réuni plus de 650 participants.

Symposia Thématique

Au cours de la période, plusieurs membres de l'UR ont été leaders dans différentes organisations d'événements thématiques sous forme d'ateliers (ex : format Hackathon impliquant des élèves en formation).

- Hackathon Franco-Allemand** – responsabilité Andon Tchemedjiev
L'Institut Mines Telecom et la Technische Universität München se sont associés avec ArianeGroup dans le cadre de l'Académie Franco-Allemande pour l'Industrie du Futur pour organiser GreenHack~IT, un grand hackathon Franco-Allemand sur les thématiques Green IT pour l'Industrie 4.0. Ont été présents 30 étudiants français issus de 5 écoles de l'IMT et 30 étudiants allemands de la TUM du 8 au 11 Décembre 2022 à l'Institut des Sciences des Données de Munich pour relever le défi de cette première édition. 10 équipes binationales se sont affrontées pendant 3 jours et 3 nuits pour proposer les solutions les plus innovantes.
- Hackathon du département 2IA 2023** – responsabilité scientifique Sébastien Harispe en collaboration avec le MHSC (Iwen Diouron, thèse CIFRE). Contexte : Sport / Football / Performance sportive / Ligue 1 MHSC. Sujet : prédiction du RPE (Rate of Perceived Exertion) à partir de données GPS, de fréquence cardiaque et anthropomorphiques (+ éventuellement météo). L'objectif était d'évaluer la performance d'un modèle prédictif de la valeur de RPE sur la base des données précitées. Données : un an de données sur une dizaine de joueurs (10-20 Go).



Diouron et al., "Comparison of Individualized and Group-Based Machine Learning Approaches to Predict Rate of Perceived Exertion of Professional Football Players," 2024 16th International Conference on Human System Interaction (HSI), Paris, France, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/HSI61632.2024.10613526.

Keywords: {Training;Supervised learning;Predictive models;Fatigue;Task analysis;Unsupervised learning;Random forests;Machine Learning;Fatigue Prediction;RPE},

- Hackathon du département 2IA 2024** – responsabilité scientifique Nicolas Sutton-Charani en collaboration avec le CHU de Montpellier (Karima BAKHTI). Contexte : Santé / actimétrie / activités physiques / patients post-AVC. Sujet : segmentation et classification des signaux accélérométriques de façon à reconstituer 2 journées du journal d'activité d'une patiente poste AVC. Données : données accélérométriques des 2 jours de test et une semaine de journal d'activité associée aux données accélérométriques correspondantes.
- Gérard Dray co anime la communauté scientifique de l'IMT Ingénierie santé et bien-être dont les objectifs sont de contribuer à la transition d'une médecine curative à un modèle de médecine (plus) préventive, être acteur de l'émergence d'un écosystème de la santé numérique à travers trois axes pour une médecine 5P (personnalisation, prévention, participation, preuve, prédition) : Santé numérique au service de la prévention et des territoires de santé, Médecine augmentée et Transformation du système de santé.
- Sébastien Harispe est impliqué dans l'animation de la Communauté Data Analytics et IA de l'IMT (Data-IA@IMT). Il est le représentant de la communauté pour IMT Mines Ales depuis 2018, correspondant des webinaires scientifiques depuis 2019, coresponsable de l'axe inter écoles "IA et Humain" depuis 2023 et co-responsable de la communauté de la communauté à compter de 2025.

- Baptiste Magnier a organisé des sessions spéciales dans les conférences IEEE MMSP 2023 (Recent advances in movement studies) et IEEE IPTA 2024 (Advancements in Object Detection: Harnessing Non-Conventional Sensors and Sensor Fusion).

Congrès National

- Les Entretiens de Médecine Physique et Réadaptation ([EMPR](#)), comportant chaque année 3 jours de colloques (fin mars 2020-2024) au Corum de Montpellier sont organisés par Arnaud Dupeyron et Isabelle Laffont. Sont impliqués dans l'organisation de journées thématiques recouvrant des travaux développés dans l'UR plusieurs membres d'EuroMov DHM : les Dr Isabelle Laffont, Arnaud Dupeyron, Jérôme Froger, Alexis Homs, Marc Julia, et Stéphane Perrey. Plusieurs ouvrages (éditeur : Sauramps Médical) ont été édités à l'occasion de [journées thématiques](#) associant travaux théoriques et pratiques cliniques : Médecine du sport et conditions environnementales extrêmes (2023), Le déconditionnement locomoteur (2022).

Rencontres – Débats

- L'Unité EuroMov Digital Health in Motion et la société BeatHealth ont organisé le 24 septembre 2021 une journée d'échanges autour de « la santé en rythme », regroupant chercheurs, ingénieurs, médecins, kinésithérapeutes, entrepreneurs, innovateurs et institutionnels. Cette journée a regroupé 60 personnes.
- Rencontre-débat "[La santé numérique en mouvement](#)", le 11 avril 2022. Cet événement animé par Emilie Rauscher, cheffe de rubrique Santé de The Conversation s'inscrit dans le cycle de veille 2021-2022 Santé de l'IMT et de la Fondation Mines-Télécom. Il a été organisé par Gérard Dray et a impliqué comme orateurs plusieurs membres de l'Unité : Valérie Cochen De Cock, Clinique Beau Soleil Montpellier, Benoît Bardy, Stéphane Perrey, Camille Muller, Pierre-Louis Bernard pour l'Université de Montpellier ; Gérard Dray, Isabelle Marc, Pierre Slangen pour l'IMT Mines Alès.
- Dans le cadre de l'Atelier Médecine personnalisée du séminaire des thématiques Ingénierie pour la santé et Data & IA, une journée « Intelligence Artificielle et ingénierie numérique à l'IMT au service de la santé du futur » a été organisée le 17 mai 2022 à IMT Mines Alès. Cette journée, dédiée aux chercheurs et ingénieurs de l'IMT et membres de l'UR, a rassemblé une quarantaine de participants, dont une très grande majorité en présentiel et en provenance de 5 écoles de l'IMT : IMT Atlantique, IMT Nord Europe, Télécom SudParis, Mines Saint-Étienne, IMT Mines Alès. Après une présentation plénière de Matthieu Faure, Directeur de projets « Formation des professionnels de santé et transformation numérique du médico-social » à la Délégation Ministérielle au Numérique en Santé du Ministère des solidarités et de la santé, les participants ont activement participé à quatre ateliers de travail à l'interface entre IA et Santé : L'évaluation des dispositifs médicaux numériques ; La médecine personnalisée ; Le rôle des émotions, l'IA et l'ingénierie numérique ; Le texte clinique dans tous ses états.
- L'Unité EuroMov Digital Health in Motion a organisé [une journée scientifique](#) le vendredi 23 juin 2023 à l'occasion des 10 ans du bâtiment EuroMov. A cette occasion, la matinée a proposé des visites des plateformes de l'unité de recherche, des démonstrations, des posters des activités de recherche passées et actuelles avec les chercheurs et entrepreneurs du centre. Deux conférences plénières ont été proposées dans l'après-midi sur des thématiques de recherche développées au centre croisant les domaines scientifiques du Mouvement Humain, de la Santé et de l'Informatique. Pas moins de 150 personnes ont participé à l'événement.
- En outre, plusieurs réunions de projet (entre 10 et 30 personnes) sont organisées chaque année, principalement sur la scène régionale (par exemple, réunions du pôle Biologie Santé de l'Université de Montpellier, des groupes de travail de la Métropole Medvallée), nationale (par exemple, réunions des partenaires des projets ANR) et européenne (par exemple, les réunions du comité de pilotage des projets H2020).

Plusieurs membres de l'Unité exercent des responsabilités éditoriales au niveau international :

Revues scientifiques référencées avec comité de lecture

- Stéphane Perrey : **Specially Chief Editor** - Physical Neuroergonomics, **Associate Editor** – Frontiers in Neuroscience (Brain Imaging and Stimulation, Motor Neuroscience) ; <https://loop.frontiersin.org/people/72662/overview>
- Yannick Stephane : Membre de l'Editorial Board de Psychology and Aging (<https://www.apa.org/pubs/journals/pag>) et de l'European Journal of Personality (<https://journals.sagepub.com/editorial-board/ERP>)

Collections d'ouvrages – Numéro spécial

- *Frontiers in Neuroergonomics* (2022). Understanding Brain Mechanisms Underpinning Physical Movement and Exercise. Editeurs Invités : WP Theo, Perrey S ; <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2022.1014597>
- *Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Science* (2023). Penser l'interdisciplinarité en pratique Editeur Invité : Nourrit D ; <https://doi.org/10.46298/jimis.11316>
- *Frontiers in Physiology* (2024). Muscle Oxygenation and Vascular Adaptations in Sports Performance and Rehabilitation. Editeurs Invités : Yáñez-Sepúlveda R, Rojas Valverde D, Parraca JA, Billaut F, Perrey S and Vasquez-Bonilla AA ; <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1502939>
- *Brain Sciences* (2020). Studying Brain Activity in Sports Performance. Editeur Invité : Perrey S ; <https://doi.org/10.3390/brainsci10120980>
- Editeur invité : Magnier B pour les journaux suivants : Journal of Imaging, (SI: Edge Detection Evaluation, closed in 2021) , Guest Editor: Frontiers, (SI : Brain Imaging Methods, closed in 2023), Sensors, (SI: Digital Image Processing and Sensing Technologies, closed in 2024), Sensors, (SI: Digital Image Processing and Sensing Technologies—Second Edition, in progress).

Plusieurs membres de l'Unité sont impliqués dans des instances de pilotage de la recherche ou d'expertise scientifique (agences de dotations et moyens à la recherche) a) l'échelle. * les expertises dans les revues scientifiques et colloques ne sont pas reportées ici (volumétrie importante).

- Internationale

Perrey S (2021) : Auckland Medical Research Foundation Project Grant

- Européenne

Bardy B (2021-2024) : Evaluator / Panel member Horizon Europe: MSCA Doctoral Networks 2021; HORIZON-CL4-DIGITAL-EMERGING-2021-01; HORIZON-CL4-HUMAN-2021-01; HORIZON-MSCA-2022-DN; HORIZON-CL4-2024-DIGITAL-EMERGING-01-03; HORIZON-CL4-2024-HUMAN-03-02

Perrey S (2022-2024) : Swiss National Science Foundation (SNSF), Italian Science Fund (FIS), LASERLAB CUSBO

- Nationale

Perrey S (2023-2025) : Membre du Comité ANR ASTRID Accompagnement Spécifique de Travaux de Recherches et d'Innovation Défense.

Référence 4. La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.

Pour l'ensemble des travaux scientifiques produits, l'UR applique les stratégies de ses tutelles en matière d'intégrité scientifique et la science ouverte (cf sections dédiées). Elle incite et informe sur ces deux points à destination de l'ensemble des membres, en sachant que des formations obligatoires (cf Arrêté 2018) sont proposées sur l'intégrité scientifique au sein des 2 Écoles Doctorales de l'Unité qui appartiennent au Collège Doctoral de l'Université de Montpellier.

Suite à l'augmentation grandissante de supports de recherche (conférences et revues/éditeurs dit « prédateurs »), l'Unité s'est engagée à ne pas utiliser systématiquement les indicateurs bibliométriques comme substituts à la mesure de la qualité individuelle des productions scientifiques. L'Unité adhère au manifeste DORA (Déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche) qui témoigne de l'engagement à respecter certains critères dans l'évaluation de la recherche. Avec la généralisation de l'Open Access, et des modèles économiques concurrents qui se sont imposés, tels que le modèle des APC (frais de publication payés par l'auteur ou son institution), l'Unité à travers ses membres cadre HDR incite à publier dans des supports scientifiques qui respectent les bonnes pratiques de peer-reviewing avec des garanties. Pour ce faire, l'Unité encourage ses membres à participer à des webinaires réguliers sur ce type de pratique, organisés par le service Science Ouverte et Accompagnement à la Recherche de l'établissement UM. L'accompagnement actuel réalisé est la mise en œuvre d'une formation orientée sur les choix de publication (équilibre entre rigueur, rapidité et rapport qualité-prix) et les pratiques de publication et conférence prédictrices pour tous les chercheurs dès les stages de Master, qu'elles soient intégrées à des cours d'intégrité et/ou d'éthique existants. Les moyens actuels pour accompagner les membres de l'Unité se résument aux discussions et recommandations au sein de l'Unité (CoDU, AG), aux webinaires des service la Science Ouverte et aux formations (format MOOC) proposées par le Collège Doctoral.

Concernant la contribution des personnels dans les travaux scientifiques, l'Unité a adopté de par sa démocratisation dans de nombreux journaux scientifiques la taxonomie CRediT (Contributor Roles Taxonomy - nouveau site 2022) qui liste 14 types de contribution avec les rôles et activités associées. Généralement, le premier auteur est le Doctorant et ses différents encadrants sont dans les derniers auteurs, le directeur principal HDR étant le dernier auteur.

L'Unité est très attachée depuis plus de 10 ans aux bonnes pratiques concernant l'éthique et la gestion des données vis-à-vis de sa production scientifique en respectant la personne humaine à travers ses travaux scientifiques. Elle a œuvré à la création d'un comité d'éthique de la recherche en propre depuis 2016 (Institutional Review Board -IRB EuroMov). Toute activité de recherche portant sur des participants humains, menée par un membre du personnel de EuroMov DHM, doit être évaluée et approuvée sur le plan de l'éthique avant que la recherche ne débute. Au cours de sa dernière année de fonctionnement (janvier à juin 2022), à titre d'exemple, l'IRB s'est prononcé pour 16 avis favorables (16 sous réserve) ; 0 avis suspendus ; 0 défavorables.

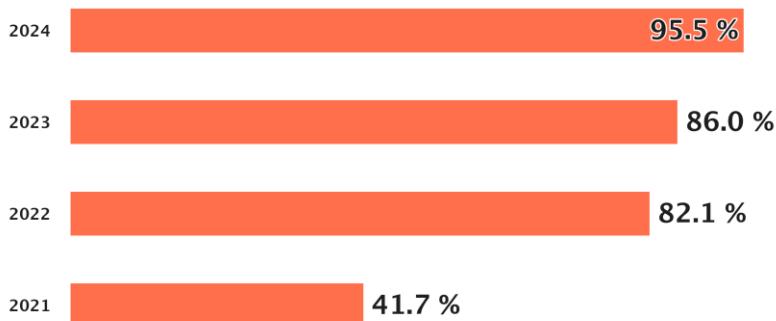
A la création du Comité d'éthique de la Recherche de l'établissement UM ([CERUM](#)) en février 2022, le modèle IRB EuroMov DHM a été modifié pour s'adapter au modèle proposé par le CERUM. Ce modèle est utilisé depuis juin 2022 pour toute activité de recherche qui ne relève pas d'une demande à un Comité de Protection des Personnes (CPP) au regard de la loi Jardé. Les demandes d'avis consultatif formulés au CERUM concernent la plupart des travaux scientifiques effectués à EuroMov DHM de recherches portant sur la personne humaine mais ne visant pas à augmenter les connaissances médicales ou biologiques. Il est à noter que le CER STAPS est parfois également sollicité par les membres de l'Unité (4 demandes recensées au cours de la période 2020-2024). Soucieux de faire évoluer le plan de gestion des données indissociable de l'avis du comité d'éthique, le [PGD structure EuroMov DHM](#) (Annexe 9) a été créé avec la cellule d'appui à la Recherche du Service commun de documentation de l'Université de Montpellier. Enfin, une demande à un CPP est systématiquement réalisée pour les travaux de recherche clinique effectués au sein des plateaux technique « mouvement » des établissements de santé partenaires (CHU Nîmes, CHU de Montpellier, Clinique Beausoleil à Montpellier, Clinique du Souffle à Lodève) ou dans certains contextes (évaluation de qualités physiques, réentraînement) au bâtiment EuroMov lorsqu'il s'agit de populations saines adultes.

Pour assurer la traçabilité et la reproductibilité de ses résultats, l'Unité a adopté depuis la mise en place de son IRB, désormais CERUM une procédure interne concernant la Protection de la vie privée et des données (cf Annexe 10 document cadre CERUM EuroMov DHM). En Septembre 2024, l'Unité en tant que structure de recherche béta testeur pour le pôle Biologie Santé a mis en place à destination des Doctorants et chercheurs de l'Unité le cahier de laboratoire électronique (CLE ou ELN pour Electronic laboratory notebook, eLab FTW Annexe 11) comme l'alternative/complément du cahier de laboratoire papier, afin de documenter au jour le jour les activités de recherche et le détail des travaux scientifiques. Un cycle de formation a été réalisé à l'automne 2024 à destination des jeunes chercheurs et des administrateurs avant un déploiement total pour les activités de recherche dès 2025. Deux instances ont été créées : EuroMov DHM-eqR-Recherche et EuroMov DHM-eqT-Factory

L'Unité a adopté en conformité avec ses deux tutelles (cf ci-dessous) une politique incitative forte à la science ouverte. L'ensemble des travaux de recherche doivent exploiter différents outils mis en place depuis quelques années au sein de l'UR pour assurer une traçabilité et transparence des productions. Tous les enseignants-rechercheurs ainsi que les étudiants en formation sont amenés à suivre les procédures adoptées en CoDU avant de réaliser quelconques travaux. Chaque membre de l'UR possède un identifiant chercheur ORCID ID et idHAL

Baromètre de la science ouverte de l'UR via ce [lien](#)

Périmètre 1063481, 1100796 : Taux d'accès ouvert des publications scientifiques du périmètre 1063481, 1100796, avec un DOI Crossref, parues durant l'année précédente par année d'observation



Baromètre français de la Science Ouverte – CC-BY MESR, Sources : Unpaywall, HAL, MESR, Périmètre 1063481, 1100796

Ce graphique (données mises à jour au 3 décembre 2024) présente, pour chaque année d'observation depuis 2020, le taux d'accès ouvert des publications scientifiques du périmètre EuroMov DHM (1063481, 1100796), avec un DOI Crossref, parues durant l'année précédente. Ainsi, 86.0 % des publications scientifiques du périmètre 1063481, 1100796, avec un DOI Crossref, publiées en 2022 étaient en accès ouvert en 2023 (date d'observation). Pour l'année de publication 2023, ce taux s'élève à 95.5 %. Le taux d'accès a donc évolué de 9.5 points en une année. L'évolution est de 53.8 points de 2021 à 2024.

Stratégies des tutelles en matière d'intégrité scientifique et de Science Ouverte.

La tutelle UM met à disposition de ses unités de recherche : une charte de signature des publications scientifiques, une charte relative à l'intégrité scientifique, un comité d'éthique, un portail HAL-UM regroupant les collections des publications de ses unités de recherche, un espace institutionnel dans l'entrepôt de données Recherche Data Gouv pour la mise à disposition des jeux de données de ses unités, une aide pour les dépôts de publications dans HAL, et pour tout problème relatif à HAL (équipe Hal-assistance), et une aide pour la rédaction de Plan de Gestion des Données et les dépôts de données de la recherche au sein de l'espace institutionnel de RDG, ainsi que pour tout problème relatif aux données de la recherche (équipe données de la recherche). L'UR utilise l'ensemble de ces ressources : 2 logiciels ont été déposés dans SoftWare Heritage (avec lien archive HAL). Concernant les dépôts sur Zenodo il est dénombré 5 de type « software » et 2 de type « dataset ». L'UR est une des premières à l'Université de Montpellier à avoir proposé un modèle de PGD co-rédigé par l'équipe d'appui à la science ouverte de l'UM à partir du modèle de PGD de l'UM (https://dmp.opidor.fr/public_templates?page=1&search=euromov; Version 1 16 juin 2022). L'UM fournit un bilan annuel du nombre de publications de l'unité répertoriées dans le Web of Science et dans HAL (de 60 à 98) ainsi que le taux de respect de la charte de signature des publications de l'unité de 96,5% à 99%) et le taux de publications accessibles en texte intégral dans HAL (de 48% en 2021 à 70,4% en 2023).

En complément des modules de formation à l'éthique et l'intégrité scientifique (obligatoire pour les Doctorants en référence à l'arrêté du 25 mai 2016), un outil anti-plagiat (Compilatio) est disponible sur l'ENT via l'UM et l'IMT. Un accompagnement institutionnel est mis en place sur la Science Ouverte à l'UM et l'IMT (cf élément proposés dans le Domaine 1 – « Politique des tutelles et organisation »). Dans le cadre de sa politique en matière de publications, l'UM a signé des accords avec un certain nombre d'éditeurs (Elsevier, Wiley...) pour une exonération partielle ou totale des frais d'APC (Article Processing Charges) pour les enseignants-chercheurs des unités dont elle est tutelle. L'UM et l'IMT promeuvent la publication en Open Access en favorisant le modèle "Diamant" (liste des revues "diamants" par discipline). L'UM participe au financement de PCI (Peer Community In), processus gratuit de recommandation et de publication d'articles scientifiques par les pairs.

A l'IMT Mines Alès et l'UM, des temps forts ont été mis en place chaque année depuis 2019 pour sensibiliser les personnels à l'accès ouvert de leurs publications, en particulier l'opération « **HAL Days** », devenue « **Journées Science Ouverte** » depuis 2023. Sur une semaine en juin, des actions et événements dont proposées à l'ensemble des personnels scientifiques, afin de développer une culture d'établissement autour de la diffusion en accès libre et de créer un espace de partage de pratiques entre les différentes communautés de recherche : i) permanences de dépôts de PDF afin d'augmenter le taux des publications en accès libre des publications ; ii) des « micro-conf », créées et animées par les enseignants-chercheurs correspondants biblio (« rédiger un data paper », « Open Access : publier autrement », « Soumettre son premier article », etc.)

Tableau 5. Bilan des 33 thèses soutenues (cf Tableau Données)

	2020	2021	2022	2023	2024
Nombre de thèses soutenues	4	9	6	7	7
Nombre de thèses en accès libre via HAL thèses (n=19)	3	8	2	3	3

Domaine 3. Inscription des activités de recherche dans la société

Référence 1. L'unité se distingue par la qualité de ses interactions avec le monde culturel, économique et social

L'UR a poursuivi et développé des activités recherche de défis sociétaux afin de maintenir un lien constant avec les parties prenantes dans les domaines de l'économie, de la culture et de la santé. Les différentes interactions avec les mondes culturels, économique et de la santé font l'objet de contrats de recherche supervisés par les cellules de valorisation des deux tutelles de l'UR (service DIPA avec une chargée d'affaire côté UM ; chargée d'affaire côté IMT Mines Alès). L'activité contractuelle, les publications ou encore la propriété intellectuelle constituent des articles précisés dans la convention cadre de l'UR EuroMov DHM (UM n°240019).

Monde économique

Du fait de son rattachement au ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique, les recherches de l'IMT Mines Alès sont orientées vers des solutions techniques et méthodologiques répondant à des enjeux industriels.

Ces travaux peuvent concerter aussi bien la recherche fondamentale que la recherche appliquée. L'IMT Mines Alès est membre du Carnot M.I.N.E.S. L'objectif du label Carnot est de renforcer durablement le transfert de connaissances et de compétences vers l'économie dans les domaines des UR. Cela se fait dans la perspective de la compétition mondiale, en développant une activité de recherche en partenariat direct avec l'industrie, en assurant la qualité scientifique des activités de recherche. Cet environnement propice se traduit au sein de l'UR par des projets orientés vers l'Industrie 5.0 (le projet Opergo-TMS) coordonnés par O. Ben-Ammar et P. Slangen. Ce projet tourné vers les troubles musculosquelettiques a pour objectif de réduire la pénibilité au travail en particulier au sein des manufactures, dans une démarche d'Industrie 5.0, replaçant l'humain au cœur du processus de fabrication.

L'Unité a obtenu au cours de la période 12 financements de doctorants en CIFRE (4 thèses CIFRE ont été soutenues) avec différents partenaires issus des milieux professionnels de la santé (cliniques Fontalvie, Beausoleil ; CHR d'Orléans ; Siemens), du sport (clubs professionnels : MHSC, OL ; Union nationale sportive Léo Lagrange), ou encore des startups #deeptech (Beathealth, Seenovate). L'ensemble de ces travaux pluriannuels de thèse est sous convention de recherche avec les partenaires de la CIFRE.

Monde de la santé

L'UR à travers ses deux tutelles (Axe Dorsale Santé-IMT Mines Alès et EA Mouvement pour la Santé-UM) possédait en amont de la fusion, des partenariats étroits avec le milieu clinique dans les domaines de la Rééducation, de la Neurologie ou encore de la Schizophrénie. La configuration souhaitée de l'UR avec un des piliers sur la Santé justifie les nombreuses interactions avec les structures de recherche cliniques et hospitalières entre Alès et Montpellier. Plusieurs travaux de thèse sont réalisés au CHU de Montpellier et au CHU de Nîmes via des projets cliniques adossés aux travaux scientifiques de l'UR (ex. en paramédical : PHRIP-18-0731 de K. Bakthi, Appel à Projets Interrégional Recherche en Soins-APIRES de B. Ben Zaki) ; des contrats doctoraux en santé (2 avec le CHU de Nîmes, A. Dupeyron et 1 avec le CHU de Montpellier, K. Bakthi - FHU Regenhab) ont été obtenus au cours de la période d'évaluation. La coordination du plateau mobilité de l'entité CARTIGEN du FHU Regenhab a favorisé plusieurs travaux de recherche exploratoire sur la quantification du mouvement. Certains d'entre eux étant en collaboration avec des structures sportives du CREPS (exemple : Centre National de VolleyBall) En outre, plusieurs médecins sont inscrits à temps partiel dans des programmes de formation Doctorale à l'ED Sciences du Mouvement Humain (CHU de Nîmes : 2, A. Homs, E. Pantera ; CHU de Montpellier : 2, M. Julia, B. Benzaki). Finalement, plusieurs financements CIFRE ont été réalisés pendant la période avec différents partenaires du monde de la santé : la clinique du souffle La Vallonie (3, V. Cabibel, P. Caille, M. Desachy) et la clinique Beausoleil (1, A. Bourdon).

Monde culturel

Au cours de la période, l'UR a développé des programmes de recherche dans le domaine Arts & Sciences (cf. élément du Portfolio).

Dans le cadre de la résidence de recherche et d'écriture Arts/Sciences d'artiste de Leonardo Montecchia à l'Université de Montpellier, le service art & culture de la direction vie des campus de l'Université de Montpellier a programmé des ateliers et rencontres de 2022 à 2024 autour des croisements entre la danse et différents thèmes scientifiques ciblés sur le mouvement au sein du Bâtiment EuroMov. L'UR a accueilli [en Résidence](#) pendant deux périodes de septembre 2023 à septembre 2024 Léonoardo Montechia afin de créer une oeuvre écrite « La pensée du corps en mouvement ». Ce travail a généré un grand nombre d'expériences, de débats et de réflexions, d'interviews ainsi qu'un volume important d'archives, images et écrits avec plusieurs membres de l'UR.

Le projet Embodied Art a été mis en place avec le peintre contemporain [Ralf Altrichter](#) pour le 23 Juin 2023 lors du 10eme anniversaire d'EuroMov. Dans ses grandes lignes (le projet va se construire en avançant), Embodied Art a consisté à capturer le geste du peintre lors de la réalisation d'une oeuvre originale pour l'anniversaire d'EuroMov, visualiser la représentation du geste rendu dans un espace graphique, et présenter côté à côté l'oeuvre originale et son jumeau gestuel. Cette expérience artistique inédite est fondée sur les théories de l'embodiment développées au sein de l'UR, en appui sur les outils de capture du mouvement (Qualysis, x-sens) et des sciences des données (systèmes dynamiques, réduction dimensionnelle, IA).

Organisé par Dominique Lafon-Pham, une performance mêlant art et sciences a pu se tenir au HUB le 24 mai dernier ; Une cinquantaine d'élèves de CM1 et CM2, de l'école Romain Roland, a été invité à une performance de Carmelo Zagari, artiste peintre et professeur à l'école des beaux-arts de Montpellier, sous la supervision d'Isabelle Marc et Pierre Slangen, qui ont pu capturer ses mouvements corporels et oculaires.

L'UR est impliqué depuis 2024 dans des manifestations Grand Public associant Musique et Cerveau. C'est le cas par exemple de la conférence – Débat (Déc 2024) *L'écho des Neurones : trois musiciens s'accordent en musique et en cerveau* à la Cité des Arts de Montpellier (et à la Journée des Neurosciences qui a mobilisé différentes ressources humaines (10 membres concernés) et de multiples compétences technologiques et scientifiques.

L'UR a été retenu lors du comité scientifique de 2024 pour organiser la conférence internationale sur le mouvement et l'informatique ([MOCO](#) : Movement and Computing). MOCO vise à rassembler les universitaires et les praticiens intéressés par l'étude informatique, la modélisation, la représentation, la segmentation, la reconnaissance, la classification ou la génération d'informations sur le mouvement. MOCO se positionne dans les domaines interdisciplinaires émergents entre l'art et la science. MOCO 2026 sur la thématique de la Santé sera organisée du 23 au 25 avril à la Cité des Arts.

Chercheurs hébergés

En complément des personnels permanents dans les trois grandes structures / tutelles (UM, IMT Mines Alès et CHUs) qui composent l'UR, d'autres personnels avec un employeur externe (exemple : Association Sportive Léo Lagrange -S Ezzina-, Institut d'Ostéopathie Toulousaine -L. Molle-, Clinique Beausoleil -C. Aerts-) se sont inscrits dans les activités scientifiques de l'UR et sont référencés comme chercheurs hébergés (sous convention de recherche).

Référence 2. L'unité développe des produits et des services à destination du monde culturel, économique et social.

Les partenariats de l'UR avec le monde économique se caractérisent par plusieurs actions et productions. Un accompagnement de création d'entreprises à l'aide d'une chargée d'affaire (C. Cerutti, espace accueil bureau présent au bat. EuroMov) de l'Incubateur Mines Alès a permis au cours de la période l'élaboration de programmes de recherche & développement avec plusieurs sociétés : DiappyMed, Semaxone, Nestep. Un brevet a été obtenu (BeatHealth, 11690535 le 4/07/2023). Plusieurs entreprises (Semaxone ; DiappyMed ; Nestep) ont été accueillies au sein des locaux du bâtiment EuroMov. Le dispositif Companies & Campus de l'Université de Montpellier avec convention de recherche a accentué les collaborations de Recherche pérennes et la création d'emplois pour Semaxone, DiappyMed et BeatHealth.

Les travaux de valorisation et activités de diffusion des résultats obtenus de l'UR auprès des acteurs du monde économique, culturel et social sont multiples. Au cours de la période, l'UR a organisé différents moments d'échanges et rencontres associant le public et le privé et l'ensemble des structures d'accompagnement à l'innovation et la création d'entreprises (BIC pour Business & Innovation Centre de la Métropole de Montpellier ; AD'OCC agence de développement économique accompagne l'ensemble des entreprises de la région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée ; FrenchTech Montpellier). Une soirée [Networking](#) à l'occasion du congrès de l'ACAPS 2021 a permis de favoriser des échanges entre entrepreneurs et chercheurs autour de 4 grandes thématiques ciblées portées sur l'innovation dans le sport et le numérique : data-driven innovation, device-driven innovation, simulation-driven innovation et material-driven innovation. L'UR participe à [l'écosystème Medvallée](#) via un groupe de travail sur Sport Santé. L'UR a organisé 2 demi-journées de rencontres (le 8 mars 2021 et le 12 juillet 2022) sur Recherche-Valorisation-Innovation afin de présenter ses activités et résultats aux acteurs de l'entrepreneuriat précités.

Une des plateformes de recherche de l'UR qui s'est développée pendant la période (contrat de recherche avec le Réseau de Transport d'Electricité et EDF, A. Legros) conduit des travaux scientifiques sur les effets des champs électromagnétiques sur l'homme. L'expertise du Dr. A. Legros, chercheur hébergé à l'UR est sollicitée pour participer à la création de normes ([ICNIRP](#) et [IEEE standard C95.6](#)) sur l'exposition des champs électromagnétiques chez l'homme. Les travaux effectués portent notamment sur les effets de l'exposition au champ magnétique 50/60 Hz sur le système nerveux humain d'une part, et aux niveaux maxima d'exposition que peuvent rencontrer les agents RTE d'autre part, parmi lesquels les plus exposés sont les travailleurs sous tension.

Référence 3. L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

L'UR a participé à de nombreuses manifestations afin de partager ses travaux à destination du grand public. Dans le cadre de la fête de la science, notamment en 2023 sur la thématique Science et Sport, l'UR a été très investie via différentes actions : ateliers au Palais Universitaire organisés par J. Boiché, accueil des scolaires à l'IMT Mines Alès, conférence – Débat par S Perrey, [Apport de la science dans l'entraînement des sportifs](#) ; Ambassadrice de la Région Occitanie [Samar Ezzima](#).

La diffusion des résultats des travaux de recherche de l'Unité auprès d'un public large et non spécialisé est une exigence des membres d'EuroMov DHM, comme un retour sur investissement pour la société, comme un moyen de maintenir les membres de l'Unité ouverts à l'environnement social et économique extérieur. Au cours de la période, les membres de l'Unité ont régulièrement contribué à des événements régionaux et nationaux (bar des sciences, pint of science, etc.). L'Unité a également consacré du temps et des efforts à la rédaction de dossiers dans des journaux et des magazines (par exemple, Le Figaro, Les Echos), et a contribué à plusieurs émissions télévisées (par exemple, France TV) ou lors d'émissions radio. A noter que l'UR est sollicitée régulièrement pour l'accueil de Stages (Collège, Lycée) sur ses 2 sites (4 à 6 stagiaires à Montpellier et à Alès).

L'UR a coanimé une rencontre Débat le 12 avril 2022 à IMT Mines Alès au Hub de la créativité sur la thématique de la [Santé Numérique en Mouvement](#)

Journaux et presse écrite

[Les Echos](#) Juillet 2021 ; Intelligence artificielle : IMT Mines Alès et l'Université de Montpellier créent une unité de recherche. S. Perrey et J. Montmain
[IM'Tech](#) Novembre 202 ; La capture de mouvement pour la santé et le sport. P. Slangen
[Hospitalia](#) Novembre 2022 ; EuroMov Digital Health in Motion : les nouvelles technologies et la recherche au service du mouvement. S. Perrey
Le [Journal des Entreprises](#) ; Mai 2022 ; La sportech se muscle dans la filière santé. S. Perrey
[IM'Tech](#) Décembre 2024 ; Cancer de la prostate : prédire, modéliser et personnaliser pour mieux soigner. B.Magnier et N. Sinoilliez
[France Info](#) Janvier 2024 ; Se baigner dans une eau glaciale : bienfaits et risques pour la santé. S. Perrey
[Radio- Canada](#) Janvier 2024 ; La science derrière les baignades en eau froide. S. Perrey.
[Le Point](#) Octobre 2023 ; Comment la technologie booste les sportifs
[MidiLibre](#) Octobre 2023 ; A Montpellier, Euromov décortique les gestes des sportifs de haut niveau.
[L'Equipe](#) Novembre 2024 ; Repères chamboulés et sensations fortes : Charles Leclerc a testé un vol en Rafale. S. Perrey
[Femme Actuelle](#) Décembre 2024 Les bains d'eau glacée sont-ils vraiment bénéfiques pour le bien-être et l'immunité ? Des experts répondent. S. Perrey

Journal de l'Université

[LUM#17] 2022 [SKY IS THE LIMIT](#), Stéphane Perrey
[LUM#17] 2022 [THÉRAPIES HIGH-TECHS : DES TRAITEMENTS ET DU DIVERTISSEMENT](#), Benoît Bardy
[LUM#20] 2023 [MÉTAVERS EN MOUVEMENT](#), Benoît Bardy
[LUM#20] 2023 [IL Y A TOUJOURS TRÈS PEU DE FILLES QUI FONT DU RUGBY](#), Julie Boiché
[LUM#20] 2023 [NUITS MOUVEMENTÉES](#), Valérie Cochen De Cock

Interventions radios

- L'apostrophe (l'Mtech) : « Sport Augmenté, le numérique en piste ». Jacky Montmain et Pierre Slangen : <https://imtech.imt.fr/2024/06/14/sport-augmente-le-numerique-en-piste/>
- Transi'sciences (RGO) :
 - 2021 « Sur la route des doctorants »
 - Avril 2021 : Quentin Perez : [Faut-il être geek pour faire une thèse en informatique ?](#)
 - Mai 2021 : Ali Yaddaden : [Comment l'intelligence artificielle nous facilite-t-elle la vie ?](#)
 - 2023 « IA et web sémantique » : <https://radiogrilleouverte.com/podcast/transiscience-061023-ia-et-chat-qpt-andon-tchechmedjiev/>. Andon Tchechmedjiev
 - 2023. Visite de l'exposition "Electrosound" : <https://radiogrilleouverte.com/podcast/sur-la-route-des-ondes-021123-patrice-guyot-expo-electro-sound/>. Patrice Guyot
 - 2024, « La motion capture » : <https://radiogrilleouverte.com/podcast/transiscience-011124-pierre-slangen-motion-capture/>. Pierre Slangen
 - 2024. "Sur la route des ondes" : <https://radiogrilleouverte.com/podcast/sur-la-route-des-ondes-130224-radio-patrice-guyot-labo-euromov-dhm/>. Patrice Guyot.
- A l'UM La Science – Radio Divergence FM
 - # [La science s'amuse](#), 2021 De l'innovation collaborative au flying carpet d'EuroMov. S. Perrey
 - # [La science s'amuse](#), 2021 De la psychologie des gestes barrières aux insectes de quarantaine. Y.Stephan
 - # [De Semaxone à la Réalité Virtuelle](#), 2022, S. Perrey, G. Belda
 - # [La Marche à la Maison](#), 2023, B. Bardy
 - # [De Marie Huot à Eurostim](#), 2023, A. Legros
- Bardy's Beat: A Movement Research Odyssey, 2023. [PodCast # BeyondPhrenology](#)

Manifestations et conférence grand public

- Pierre Slangen (Pint of Science 2023 : "Capturons le mouvement", Fête de la Science : "La capture du Mouvement ...en Mouvement" (2023), "Voir l'invisible..." (2017-2022), Université du Tiers Temps (U Mpl) : « Voir l'Invisible » (2023), Rencontres de la Photonique, BTS Photonique, lycée Champollion (Lattes), « Capture de Mouvement », 14 février 2023)
- Patrice Guyot, "Chaque son à sa place" (Conférence d'ouverture de la fête de la science au Pôle culturel et scientifique Alès, 2023).
- Dominique Lafon-Pham, « Dessine-moi un bison » (Conférence menée dans le cadre de la fête de la science au Pôle culturel et scientifique Alès, 2024).
- Pint of Science
 - Jacky Montmain, *Le chiffre a ses raisons que la raison ignore* (2022)
 - Gérard Dray et Pierre Slangen, *Cerveau et mouvement sous surveillance* (2023)
 - Dominique Lafon-Pham et Isabelle Marc, *Pigments et pixels, vous n'en croirez pas vos yeux* (2024)
- Journée d'Echanges Arts, Corps et Science, Octobre 2023. L. Montecchia, B. Bardy, J. Lagarde

Reportages TV, Films

- Reportage Planète+ Matière grise – Comment devenir un champion ? Janvier 2020. Les dernières recherches mondiales en neurosciences appliquées au sport révèlent que pour exceller, le cerveau d'un athlète compte autant que ses muscles. Stéphane Perrey, Pierre Besson, Vincent Cabibel.
- E=M6 Comment les pilotes supportent-ils ces conditions extrêmes ? Stéphane Perrey, Guilhem Belda
- C'est Toujours Pas Sorcier France.TV C'est toujours pas sorcier ; S6 E16 - La science du Football, Loïc Damm, Pierre Slangen, Stéphane Perrey

Papotages Scientifiques - Écran de Savoirs

Juliette Lozano Goupil ; [YouTube](#) avril 2022

Expérience de mentorat : [YouTube](#) avril 2022

Comment la recherche broie les jeunes chercheurs ; [YouTube](#) août 2023

Camille Muller ; [YouTube](#) avril 2022

Pauline Caille ; [YouTube](#) avril 2023

Camille Muller ; L'étude du cerveau et du mouvement - Sport et Sciences, ça bouge ! [YouTube](#) octobre 2023

Le Point. Stéphane Perrey ; Dans les coulisses de la préparation des sportifs - [Futurapolis Santé](#) 2023

Articles vulgarisation scientifique - The Conversation

9 avril 2024 - Bain glacé et douche froide sont-ils la panacée après l'effort ?
Stéphane Perrey et Marc Julia

21 février 2024 - Charge mentale : comment éviter une surchauffe du cerveau ?
Stéphane Perrey

11 juin 2023 - Comment la musique permet de lutter contre les effets de la maladie de Parkinson
Loïc Damm, Benoît Bardy et Valérie Cochen de Cock

23 mai 2023 - De la marche à la danse, comment cerveau et corps se mettent en rythme
Loïc Damm et Benoît Bardy

1 mars 2023 - Football : quand les données se mettent au service de la performance
Stéphane Perrey, Gérard Dray et Jacky Montmain

9 octobre 2022 - La fatigue : un phénomène psychophysiologique (normalement) sous contrôle
Stéphane Perrey

10 juin 2022 - Les défis que le vol acrobatique impose aux corps des pilotes
Stéphane Perrey

4 mai 2022 - L'apiculture dirigée par les données et les modèles
Gregory Zacharewicz et Baptiste Magnier

Films de l'UR : Quelques films ont été réalisés pour présenter l'UR, ou un projet scientifique ou encore une plateforme. Ci-dessous 3 liens sont proposés

[EuroMov DHM](#) 2022

[EmoSync](#) 2021

[Flying Carpet](#) 2022

3- 2 Synthèse de l'autoévaluation

Les faiblesses puis les forces au regard des références des trois domaines d'évaluation (Objectifs scientifiques, organisation et ressources de l'unité ; Les résultats, le rayonnement et l'attractivité scientifique de l'Unité ; Inscription des activités de recherche dans la société) sont soulignées dans les sections suivantes.

Faiblesses

- EuroMov Digital health in Motion a essayé de développer une culture de l'interdisciplinarité sur le contrat 2021-2026. Les enseignants-chercheurs du domaine numérique, rattachés à l'IMT, ont contribué à ce travail interdisciplinaire sans pour autant tourner le dos aux supports propres à leurs communautés, mais cette activité de recherche interdisciplinaire a nécessairement eu un effet sur le volume de la production scientifique disciplinaire. Il s'agit sans doute là d'un point qui explique que certains enseignants-chercheurs IMT de la composante numérique d'EuroMov Digital Health in Motion aient choisi de quitter l'unité : cette conciliation du disciplinaire et de l'interdisciplinaire ne leur était pas si naturelle et restera une variable à surveiller.
- L'UR est une unité interdisciplinaire, ce qui rend le dialogue au quotidien entre les enseignants-chercheurs d'autant plus nécessaire. Que l'UR soit bi-sites pourrait donc être perçu comme une menace, mais le contrat précédent, marqué par la crise de la Covid19 nous a contraints à monter très vite en compétences dans l'usage des outils de visioconférence.
- L'UR perd une partie conséquente de ses datascientists qui réintègrent une unité propre disciplinaire et domain-agnostic d'IMT Mines Alès. Pour autant, des recrutements (4 supports) sont d'ores et déjà prévus pour pallier cette défaillance. Les profils visés sont certes des datascientists, mais avec une appétence pour le domaine d'application de la santé et du bien-être.
- La convention de partenariat formelle entre l'Université de Montpellier et IMT Mines Alès, bien que prévue dès la création d'EuroMov Digital Health in Motion, sera signée courant 2025 ; elle est actuellement en cours de validation par les parties. Malgré cette absence de cadre officiel, nous avons su établir des modalités de fonctionnement efficaces, en définissant un mandataire unique pour les projets communs et en construisant des budgets partagés permettant le lancement d'actions conjointes de recherche, de formation et de valorisation.

Forces

- Coopération et appropriation des questions scientifiques ont été nos leitmotivs et témoignent d'une intégration réussie entre nos communautés scientifiques-sciences du numérique, du mouvement humain et de la santé : les enseignants-chercheurs d'IMT Mines Alès qui ont choisi de poursuivre l'aventure de EuroMov Digital Health in Motion sont aujourd'hui moteurs dans la définition des problématiques scientifiques de l'unité sur le contrat 2027-2031, alors que ces questionnements scientifiques étaient étrangers à nombre d'entre eux il y a encore cinq ans.
- Les enseignants-chercheurs des deux communautés issues des tutelles de l'unité ont appris à sa connaître ce qui confère d'ores et déjà à l'unité une maturité nouvelle et une robustesse acquise des thèmes de recherche comme en témoigne la reconduction de deux des thèmes initiaux de l'unité sur le contrat à venir. Les quelques ajustements qui ont été jugés nécessaires soulignent la prise de recul éclairée des enseignants-chercheurs de l'unité.
- L'initiative EuroMov Digital Health in Motion a permis de fédérer et consolider nos stratégies d'innovation, à l'interface de la recherche et du développement de dispositifs ou de services innovants, conduisant naturellement à l'accompagnement de startups incubées conjointement par l'Université de Montpellier et IMT Mines Alès avec quelques jolies success stories à la clé, activité de l'unité qu'il conviendra de pérenniser. Notre unité interdisciplinaire est un appui idéal à l'incubation de projets innovants dans le domaine de La Santé Numérique en Mouvement.
- L'unité EuroMov Digital Health in Motion s'inscrit dans une triple dynamique régionale, nationale et européenne. Au niveau régional, elle s'appuie sur l'I-Site MUSE et les appels à projets Région Occitanie (e.g. bourses doctorales Emergences). Sur le plan national, elle s'intègre dans les ambitions de l'IMT autour de la thématique stratégique Ingénierie Santé et Bien-être en particulier, tandis qu'au niveau européen, elle bénéficie de synergies qu'elle a su construire au fil du temps et des projets. La complémentarité entre la vision « financements acquis auprès des guichets de la recherche » de l'Université de Montpellier et la vision « recherche partenariale sur contrat direct avec l'industriel » de l'IMT ouvre un large champ des possibles à l'unité, en cohérence avec les deux ministères de rattachement des tutelles.
- Les membres de l'UR ont appris à publier ensemble. Chaque publication contribue non seulement à son domaine respectif, mais souligne également le rôle de l'unité inscrite dans la recherche interdisciplinaire, qui se consacre des connaissances, de la technologie et du bien-être de la société.

4- TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Introduction : histoire de l'Unité de Recherche

Le programme scientifique de l'UR EuroMov Digital Health in Motion est construit depuis 2020 sur un manifeste, à savoir la « fertilisation croisée de l'intelligence artificielle, des sciences du mouvement et de la santé pour comprendre la plasticité comportementale de l'homme, améliorer sa performance sensorimotrice, et développer de nouvelles approches numériques inspirées par cette plasticité ». Les lignes de recherche développées au sein de l'UR EuroMov Digital Health in Motion trouvent des applications novatrices dans les secteurs de la rééducation, de l'activité physique et du sport à des fins de performance et de santé, de l'avancée en âge, des interactions homme-machine et de la neuroergonomie. L'UR est jeune puisque créée en 2020. L'unité a su au cours des 5 dernières années conquérir une place de choix dans le paysage national et international de la recherche pluridisciplinaire avec des objets d'étude bien identifiés sur les déterminants et primitives du mouvement humain. Elle a élaboré un projet scientifique spécifique qui a signé son originalité et a contribué à développer sa réputation (cf. Domaine 2). Les premiers éléments de réussite s'appuient sur une très bonne intégration de l'ensemble des membres aux choix stratégiques et aux options scientifiques, d'une gouvernance partagée, d'une très bonne production des connaissances et partenariats avec le monde socio-économique et culturel depuis 2 ans, ainsi que le soutien aux doctorants et leurs productions de qualité. Les points faibles sont entre autres la nécessité d'un meilleur équilibre qui devra être trouvé entre le financement des actions au fil de l'eau et la promotion de projets émergents et innovants nécessitant un appui particulier. Concernant les objectifs scientifiques envisagés en 2020, ils ont été pour part atteints ; le thème LAC et l'Axe SemTaxm du contrat précédent nécessitent des changements suite à des difficultés à fédérer et financer certains travaux de recherche trop ambitieux et/ou restés isolés. Ces éléments, accompagnés d'un contexte stratégique institutionnel de l'IMT précisé ci-après ont permis de définir les trajectoires évoquées plus loin dans le programme scientifique des thèmes de l'UR.

Contexte de la stratégie 2023-2027 de l'IMT et d'IMT Mines Alès

Dans le cadre du plan France 2030 et du rapport « IA, notre ambition pour la France », l'État encourage une structuration pérenne de l'écosystème intelligence artificielle autour de priorités telles que l'IA responsable, souveraine et ouverte. L'IMT s'inscrit pleinement dans cette dynamique en plaçant la transition numérique et les systèmes intelligents au cœur de ses priorités stratégiques. Elle soutient une recherche de haut niveau en intelligence artificielle, data science et logiciels de confiance, dans une logique d'impact industriel, écologique et sociétal.

Dans ce contexte la Direction de la Recherche d'IMT Mines Alès a souhaité la création d'une Unité Propre de Recherche dédiée à la conception et au pilotage de systèmes intelligents par des approches intégrant intelligence artificielle, ingénierie logicielle, ingénierie des systèmes, modélisation et simulation, pour une transformation numérique de confiance, centrée sur l'humain et adaptée aux environnements dynamiques et incertains. Certains scientifiques des données ($n = 8$) d'EuroMov Digital Health in Motion quitteront donc l'UR EuroMov DHM pour intégrer la future unité propre SYCOIA (SYstèmes COmplexes de confiance et Intelligence Artificielle) de l'IMT Mines Alès. Pour autant, la complémentarité entre SYCOIA (machine) et EuroMov DHM (humain) permettra de développer des projets conjoints, notamment autour de l'interaction homme-machine dans le cadre de l'industrie 5.0, avec des applications comme l'analyse de la charge cognitive des opérateurs, l'évaluation des postures à risque ou la coadaptation des systèmes pour la performance globale du couple humain-machine. A ce jour, plusieurs thèses dont 2 amorcées fin 2024 permettent d'entretenir des liens étroits entre les deux structures de recherche qui débuteront leurs activités propres en janvier 2026.

Inscription des activités de recherche de l'Unité de Recherche

Les activités de recherche de l'UR s'inscrivent dans une dynamique de transfert vers le monde socio-économique, avec plusieurs projets menés en partenariat avec des entreprises (exemple de thèses CIFRE avec MovInMed ou MHSC, projets collaboratifs avec DiappyMed ou Semaxone). Des plateformes technologiques comme AIHM ou EuroMov Technological Platform soutiennent cette ambition en offrant des outils standardisés pour la captation, l'analyse et la modélisation du mouvement humain. Ces dispositifs facilitent la recherche appliquée, le prototypage de solutions intelligentes, ainsi que la co-conception de systèmes innovants en santé, sport et industrie.

Les membres de l'UR sont fortement impliqués dans la formation par la recherche, notamment à travers l'encadrement de thèses (doctorats académiques et CIFRE), ainsi que par la conception et l'animation de modules pédagogiques intégrant les résultats de la recherche dans des parcours de formation professionnelle, de master et d'ingénieur. Cette implication couvre plusieurs niveaux et dispositifs structurants :

- Institut de Formation en Psychomotricité de Montpellier : Enseignement dans les unités de formation, co-encadrement de mémoires de fin d'études, et collaboration à des projets de recherche appliquée sur les troubles psychomoteurs.
- Master Sciences et Numérique pour la Santé (Université de Montpellier) : Plusieurs membres de l'UR sont responsables d'enseignements dans ce parcours pluridisciplinaire master-ingénieur, à l'interface entre santé, mouvement et technologies numériques.
- Master STAPS (Université de Montpellier) – Ingénierie et Ergonomie de l'Activité Physique (IEAP) : À travers le parcours DigiMove, ce master forme des chercheurs et experts en ingénierie du mouvement et en numérique appliquée au sport et à la santé, en lien direct avec les problématiques portées par l'UR.
- Département 2IA (Informatique et Intelligence Artificielle) – IMT Mines Alès : Des membres de l'UR interviennent en tant qu'enseignants dans les unités de spécialisation et encadrent des projets de fin d'études en lien avec les problématiques des thèmes de l'UR.
- École de Santé Numérique de Montpellier (ESNbyM – AMI CMA ENSByUM) : Cette école interdisciplinaire vise à former les futurs acteurs de la santé numérique et les citoyens éclairés. L'UR y contribue activement, notamment sur les questions liées aux métiers émergents de la prévention, de la rééducation et de l'évaluation numérique.
- AMI CMA NSM5P – Numérique pour la Santé et la Médecine 5P par l'Innovation porté par l'Institut Mines Télécom : Des membres de l'UR participent au développement de modules pédagogiques innovants fondés sur l'analyse de marqueurs sensori-moteurs et sur l'exploitation de données physiologiques pour la médecine personnalisée.
- AMI CMA MACMIA – Massification des Compétences et Métiers de l'IA porté par l'Institut Mines Télécom : À travers la spécialisation Ingénieur Cogniticien proposée à IMT Mines Alès, l'UR contribue à la formation de profils hybrides en IA, santé, cognition et interaction, pour accompagner les transitions professionnelles induites par l'IA.

Globallement, l'UR entretient des liens forts avec les acteurs du monde non-académique, qu'ils soient industriels, associatifs, médicaux ou territoriaux. Les collaborations engagées avec des structures hospitalières (CHU de Montpellier), sportives (MHSC, fédérations) ou industrielles (Semaxone, Diapymed, LeadYou, BeatHealth) illustrent cette ouverture. Plusieurs membres participent également à la vulgarisation scientifique (articles pour The Conversation, participation à des conférences publiques) ou à la rédaction de recommandations nationales (ex. prévention des chutes). Ces actions renforcent l'ancrage territorial et l'impact sociétal de la recherche.

Le programme d'action prioritaire envisagé s'inscrit dans la continuité de la démarche initiée dès 2020 mais en renforçant différentes actions.

Tableau 6. Plan d'actions de l'UR pour le prochain contrat 2027-2031 avec une mise en œuvre dès 2026

Objectifs	Actions
Diversifier / Accroître les sources de financement et la reconnaissance de l'UR	Inciter chaque enseignant-chercheur à déposer un projet de recherche aux guichets de financement usuels, à co-encadrer des étudiants en 3 ^e cycle (Master Doctorat) Poursuivre le dépôt de projets Horizon, ANR (cibler les programmes) ; candidater à l'IUF Organiser des journées thématiques workshops de l'UR
Accroître la portée et l'impact des travaux, la valorisation et la propriété intellectuelle	Inciter les membres à se former à la valorisation et à l'innovation via le programme des tutelles Participer à des réseaux (Medvallee) et développer le nombre de Licences, Brevets et contrats de maturation Cibler des revues scientifiques emblématiques portés sur la pluridisciplinarité en favorisant les focus groupes : construire des programmes de recherche pluriannuels ambitieux pluridisciplinaires
Cibler et pérenniser les collaborations internationales	Favoriser la mobilité entrante et sortante pour les doctorants et enseignants-chercheurs : séjours > 2 mois Répondre à des Appels à projets Internationaux Communiquer via le site web de l'UR Organiser des journées thématiques workshops à l'international

Maintenir les relations avec les entreprises et l'innovation	Participer à des appels à projets locaux (actions PUI), nationaux (ANR PRCE, LabCom) et européennes (EIC Pathfinder) Stabiliser le nombre de CIFRE, d'accompagnement d'entreprises (incubation, SATT) Promouvoir les compétences de l'UR à référencer, et structurer / informer sur le réseau de plateformes Mouvement de l'UR (rôle de la Factory)
Accroître la diffusion des connaissances et participer à la formation à et par la recherche en Santé Numérique en Mouvement	Communiquer dans les médias et auprès de groupes professionnels, d'instances de formation Coordonner des actions de formations Recherche / entreprenariat en développant un réseau de collaborateurs
Renforcer les dispositifs initiés sur la Science ouverte et la gestion des données	Formaliser la politique Science Ouverte de l'unité, en favorisant notamment la publication en Open Access modèle "Diamant", Ouvrir à une meilleure gestion des données, codes et logiciels produits par l'unité en organisant ou en proposant des formations, en exploitant davantage le Plan de Gestion des Données Structure EuroMov DHM Accroître le dépôt des données de la recherche dans des entrepôts thématiques ou dans l'espace institutionnel RDG, en promouvant l'utilisation de Software Héritage pour archiver les codes sources et logiciels développés par l'unité, etc.

Sur la base de son autoévaluation, la projection scientifique de l'UR est décrite ci-dessous dans la perspective de son projet scientifique à cinq ans en prenant en compte ses acquis de recherche et de nouveaux enjeux de recherche identifiés. L'UR capitalisera ses activités à travers les trois pôles de compétences complémentaires la caractérisant, à savoir les sciences du Mouvement Humain portées par l'Université de Montpellier, les sciences du Numérique, incluant notamment la science des données et l'intelligence artificielle appliquée, portées par l'IMT Mines Alès, et les sciences de la santé portées par les partenaires hospitaliers. Dans la réorganisation de l'unité, deux grands thèmes historiques de l'UR évolueront et un axe transversal émergera. Ces trajectoires spécifiques sont rapportées ci-dessous. Les enseignants-chercheurs sont inscrits dans un thème ou axe en priorité mais peuvent développer des projets qui s'inscrivent dans l'autre thème ou l'axe. Le nouvel organigramme scientifique de l'UR est proposé à la figure 6. L'approche pluri- voire interdisciplinaire initiée en 2020 sera poursuivie et enrichie.

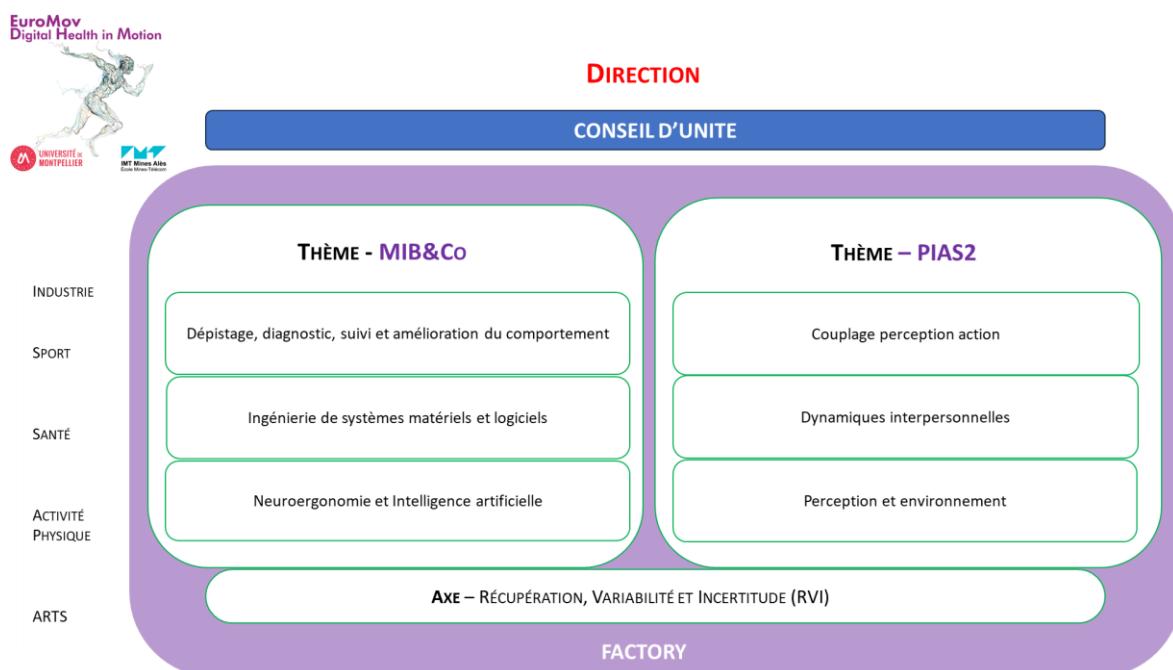


Figure 6. Organisation de l'UR EuroMov Digital Health in Motion en 2 grands thèmes (composés de 3 sous-thèmes), d'un axe transversal et d'un environnement d'appui à la recherche, la Factory. A gauche, les domaines d'application des travaux scientifiques de l'UR sont indiqués.

La restructuration du projet scientifique de l'UR tient compte des éléments majeurs justifiant son évolution (cf. 3 – 2) par rapport au projet du contrat 2020-2024. Les domaines de compétences positionnés sur 2 thèmes et 1 axe transversal en interaction avec un programme scientifique propre seront les supports à l'organisation de l'animation scientifique de l'UR et guideront le recrutement de nouveaux enseignants-chercheurs à partir de la campagne d'emploi de 2025 : à cette date, 2 supports MCF UM et 3 supports MCF IMT sont programmés en 2025-2026.

L'animation scientifique sera assurée par un groupe de travail dédié (1 responsable et 3 membres représentant chaque thème et axe) accompagné par la gestion administrative de la Direction. La place sera donnée à des séminaires pléniers bimensuels (membres invités externes et membres internes) afin de favoriser les échanges entre tous.

4.1.1. Thème Perception, InterAction, Synchronisation & Signal (PIAS2)

Trajectoire du thème

Le thème Perception, InterAction, Synchronisation & Signal (PIAS2) est une extension du thème Perception, In Action & Synchronisation (PIAS) officiant lors du précédent contrat (2020-2024). Ce dernier a permis de développer des études sur la perception et les synchronisations motrices au sein de plusieurs projets de recherche financés (e.g., projets Européens et nationaux). Les résultats expérimentaux, les modélisations ainsi que les collaborations issues de ces projets ont naturellement ouvert de nouvelles perspectives d'études permettant ainsi d'enrichir le thème PIAS en PIAS2.

La nouvelle trajectoire intègre, au-delà des études sur la perception et les synchronisations, les dimensions d'interactions et de signal. L'ensemble permet de proposer des projets originaux interdisciplinaires réunissant les sciences cognitives, les sciences du mouvement et les sciences des données autour d'interactions multiples. L'analyse des signaux est au service des coordinations propres à un individu (e.g., coordination intrapersonnelle) et entre individus/agents (e.g., coordination interpersonnelle, environnement, agents, humains sains et patients).

Le thème PIAS2 se structure autour de trois sous-thèmes complémentaires autour des notions d'interactions. Le premier sous thème étudie le couplage action-perception dans sa complexité. Il recoupe aussi bien des travaux sur la motricité au cours d'une interaction sociale que sur les modèles et les analyses issues de ces interactions. Le deuxième sous thème envisage les dynamiques de groupe dans une acception large. Ce sous thème intègre les questions scientifiques du leadership, des dynamiques émotionnelles et de l'analyse des performances sportives et artistiques. Le troisième sous thème est dédié à l'étude des interactions des humains, avatars et robots avec leur environnement. Il intègre l'analyse automatique de données audiovisuelles à partir de descripteurs explicables, l'analyse de la perception de différentes modalités sensorielles, et les dynamiques de ces interactions. L'ensemble de ces trois sous thèmes permet d'appréhender des questions scientifiques par le prisme de l'interdisciplinarité dans un contexte naturel et écologique.

Mots clés : Couplage – leadership – image – son – émotion – inter-agents – intelligence artificielle – modélisation – santé – activité physique – comportement humain.

Effectif du thème PIAS2

Le thème PIAS2 rassemble 12 membres, dont 7 enseignants-chercheurs habilités à diriger des recherches, sous la coordination conjointe de Patrice Guyot et Ludovic Marin.

	Prénom	Nom	Statut	Tutelle (employeur)
1	Benoit	Bardy	PR HDR	UM
2	Grégoire	Bosselut	MC HDR	UM
3	Valérie	Cochen De Cock	PH HDR	(Clinique Beau Soleil)
4	Christophe	Gernigon	PR HDR	UM
5	Patrice	Guyot	MC	IMTMA
6	Baptiste	Magnier	MC	IMTMA
7	Isabelle	Marc	MC	IMTMA
8	Ludovic	Marin	PR HDR	UM

9	Deborah	Nourrit *	MC	UM
10	Pierre	Slangen *	PR HDR	IMTMA
11	Nicolas	Sutton-Charani *	MC	IMTMA
12	Stefan	Janaqi	PR HDR	IMTMA

* participe à l'axe RVI

Objectif principal

A travers les trois piliers de l'unité de recherche, le mouvement, le numérique et la santé, le thème PIAS2 a pour objectif général de découvrir les lois régissant la perception humaine, les interactions et synchronisations entre les personnes et leur environnement, et d'améliorer l'analyse ou la génération des signaux et données numériques émanant de ces phénomènes. Les notions d'interaction et de synchronisation comprennent les relations inter-individus, individu-environnement (par exemple le rythme musical), humain-machine (avec également l'utilisation d'avatars), multi-agents (humains et non humains), ainsi que les coordinations motrices. PIAS2 vise également l'amélioration des techniques de traitement du signal, d'apprentissage automatique et de sciences de données, appliquées aux images, aux contenus audios, et aux différentes données numériques émanant des perceptions, des interactions et des synchronisations étudiées. Le thème ouvre de nombreuses perspectives cliniques, mais également des perspectives dans le sport et la pratique artistique.

Positionnement scientifique

PIAS2 est structuré autour d'une approche pluridisciplinaire des interactions associant les sciences psychologiques, du numérique et du mouvement. Cette approche s'appuie sur des approches écologiques, dynamiques issues des théories de l'émergence, ainsi que sur des outils d'analyses reposant sur le traitement du signal et l'intelligence artificielle.

L'étude du mouvement dans son ensemble nécessite des techniques de capture du mouvement originales développées au sein des différents sites du laboratoire EuroMov DHM. Les logiciels et les modélisations devront pour la plupart être créés ou au moins enrichis pour appréhender les projets sur l'étude du mouvement et de la perception au sein d'interactions toujours changeantes et non stationnaires.

Une perspective interdisciplinaire sera également envisagée par l'ensemble des membres de PIAS2 permettant ainsi de mettre à jour des modèles écologiques et interactifs de l'analyse de la motricité s'appuyant sur des techniques de l'intelligence artificielle.

Questions scientifiques transversales et interdisciplinaires

Les objectifs scientifiques du thème PIAS2 s'articulent autour de plusieurs questions de recherche, centrées sur l'étude des perceptions, des interactions et des synchronisations dans divers contextes : entre individus, entre un individu et son environnement, ou entre humains et agents artificiels. L'objectif est de mieux comprendre les mécanismes qui incitent un individu – qu'il soit sain ou atteint d'une pathologie – à se synchroniser avec autrui, ainsi que sa capacité à gérer cette interaction en fonction de ses caractéristiques propres. Cela soulève plusieurs questions :

- Quels sont les phénomènes psychologiques impliqués (par exemple cognitifs, émotionnels ou motivationnels) ?
- Quelles modalités sensorielles (vue, audition, toucher, etc.) sont mobilisées lors de l'interaction, et quels sont les processus perceptifs sous-jacents ?
- Comment analyser les signaux sensoriels, tels que ceux provenant du son ou de l'image, de manière à pouvoir les modéliser durant une interaction ?

Ces questions sont au cœur du thème PIAS2, qui cherche à élargir l'étude de la synchronisation du niveau individuel (intra-personnel) jusqu'aux dynamiques de groupe (inter-individus ou inter-agents), en passant par l'analyse des dyades (humain/humain, humain/avatar ou robot).

Sous-thème 1 : Couplage action / perception

Contributeurs : L. Marin, P. Guyot, C. Gernigon, G. Bosselut, B. Bardy, V. Cochen De Cock, P. Slangen, I. Marc

Le sous-thème 1 étudie le couplage action-perception dans sa complexité. Il recoupe aussi bien des travaux sur la motricité au cours d'une interaction sociale que sur les modèles et les analyses issues de ces interactions. Il regroupe trois différentes problématiques.

Problématique 1 : Synchronisations motrices, gestes coverbaux et performance motrice au cours d'interactions avec l'environnement social ou physique (réel ou virtuel)

Les interactions motrices sont une composante importante de nos relations sociales. D'une manière générale, leur analyse permet de comprendre le monde réel et d'améliorer nos outils numériques d'interaction. D'un point de vue clinique, les interactions des patients permettent de caractériser la motricité comme marqueur des pathologies mentales (autisme, schizophrénie, phobie sociale, etc.). L'objectif est d'augmenter les interactions motrices sociales chez ces patients à l'aide de protocoles de rééducation basés sur les gestes, postures et mimiques utilisés habituellement par les personnes saines. D'autre part les interactions humaines suggèrent des interactions verbales qui sont associées à une gestuelle coverbale complexe et fonctionnelle. Le projet ANR Syncogest regroupant des membres du site de Montpellier et d'Ales a justement pour objectif l'étude et la modélisation des relations langage et gestes coverbaux afin de développer des modèles génératifs dotant les agents conversationnels d'une gestualité naturelle et efficace en contexte de production de discours. Une nouvelle méthode d'analyse développée récemment par EuroMov DHM a permis de définir comment les gestes coverbaux doivent être réalisés pour qu'une interaction soit considérée comme « fluide » et naturelle. Ceci nous permet désormais d'étudier quelle gestuelle est dysfonctionnelle chez les patients souffrant de maladies mentales afin, plus tard, de déterminer avec l'aide des cliniciens comment remédier à ces dysfonctionnements avec ou sans l'utilisation d'avatar.

Les interactions entre la motricité et l'environnement prennent aussi la forme de couplages perception-action [Gibson, 1979]. Si ces couplages sont étudiés depuis des décennies en ce qui concerne la locomotion humaine [Fajen, 2021], on sait peu de choses sur leur rôle dans la régulation de l'effort physique. Par exemple, si la manipulation du flux optique influence la vitesse de marche [Baumberger et al., 2000, Guérin et al., 2008, Mohler et al., 2007] ou la performance cycliste [Parry et al., 2012], on ignore si l'effort est réglé différemment selon que le regard d'un athlète en contexte de performance se focalise sur des zones du champ visuel où la vitesse du flux optique apparaît comme maximale (zone proximale) ou minimale (zone distale). C'est ce que nous nous proposons d'étudier dans un programme de recherche réalisé en partenariat avec l'Université de Groningen (Pays Bas), programme dont les tout premiers résultats viennent de faire l'objet d'une première publication [Otten et al., 2025].

Problématique 2 : Interactions son et mouvement : indiquage rythmique, sonification

Les interactions entre sons et mouvement, présentes naturellement dans la vie quotidienne et dans des activités spécifiques, peuvent être favorisées et utilisées avec des objectifs cliniques, sportifs, ou artistiques. L'utilisation du rythme musical peut être utilisé à travers l'indiquage rythmique permettant de guider le mouvement. Dans ce cadre de nombreuses contributions liées à la réhabilitation de patients atteints de la maladie de Parkinson ont été proposées dans le sillage du projet BeatHealth. De nombreuses questions scientifiques restent ouvertes, notamment via les bénéfices de l'indiquage pour la marche sur le long terme, l'impact de ces bénéfices sur d'autres tâches rythmiques comme la production de parole, leur utilisation dans d'autres contextes, comme le surpoids, ou encore sur les paramètres rythmiques et musicaux les plus appropriés pour guider le mouvement.

Dans une relation inverse, le son peut être utilisé pour produire un retour sur le mouvement produit dans le cadre de la sonification. Dans le domaine du sport ou de la santé, la sonification de mouvement émerge en effet comme une technique innovante de stimulation de l'appareil sensori-moteur (voir [Schneider et al., 2019]). Elle permet d'améliorer les performances des sportifs, ou celles des patients atteints de troubles neurologiques ou de pathologies du mouvement. La sonification du mouvement a montré récemment des effets bénéfiques lors de la rééducation à la suite d'accidents vasculaires cérébraux [Schmitz et al., 2018], ou sur le contrôle moteur des patients parkinsoniens [Véron-Delor et al., 2020].

Problématique 3 : Acquisition, évaluation et neuromorphisme

L'évaluation et la mesure des synchronisations humaines complexes dans un environnement naturel constitue un challenge scientifique important. Les techniques simples de capture de mouvement (avec et sans marqueurs) peuvent être transposées en univers non contrôlé notamment à travers une connaissance fine des incertitudes associées validées par les techniques gold standard (type Qualisys ou Awinda Movella). Ces types d'acquisitions peuvent être corrélés à de l'imagerie rapide et au mouvement humain ou d'objets sportifs pour la détermination fine et l'optimisation du geste pour la compétition à haut niveau. La mesure de la synchronisation constitue également un défi scientifique quand on considère la diversité et les différentes

natures des tâches évaluées, allant de gestes coverbaux à la pratique musicale de groupe en passant par la pratique sportive. En terme applicatif, les feedbacks audiovisuels permettent d'envisager de nombreuses applications, par exemple via l'activité physique dans les espaces virtuels.

Si le phénomène de synchronisation entre humains s'exprime généralement sous forme motrice, il est également au cœur de notre fonctionnement cérébral. Les réseaux de neurones impulsifs, contrairement aux réseaux de neurones utilisés généralement en intelligence artificielle, modélisent de manière biologiquement plausible le fonctionnement du cerveau, en se basant sur la synchronisation entre neurones via l'envoi de potentiels d'actions, appelés « spikes » [Tavanaei et al., 2019]. Cette modélisation ouvre de nouvelles voies pour modéliser la synchronisation, par exemple dans le cadre d'une performance artistique, ou comprendre des phénomènes neuronaux liés à la perception du rythme, comme le « missing pulse » [Tal et al., 2017].

Sous-thème 2 : Dynamiques interpersonnelles

Contributeurs : C. Gernigon, G. Bosselut, B. Bardy, D. Nourrit, B. Magnier

Le sous-thème 2 intègre les questions scientifiques du leadership, des dynamiques émotionnelles et motivationnelles ainsi l'analyse des performances sportives et artistiques. Il regroupe trois problématiques distinctes.

Problématique 1 : Leadership

L'étude des équipes de travail, des équipes sportives ou des équipes de soin se caractérise par la volonté d'atteindre un objectif. Pour atteindre cet objectif des leaders peuvent être affectés à l'équipe ou émerger des interactions sociales. L'influence de ces formes de leadership sur la dynamique de groupe est primordiale pour comprendre des phénomènes émergents ou le fonctionnement de l'équipe (e.g., [Calabrese et al., 2021]). Plusieurs projets de recherche s'intéressent donc à l'influence du leadership sur la dynamique de groupe. Le fonctionnement de l'équipe est appréhendé d'un point de vue affectif, cognitif et comportemental.

Problématique 2 : Dynamiques émotionnelles

Lors d'une interaction entre deux ou plusieurs humains, les aspects émotionnels et motivationnels sont souvent occultés. Par exemple, l'empathie est associée à des comportements prosociaux et à une amélioration de la qualité des relations interpersonnelles. Un autre exemple est celui des synchronisations sensorimotrices au sein des groupes qui sont modulées par la valence émotionnelle induites chez les participants (e.g., [Bienkiewicz et al., 2023, Smykovskiy et al., 2022, Smykovskiy et al., 2024]). Dans certaines populations présentant des déficits de l'interaction (comme chez les sujets atteints de schizophrénie par exemple) il a été démontré qu'une altération de l'empathie et de la perception des émotions avaient une incidence directe sur le niveau de performance de l'interaction sociale entre un patient et un sujet sain. L'étude de la dynamique des émotions, de l'empathie et de la contagion émotionnelle ouvre des perspectives pour augmenter les compétences sociales, des personnes saines comme des patients. Plusieurs projets de recherche ont donc pour objectif de comprendre les liens entre émotion, empathie, stigmatisation sur la motricité des humains au cours d'une interaction sociale (voir [Bienkiewicz et al., 2021] pour une revue récente émanant de notre équipe).

Problématique 3 : Performance artistique et sportive

Cette problématique s'intéresse à la manière dont la performance est réalisée dans deux domaines où le mouvement est central : le sport et l'art. Il s'agira d'étudier les mécanismes d'évaluation — objectifs ou subjectifs — mis en place pour juger une prestation sportive et artistique.

Dans le domaine artistique, des travaux récents de l'unité de recherche s'intéressent ainsi aux dynamiques de groupes dans un chœur, dirigé par un chef de chœur. Ces travaux interrogent l'impact des mouvements perçus du chef sur la performance globale évaluée à partir du signal audio (justesse du chant produit, synchronisations rythmiques des chanteurs, etc.).

Par ailleurs, la synchronisation peut également servir de support à la création artistique, notamment dans le cadre de création art-sciences telles que celles développées dans le projet SHARESPACe (voir par exemple les créations artistiques de notre consortium – qui exploitent nos résultats récents sur les synchronisations sociales - présentées dans le cadre du festival 2024 Ars Electronica - <https://sharespace.eu/2024/09/09/sharespace-shines-at-ars-electronica-festival-2024/>)

Enfin, l'évaluation de la performance sportive dans le sport collectif est également à l'étude, notamment à travers l'impact des dynamiques de groupes (par exemple momentum), sur le score final.

Sous-thème 3 : Perception et environnement

Contributeurs : B. Magnier, P. Guyot, N. Sutton-Charani, I. Marc, C. Gernigon, L. Marin

Ce sous-thème s'intéresse à la relation entre agents. Cette relation permet d'une part de développer ou d'améliorer des méthodes de traitement de données (traitement d'images ou de sons). Ainsi, alors qu'il y a quelques décennies, une démarche similaire a conduit à des avancées importantes dans le domaine du traitement d'images, avec par exemple l'intégration des notions de champ récepteur et d'inhibition latérale dans les méthodes pour la détection de contours, les méthodes par apprentissage profond développées à ce jour, portées par les avancées technologiques et la course aux données d'entraînement de plus en plus conséquentes, tendent à utiliser des approches moins bio inspirées [Veerabadran et al., 2023]. Ces méthodes montrent une grande efficacité, surpassant dans certains cas les performances humaines. Cependant, elles peuvent aussi être moins robustes, par exemple en ce qui concerne la sensibilité au changement de résolution d'images, et sont de toute façon toujours extrêmement énergivores et lourdes en termes de temps de calcul. D'autre part, la relation agent-environnement fait également l'objet de modélisations informatiques selon lesquelles les propriétés motivationnelles d'un agent virtuel – représentant une personne – influencent la nature d'autres agents – représentant des situations – qu'il va rencontrer au cours de sa poursuite d'un objectif à atteindre, ces rencontres influençant en retour les propriétés motivationnelles de l'agent.

Le sous-thème 3 regroupe trois types de problématiques.

Problématique 1 : Descripteurs et explicabilité

Ce volet examine comment les systèmes de perception, en s'appuyant sur les modalités sensorielles visuelle et auditive, permettent d'identifier et d'interpréter des descripteurs de l'environnement. Il s'intéresse également à l'explicabilité, entendue comme la capacité des modèles à rendre leurs décisions compréhensibles pour les utilisateurs, ainsi qu'à la modélisation, qui vise à formaliser ces processus perceptifs par des représentations mathématiques et informatiques afin d'en améliorer la précision et la fiabilité.

L'analyse du mouvement humain constitue une partie essentielle de ces recherches, permettant de capturer et de modéliser les mouvements des personnes à partir de séquences vidéo. Un domaine clé est le suivi d'objets et de personnes [Odic et al., 2023, Talaoubrid et al., 2022, Haggi et al., 2021, Sid'Ahmed et al., 2024], qui vise à identifier et localiser de manière précise les sujets d'intérêt dans une scène dynamique avec des applications notamment pour le médical et le monde du sport. Cette compétence est étroitement liée à la prédition de trajectoires [Amrouche et al., 2024], où les algorithmes anticipent les mouvements futurs d'une personne ou d'un objet en fonction de leurs déplacements passés. Enfin, l'extraction de caractéristiques dans les images joue un rôle crucial, en fournissant des informations pertinentes pour améliorer la précision du suivi et la qualité des prédictions –de manière générale–, en exploitant des descripteurs visuels tels que les formes [Rubio et al., 2024], les contours [Shokouh et al., 2021], les points d'intérêt [Burghoffer et al., 2023, Magnier et al., 2024] ou les textures [Amer et al., 2021]. Dans ce cadre, des outils d'intelligence artificielle et de traitement du signal par apprentissage profond (*deep learning*) seront développés et mis en œuvre pour des tâches d'analyse de l'environnement audio-visuel, comme la segmentation d'images, ou la détection d'événements sonores.

Le traitement automatique du son bénéficie également d'apports scientifiques émanant du traitement du signal, de l'acoustique, des interfaces homme-machine (IHM) et de l'intelligence artificielle. Pour son application emblématique, le traitement automatique de la parole, l'adoption généralisée des architectures de réseaux neuronaux profonds, tel que le modèle pré-entraîné Wav2Vec 2.0 [Schneider et al., 2019], offre des facilités d'utilisation et de nouveaux panels applicatifs mais reste peu efficace pour des applications spécifiques comme la parole pathologique ou les langues peu dotées. L'explicabilité est au cœur de ces outils afin de rendre les décisions de ces modèles compréhensibles pour les utilisateurs.

Problématique 2 : cross-modalité et compréhension de l'environnement

L'humain étant naturellement dans un environnement multisensoriel, ses capacités d'apprentissage sont elles aussi basées sur l'intégration des différentes modalités sensorielles. L'approche cross-modale permet de combiner ces sources d'information pour obtenir une description plus complète et robuste, facilitant des interactions plus naturelles et efficaces entre les systèmes intelligents et leur environnement (artificiel et/ou humain). Les applications se trouvent dans l'apprentissage des gestes techniques pour la coopération humain/robot, ou dans la réalisation de mouvement, dans le domaine de la performance sportive, de la danse, ou dans celui de la santé et du handicap, avec le développement d'outils basés sur la substitution sensorielle

plus efficaces [Longin et al., 2022]. Nous nous attacherons à caractériser les stimuli et réponses en utilisant des outils de capture de mouvement, d'oculométrie (eye tracking), et de capture du son directionnelle.

Problématique 3 : Dynamiques inter-agents

Durant plusieurs années, les roboticiens n'ont tenu compte que de la morphologie du robot pour le faire accepter du grand public en tant que « compagnon social ». Cependant la morphologie peut conduire au phénomène maintenant bien connu de « vallée de l'étrange » [Mori, 1970] qui montre qu'un robot ressemblant trop à un humain peut déclencher de la peur voire du dégoût. Afin de dépasser cette vallée de l'étrange le but est de développer l'étude de la motricité afin d'entrevoir la possibilité de créer un futur type d'agent artificiel social (e.g., robot, avatar), non plus tourné sur l'apparence physique mais sur la façon de bouger (*biologiquement*) au cours d'une interaction sociale. D'autre part, l'étude des relations humains-agents permet de développer un agent accepté socialement par les humains (e.g., projet ANR Enhancer).

Selon la perspective des systèmes dynamiques complexes, les motivations d'approche et d'évitement en contexte d'accomplissement peuvent être conceptualisées comme deux attracteurs concurrents, dont la forme évolue au fil du temps en fonction des interactions entre trois variables socio-cognitives clés : les attentes de compétence à l'égard d'un but (C), le bénéfice attendu pour le soi en cas d'atteinte du but (Bs) et la menace pour soi que représente sa non-atteinte (Ms) [Gernigon et al., 2015]. La complexité des interactions entre ces variables – à l'intérieur des et entre les niveaux personnel, contextuel et situationnel – n'est pas accessible via les outils statistiques conventionnels, mais peut être modélisée à l'aide de simulations informatiques [Gernigon et al., 2025, Gernigon et al., 2024]. Nos objectifs consistent alors à (1) développer un modèle multi-agents capable de simuler les interactions entre C, Bs et Ms d'où les dynamiques d'approche et d'évitement émergent, et (2) valider ce modèle en comparant les propriétés statistiques des produits de ses simulations avec celles de données écologiques longitudinales d'athlètes poursuivant un objectif élevé.

4.1.2. Thème Monitoring and Improvement of Behavior and Cognition (MIB&Co)

Trajectoire du thème

Le thème Monitoring and Improvement of Behavior and Cognition (MIB&Co) prolonge et renouvelle le thème Monitoring and Improvement of Behaviors (MIB) structuré lors du précédent contrat (2020–2024). Il hérite d'un socle interdisciplinaire consolidé mêlant sciences du mouvement, ingénierie des systèmes, sciences cognitives, intelligence artificielle et data science. Les travaux antérieurs ont permis de concevoir et d'expérimenter des dispositifs et méthodes innovants pour le suivi et l'amélioration des comportements humains en contexte écologique, notamment dans des situations de fragilité, de prévention ou de performance.

La trajectoire actuelle marque un élargissement significatif avec l'intégration explicite de la dimension Cognition et l'essor de la Neuroergonomie, qui devient un pilier structurant du thème. L'analyse conjointe des données comportementales, physiologiques et neurocognitives, appuyée sur des approches d'intelligence artificielle explicative, vise à mieux comprendre et optimiser les interactions humain-système dans des environnements complexes et évolutifs.

Le thème se structure désormais autour de trois sous-thèmes complémentaires. Le premier sous thème porte sur le suivi et l'amélioration du comportement, en lien avec l'activité physique, la prévention ou l'adaptation à des contextes de fragilité. Le second sous thème concerne l'ingénierie de systèmes intelligents, combinant capteurs embarqués, traitements distribués et intelligence artificielle pour un monitoring fiable en conditions réelles. Le troisième sous thème explore les dimensions de la neuroergonomie et de la cognition en interaction, avec pour objectif de mieux comprendre les déterminants neurocognitifs de l'action, de la prise de décision et de l'interaction humain-système. Cette structuration permet de renforcer les synergies interdisciplinaires et de répondre aux enjeux scientifiques, technologiques et sociétaux liés à la santé connectée, à l'autonomie et à la performance humaine augmentée.

Mots clés : Comportement – Cognition – Neuroergonomie – Activité physique – Vieillissement – Fatigue – Interaction humain-système – Modélisation – Psychomotricité – Intelligence artificielle – Personnalisation – Rééducation – Prévention – Analyse contextuelle – Systèmes intelligents

Effectif du thème MIB&Co

Le thème MIB&Co rassemble 15 membres, dont 7 enseignants-chercheurs habilités à diriger des recherches, sous la coordination conjointe de Frédéric Pujarinet et Gérard Dray.

	Prénom	Nom	Statut	Tutelle
1	Pierre Louis	Bernard	MC HDR	UM
2	Pierre	Besson	MC	UM
3	Hubert	Blain	PUPH HDR	UM CHU
4	Mélody	Blais	MC	UM
5	Julie	Boiché	MC HDR	UM
6	Anne-Lise	Courbis	MC	IMTMA
7	Vincent	Derozier	MC	IMTMA
8	Gérard	Dray	PR HDR	IMTMA
9	François	Favier	MC	UM
10	Thomas	Lambolais	MC	IMTMA
11	Stéphane	Perrey	PR HDR	UM
12	Frédéric	Puyjarinet	MC	UM
13	Yannick	Stephan	MC HDR	UM
14	Alain	Varray	PR HDR	UM
15	Binbin	Xu	MC	IMTMA

Objectif principal

L'objectif principal de la recherche réalisée dans le thème MIB&Co est d'intégrer les sciences du mouvement, les sciences de la santé, les neurosciences, l'ingénierie système, la science des données et l'intelligence artificielle pour permettre des analyses ciblées [Ahmed et al., 2020] et fournir des recommandations afin d'améliorer la santé, la qualité de vie et les performances sportives et cognitives [Chen et al., 2024, Cossich et al., 2023, Amunts et al., 2024]. En retour, l'analyse des données et des besoins sur le mouvement et la santé contribue à améliorer les techniques de construction de modèles pour la santé, d'ingénierie système et d'intelligence artificielle.

Positionnement scientifique

Le suivi du comportement s'appuie sur des systèmes matériels/logiciels composés à la fois de capteurs/dispositifs intelligents connectés et d'applications qui contrôlent les dispositifs et produisent des services orientés vers l'utilisateur. Les systèmes utilisés dans MIB&Co sont soit intégrés directement aux individus (comme des capteurs portés par un athlète pour mesurer son activité), soit déployés à plus grande échelle dans des infrastructures (par exemple, un appartement équipé pour étudier les comportements des personnes âgées). Du point de vue logiciel, la recherche MIB&Co vise à optimiser les pratiques et outils d'ingénierie pour spécifier, concevoir, réaliser, déployer, valider et gérer des systèmes intelligents, offrant aux utilisateurs la possibilité de bénéficier de diagnostics de précision, des capacités d'assistance à la vie quotidienne, comme la motivation et le conseil pour adopter et maintenir des habitudes de vie plus saines.

De plus, les systèmes MIB&Co seront étudiés en tant que systèmes intelligents, utilisant des techniques d'intelligence artificielle non seulement pour offrir des services avancés et proactifs aux utilisateurs, mais aussi pour analyser les contextes d'exécution et faciliter la prise de décisions afin d'adapter leurs architectures internes et leurs comportements [Dwivedi et al., 2022, Kossiakoff et al., 2020]. Une perspective interdisciplinaire pourrait également consister à trouver, dans le suivi et la modélisation du comportement humain, des idées novatrices pour la conception et la gestion des architectures des systèmes MIB&Co (par exemple, en tenant compte des états émotionnels ou physiques des utilisateurs).

Les activités du thème MIB&Co s'inscrivent dans un écosystème national et international dynamique à l'interface des sciences du mouvement, de l'intelligence artificielle, de la santé et des neurosciences appliquées. Elles partagent des visions et objectifs communs avec plusieurs structures de recherche :

- ISAE-SUPAERO – Groupe Neuroergonomie et Facteurs Humains : Ce groupe mène des recherches interdisciplinaires sur l'erreur humaine afin d'améliorer la performance et la sécurité dans les systèmes à risque, tels que l'aviation, en s'appuyant sur des techniques avancées de neuroimagerie et d'intelligence artificielle.

- Institut des Sciences du Mouvement (ISM) – Aix-Marseille Université : l'ISM développe des recherches interdisciplinaires en biomécanique, neurosciences et sciences du sport, avec des applications en réalité virtuelle et en optimisation de la performance sportive.
- Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI) : Fondé en 2019, cet institut de recherche interdisciplinaire promeut une intelligence artificielle centrée sur l'humain, en intégrant des domaines tels que les neurosciences, les sciences cognitives, la médecine, l'éthique et les sciences sociales, afin de développer des technologies d'intelligence artificielle qui augmentent les capacités humaines, améliorent le bien-être et sont conçues de manière responsable et inclusive.
- Institut Carnot Cognition : Ce réseau de 21 laboratoires répartis sur l'ensemble du territoire favorise la recherche partenariale et le transfert de technologies entre la recherche publique et les entreprises dans le domaine des sciences cognitives.

Structure et projets scientifiques

La recherche menée dans le thème MIB&Co s'articule autour de trois sous-thèmes fortement interconnectés, permettant d'aborder la complexité du comportement humain en contexte écologique, à travers des approches couplant observation, modélisation, instrumentation et interaction :

- Le premier sous-thème porte sur le dépistage, le diagnostic, le suivi et l'amélioration du comportement, dans des situations variées incluant la prévention de la perte d'autonomie, la rééducation, la promotion de l'activité physique ou encore le maintien de la performance dans des environnements contraints.
- Le deuxième sous-thème concerne l'ingénierie de systèmes matériels et logiciels pour la santé et le mouvement, en s'appuyant sur des capteurs intelligents, des dispositifs embarqués, des architectures distribuées et des algorithmes d'intelligence artificielle explicable, dans le but de créer des solutions fiables, adaptatives et acceptables pour une utilisation en vie réelle.
- Le troisième sous-thème explore la neuroergonomie et l'intelligence artificielle, en étudiant les mécanismes cognitifs et neurophysiologiques qui sous-tendent l'interaction humain-système, afin de concevoir des interfaces plus intuitives, sensibles aux états internes des utilisateurs, et capables de s'adapter dynamiquement à leurs capacités, leurs intentions ou leur charge mentale.

Questions scientifiques transversales et interdisciplinaires

Les objectifs scientifiques du thème MIB&Co donnent lieu à un ensemble de questions de recherche à fort potentiel interdisciplinaire. Parmi les problématiques majeures figurent celles relatives à l'engagement des individus dans leurs parcours d'activité physique, de prévention ou de soin : comment adapter les modalités d'accompagnement aux profils, aux états internes (fatigue, charge mentale, motivation) et aux contextes de vie des utilisateurs pour renforcer l'adhésion et l'efficacité ? Une autre série de questions porte sur l'observation et la prédiction des trajectoires comportementales ou fonctionnelles, notamment dans des situations de vieillissement, de fragilité ou de troubles spécifiques (troubles psychomoteurs, troubles neuromoteurs, etc.), avec pour objectif de détecter précocement les signes de désadaptation ou de déclin.

La conception de systèmes embarqués ou distribués, capables de traiter ces informations de manière robuste et contextuellement pertinente, soulève des enjeux liés à l'adaptation autonome, à la gestion de la variabilité interindividuelle, à la sécurité, ou encore à l'acceptabilité. L'intelligence artificielle joue ici un rôle central, notamment pour développer des algorithmes explicables, capables d'interagir finement avec l'utilisateur en tenant compte de ses états émotionnels, cognitifs ou physiologiques. Enfin, des questionnements plus fondamentaux concernent la modélisation rigoureuse du comportement humain dans des systèmes hybrides homme-machine, et l'opportunité de transposer certains outils issus de l'ingénierie logicielle, comme les langages de spécification formelle, pour représenter les dynamiques temporelles et interactionnelles de l'action humaine.

Sous-thème 1 : dépistage, diagnostic, suivi et amélioration du comportement

Contributeurs : J. Boiché, M. Blais, F. Puyjarinet, S. Janaqi, G. Dray, F. Favier, P.L. Bernard, V. Derozier, A. Varay, Y. Stephan, H. Blain

Le dépistage, le diagnostic et l'amélioration du comportement consistent à étudier les comportements humains normaux et anormaux, à générer et exploiter des données pour construire ou vérifier des modèles comportementaux, et à comprendre et prédire les principales caractéristiques du comportement. L'intelligence artificielle peut analyser des ensembles de données complexes, tels que des signaux physiologiques ou des données comportementales, pour identifier des motifs subtils et des anomalies qui pourraient ne pas être

évidents avec des méthodes traditionnelles. Le machine learning, en particulier, permet de développer des modèles prédictifs capables d'anticiper les comportements futurs en se basant sur des données passées [Chhabra et al., 2023], et d'adapter les méthodes de dépistage, de diagnostic et de soins ou d'interventions en fonction de ces prédictions [Del-valle-soto et al., 2024]. Ces technologies jouent un rôle clé dans l'individualisation des interventions, en fournissant des recommandations précises pour affiner un diagnostic, réduire un trouble, améliorer le bien-être et optimiser les soins à apporter [Iyortsuun et al., 2023].

Trois problématiques seront privilégiées :

- Activité physique et sédentarité
- Diagnostic et rééducation des troubles psychomoteurs
- Vieillissement et prévention des chutes

Problématique 1 : Activité physique et sédentarité

Identifier les facteurs physiologiques, psychologiques, sociaux et environnementaux qui influencent l'engagement ou le désengagement dans l'activité physique, afin de personnaliser les interventions et favoriser durablement des comportements bénéfiques à la santé [Haas et al., 2024, Marchant et al., 2019, Gutknecht et al., 2022, Le Scouarnec et al., 2022, Favier et al., 2024].

L'interaction entre ces différents facteurs détermine largement si un individu adopte un mode de vie actif ou sédentaire. Comprendre ces dimensions permet non seulement de mieux appréhender les habitudes en matière d'activité physique, mais aussi de concevoir des interventions ciblées pour encourager une plus grande activité, tant sur le plan individuel que communautaire. Cela pourrait inclure des programmes de sensibilisation, des initiatives sociales pour renforcer le soutien collectif, ou encore des aménagements environnementaux facilitant l'accès à l'exercice physique.

Réciproquement, l'environnement, des facteurs physiologiques ou psychologiques peuvent avoir des répercussions sur les effets de l'activité physique ou de la sédentarité. Il est donc nécessaire d'aborder l'engagement dans l'activité physique sous ce double questionnement pour espérer déterminer les conditions optimales de pratique dans une optique de santé ou de performance.

L'intégration des technologies de suivi de l'activité physique et de l'intelligence artificielle dans l'étude des facteurs psychologiques, sociaux et environnementaux liés à la pratique sportive, l'activité physique et à la sédentarité ouvre de nouvelles perspectives. En permettant une personnalisation des recommandations, en renforçant les soutiens sociaux et en optimisant les environnements physiques, l'intelligence artificielle et les technologies connectées peuvent jouer un rôle déterminant dans l'optimisation des performances et la promotion de comportements plus sains. Ces avancées offrent des outils puissants non seulement pour comprendre, mais aussi pour influencer de manière positive les habitudes de vie, contribuant ainsi à améliorer la santé et la qualité de vie des individus.

Thèses en cours :

- Matthieu Haas - Étude des déterminants psychosociaux de l'adoption d'un style de vie actif chez des patients atteints de lombalgie chronique
- Mathis Brusseau - Dynamique des facteurs motivationnels envers l'activité physique et la nutrition en oncogériatrie - Thèse CIFRE entreprise MovInMed
- Rémy Dadier - Modification des comportements d'activité physique en milieu écologique : Évaluation des effets d'une application de conditionnement évaluatif sur smartphone
- Alexandre Gutknecht – Quelle plus-value de l'hypoxie lors de l'entraînement en répétition de sprints chez le sportif : entre effet placebo et réponse physiologique ?

Projets :

- M-REHAB - Solution de téléréhabilitation pour les malades chroniques
- BLOODPOL - Blood characterization of environmental pollutants after exercise in different air qualities: a field study

Problématique 2 : Diagnostic et rééducation des troubles psychomoteurs

Déetecter, par l'analyse des productions motrices, les signatures distinctives entre individus sains et pathologiques, afin de modéliser les profils moteurs et développer des approches de dépistage, de diagnostic et de rééducation ciblée [Smykovskyi et al., 2024, Baudou et al., 2022, Pujarinet et al., 2023, Danna et al., 2023].

Il s'agit d'analyser par exemple les caractéristiques du mouvement d'écriture chez des individus sains et pathologiques en utilisant des technologies telles que des tablettes graphiques, des centrales inertielles et des oculomètres, permettant d'enregistrer les paramètres cinématiques et visuospatiaux de l'écriture. Ces dispositifs

sont couplés à des méthodes d'apprentissage automatique pour détecter et modéliser les différences entre les populations, ouvrant la voie à une meilleure compréhension des troubles de l'écriture et au développement d'interventions thérapeutiques ciblées. Cette approche vise à approfondir la compréhension des différents profils d'écriture entre les populations saines et pathologiques, tout en identifiant les mécanismes (cognitifs, moteurs, cérébraux) sous-tendant ces différents profils. À terme, l'objectif est d'améliorer la démarche associée au dépistage et au diagnostic de ces troubles, et d'évaluer le potentiel clinique d'une rééducation de l'écriture axée sur certaines de ces caractéristiques (e.g., la rythmicité de l'écriture), afin d'améliorer la qualité des productions et/ou la vitesse de production d'écriture chez les personnes dysgraphiques. Cela pourrait ouvrir la voie à des interventions thérapeutiques novatrices et ciblées.

Thèses en cours :

- Bruno Henriques - Caractérisation du mouvement humain basée sur la vision par ordinateur pour le renforcement de l'interaction sociale à destination d'un environnement de réalité mixte
- Maelys Moulin - Étude de la performance de mémoire de travail et des caractéristiques linéaires et non-linéaires des signaux EEG chez l'humain exposé à des stimulations magnétiques sinusoïdales

Collaboration : International Laboratory for Brain, Music, and Sound Research (BRAMS) and Department of Psychology, University of Montreal, Montreal, Canada.

Problématique 3 : Vieillissement et prévention des chutes

Évaluer les risques de chute et de perte d'autonomie liés au vieillissement, en intégrant des données individualisées et des outils numériques, pour adapter les stratégies de prévention et renforcer le maintien de l'autonomie [Blain et al., 2022, Blain et al., 2023].

Les recommandations mondiales 2022 pour la prise en charge et la prévention des chutes chez les personnes âgées mettent l'accent sur une approche centrée sur la personne, intégrant la e-santé et les ressources locales, en proposant des interventions adaptées au risque de chute et une évaluation personnalisée des facteurs de risque pour les personnes à haut risque.

Projets :

- Médecine thermale et prévention de la chute (CCP et financement national AFRETH)
- Tennis de table et maladie d'Alzheimer (CH Tarbes et France Parkinson)

Sous-thème 2 : Ingénierie de systèmes matériels/logiciels pour la santé et le mouvement

Contributeurs : AL. Courbis, T. Lambolais, G. Dray, J. Boiché, P.L. Bernard

L'ingénierie des systèmes [Kossiakoff et al., 2020] intelligents pour la surveillance adaptive du comportement vise à étudier les techniques de développement de systèmes hautement configurables et adaptables capables de surveiller les réponses comportementales aux charges physiques et psychophysiologiques de manière omniprésente et en temps réel (observation écologique). Au moment de la spécification puis de la conception, il s'agit de décrire les propriétés du domaine de la santé et du mouvement, les activités comportementales et physiques des sujets ainsi que les processus de raisonnement des experts. Il s'agit également d'identifier les besoins des utilisateurs afin de spécifier, concevoir, vérifier, développer et valider les systèmes MIB&Co [van Lamsweerde, 2009, Wiegers et al., 2022, Meyer, 2022]. Ces systèmes pourront être embarqués, enfouis, comme distribués. Les processus d'analyse, de spécification, de conception et de développement seront incrémentaux. Au moment de l'exécution, cela implique de prendre en charge une grande variété de scénarios (pour mieux s'adapter aux exigences de service élicitées, à la motivation de l'utilisateur, aux états cognitifs et physiologiques). Il s'agit de les gérer par des architectures logicielles autonomes et adaptatives. De plus, ces systèmes peuvent intégrer des évaluations de retour d'expérience des utilisateurs comme préconisé par la Haute Autorité de Santé [Fujisawa et al., 2017].

Deux problématiques seront privilégiées :

- Capitalisation des savoirs multidisciplinaires
- Agents conversationnels pour la spécification

Problématique 1 : Capitalisation des savoirs multidisciplinaires

Modéliser de manière explicite ou génératrice les expertises et connaissances issues de disciplines variées afin de faciliter leur intégration et leur exploitation dans la conception de systèmes intelligents en santé et mouvement [Arfi et al., 2023, Wei et al., 2022a].

La modélisation - explicite ou génératrice - d'expertises et de connaissances partagées dans un environnement multidisciplinaire vise à capturer et à formaliser les savoirs provenant de différentes disciplines pour les rendre accessibles et utilisables par l'ensemble des acteurs impliqués. La modélisation explicite consiste à structurer les connaissances sous forme de règles, de concepts et de relations clairement définis, facilitant ainsi la communication et la collaboration entre experts. La modélisation génératrice, quant à elle, repose sur des algorithmes capables de créer ou d'adapter des modèles à partir de données, offrant une flexibilité dans des environnements complexes où les connaissances évoluent rapidement. Dans un contexte multidisciplinaire, cette approche permet de mieux intégrer les compétences issues de domaines variés, tels que la santé, les sciences des données, l'ingénierie et les sciences humaines, afin de résoudre des problèmes complexes tout en facilitant le partage d'expertises entre les différentes parties prenantes.

Projet : M-REHAB - Solution de téléréhabilitation pour les malades chroniques

Problématique 2 : Agents conversationnels pour la spécification

Développer des agents conversationnels capables d'éliciter automatiquement les besoins et exigences des utilisateurs, en s'appuyant sur les avancées en intelligence artificielle et en LLM, pour accompagner la spécification dynamique des systèmes MIB&Co.

La modélisation d'expertise et du contexte d'un système à concevoir sont sources d'information pour guider la définition précise de ce qui est attendu par le client et les parties prenantes du projet de conception. Partant de ce constat, nous proposons de réaliser un agent conversationnel qui pourrait poser des questions pertinentes au client pour affiner sa demande, voire élaborer automatiquement des modèles directement exploitables par la phase de spécification/implémentation. Comme le montre l'état de l'art proposé par [Liu et al., 2022, Papapanos et al., 2023], il existe depuis une décennie des travaux portant sur l'application de techniques d'intelligence artificielle pour l'élicitation et l'analyse d'exigences. Cependant, beaucoup de travaux sont dédiés à l'amélioration d'exigences déjà formulées via des techniques de classification d'avis d'utilisateurs [Wei et al., 2022a, Wei et al., 2022b, Wei et al., 2023, Harth et al., 2023, Wei, 2023]. Le challenge est donc de réaliser des interviews automatiques avec les parties prenantes pour établir un document de Besoins et Exigences from scratch. Certains travaux ont été publiés récemment dans cette voie [Surana et al., 2019, Calle Gallego et al., 2023, Lam et al., 2022, Yu et al., 2021]. Nous souhaitons investir cette approche car les résultats ne sont pas encore satisfaisants [Ji et al., 2023] et des améliorations, voire des bouleversements [Tamkin et al., 2021] sont attendues avec l'utilisation des Large Language Model (LLM).

Thèse: Jialiang Wei - Enhancing Requirements Elicitation through App Stores Mining, soutenue en novembre 2024.

Collaboration: [C05] Department of Informatics - Applied Software Technology (MAST) - Universität Hamburg

Sous-thème 3 : Neuroergonomie et intelligence artificielle

Contributeurs : S. Perrey, P. Besson, B. Xu, G. Dray

La neuroergonomie [Parasuraman et al., 2009, Dehais et al., 2020] constitue une approche innovante qui combine les neurosciences et l'ergonomie pour optimiser les interactions entre l'homme, les systèmes technologiques, le sport et la santé [Barnova et al., 2023]. La neuroergonomie vise à améliorer la conception des environnements, des interfaces et des outils en fonction des capacités et des limitations du cerveau humain. L'intelligence artificielle joue un rôle central en neuroergonomie, permettant l'analyse des données neurophysiologiques (telles que l'activité cérébrale, les mouvements oculaires ou la fréquence cardiaque) et leur intégration dans des systèmes de pilotage intelligents visant à ajuster les systèmes en temps réel en fonction des besoins cognitifs et physiques de l'utilisateur. Dans le domaine du sport, cette approche permet d'optimiser les performances des athlètes en ajustant les programmes d'entraînement selon la charge cognitive et physique. En santé, elle peut améliorer la rééducation en adaptant les thérapies aux capacités de concentration et de mouvement des patients. Enfin, dans un contexte industriel, la neuroergonomie joue un rôle fondamental dans le paradigme de l'Industrie 5.0, focalisée sur l'optimisation de la performance conjointement au bien-être au travail et à la santé.

Cette convergence entre neuroergonomie et intelligence artificielle offre donc des solutions personnalisées pour maximiser la performance et le bien-être, que ce soit dans des environnements professionnels, sportifs ou médicaux [Demirezen et al., 2024].

Trois problématiques seront privilégiées :

- Charge cognitive en contexte écologique
- Fatigue cognitive et physique
- Neuro modulation et Neurofeedback

Problématique 1 : Charge cognitive en contexte écologique

Modéliser la charge cognitive en situation écologique à partir de données neurophysiologiques et contextuelles, afin d'adapter dynamiquement les systèmes aux contraintes mentales de l'utilisateur [Perrey, 2024, Duleme et al., 2023, Réveillé et al., 2022, Borot et al., 2021].

La neuroergonomie et l'intelligence artificielle, offrent des perspectives novatrices pour comprendre et modéliser la charge cognitive en situation écologique, c'est-à-dire dans des environnements réels où les individus sont confrontés à des tâches complexes et dynamiques. La charge cognitive, qui reflète l'effort mental nécessaire à l'accomplissement d'une tâche, est influencée par de nombreux facteurs tels que le stress, l'attention, la fatigue, et l'interaction avec les technologies. L'intelligence artificielle permet d'analyser ces facteurs en traitant des données multimodales provenant de capteurs neurophysiologiques (comme l'EEG ou les mesures oculaires), de dispositifs de suivi des mouvements, ou encore de l'environnement de travail. Cependant, la complexité de l'analyse réside dans le traitement simultané de ces données variées et souvent incertaines, ainsi que dans la modélisation de la charge cognitive en temps réel. L'intelligence artificielle aide à surmonter ces défis en développant des modèles capables d'identifier des patterns spécifiques de surcharge cognitive et d'adapter les systèmes en conséquence. En situation écologique, cette approche permet non seulement d'améliorer la compréhension des mécanismes cognitifs en contexte réel, mais aussi d'optimiser les interfaces homme-machine pour réduire la charge cognitive et améliorer la performance et le bien-être des utilisateurs.

Thèses :

- Coralie Réveillé - Apport de la synchronisation inter-cerveau dans la compréhension du travail en équipe : études en hyperscanning fNIRS, en cours.
- Zaineb Ajra - Modèles neurophysiologiques dynamiques et apprentissage profond pour l'étude de la connectivité cérébrale de sujets sains et cérébrolysés, soutenue en avril 2024.
- Méyi Duleme - Détermination de la signature neurophysiologique de la variation de la charge en mémoire de travail dans un environnement dynamique, soutenue en décembre 2022

Projet : SkyPhysIA – SEMAXONE -développement d'un dispositif capable de détecter et de prévenir les défaillances physiologiques chez les pilotes de chasse.

Problématique 2 : Fatigue cognitive et physique

Déetecter et analyser en temps réel les manifestations de la fatigue physique et cognitive grâce à des capteurs et à l'intelligence artificielle, pour prévenir les baisses de performance et sécuriser les environnements d'activité [Perrey et al., 2018].

La neuroergonomie joue un rôle clé dans la compréhension et la gestion de la fatigue physique et cognitive en contexte réel. La fatigue cognitive, qui résulte d'un effort mental prolongé, et la fatigue physique, causée par des tâches musculaires répétitives ou intenses, affectent à la fois la performance et la sécurité des individus, en particulier dans des environnements exigeants comme le travail, le sport ou la conduite. Grâce à des capteurs neurophysiologiques (EEG, fréquence cardiaque, suivi des mouvements oculaires) et des dispositifs de suivi des mouvements, il est possible de mesurer en temps réel les signaux liés à la fatigue. L'intelligence artificielle permet d'analyser ces données complexes pour détecter des signes précoces de fatigue et modéliser l'impact de cette dernière sur la performance. En adaptant les systèmes ou interfaces en fonction des états de fatigue détectés, il devient possible d'améliorer la productivité et la sécurité, tout en réduisant les risques d'erreurs ou d'accidents. L'approche combinée de la neuroergonomie et de l'intelligence artificielle permet donc de mieux comprendre l'interaction entre la fatigue physique et cognitive et d'optimiser les conditions de travail ou de performance dans une large variété de contextes.

Thèse : Iwen Diouron - Suivi et prédiction de la fatigue chez des footballeurs élites - Thèse Cifre MHSC, en cours

Projet : LEADYOU - Suivi de la Performance des Athlètes et Recommandation Carrière

Problématique 3 : Neuromodulation et Neurofeedback

Optimiser les capacités cognitives et motrices des utilisateurs par des techniques de neuromodulation couplées à l'intelligence artificielle, en personnalisant les stimulations selon les besoins neurocognitifs détectés.

La neuromodulation et le neurofeedback, ouvrent des perspectives importantes pour optimiser les interactions entre l'homme et les systèmes technologiques en influençant directement l'activité cérébrale. L'intelligence artificielle, en traitant ces données complexes, permet de modéliser et de prédire les états cognitifs ou émotionnels de l'utilisateur, comme la fatigue ou la surcharge mentale. La neuromodulation, via des techniques non invasives comme la stimulation transcrânienne à courant direct (tDCS) ou la stimulation magnétique transcrânienne (TMS), permet d'influencer directement l'activité cérébrale pour réguler divers états cognitifs et améliorer les performances mentales. Cette approche explore l'impact de ces stimulations sur plusieurs aspects du contrôle moteur humain, qu'il soit volontaire ou involontaire, ainsi que sur les fonctions cognitives, telles que la mémoire et l'attention, tout en étudiant les réponses neurophysiologiques, notamment mesurées par électroencéphalographie (EEG) [Legros et al., 2024]. Combinée à l'intelligence artificielle, la neuromodulation pourrait être utilisée de manière personnalisée, en ajustant les paramètres de stimulation en fonction des besoins cognitifs immédiats de l'utilisateur, optimisant ainsi la vigilance, l'apprentissage ou la récupération après une tâche complexe. Cette intégration de la neuroergonomie, de l'intelligence artificielle et de la neuromodulation pourrait transformer des domaines comme la rééducation cognitive, la performance sportive, ou encore les environnements de travail intensifs.

Projets :

- Réseaux de Transport d'électricité – RTE
- CORSTIM - Traitement de données EEG. Mise en place de techniques d'analyse de données EEG pour l'identification et la caractérisation automatisée d'ondes cérébrales circulantes.

4.1.3. Axe transverse “Récupération, Variabilité et Incertitude” (RVI)

Trajectoire de l'axe

L'axe transverse “Récupération, Variabilité et Incertitude” (RVI) est issu (cf. figure ci-dessous) d'une partie de l'ex-thème Learning And Complexity (LAC) actif sur la période 2020-2024. Il réunit différents chercheurs dont les travaux concernent la récupération clinique à travers l'étude de séries temporelles contenant par exemple une dimension perceptive ou issues de plateformes de capture du mouvement.

Mots clés : Récupération – pathologies – variabilité, incertitude – caractérisation – capture du mouvement

Effectif de l'axe RVI

L'axe émergent RVI rassemble 8 membres, dont 5 enseignants-chercheurs habilités à diriger des recherches, sous la coordination conjointe de Nicolas Sutton-Charani et Arnaud Dupeyron.

	Prénom	Nom	Statut	Tutelle
1	Karima	Bakhti	MC	UM
2	Arnaud	Dupeyron	PUPH	UM CHU
3	Isabelle	Laffont	PUPH	UM CHU
4	Denis	Mottet	PR HDR	UM
5	Deborah	Nourrit	MC	UM
6	Pierre	Slangen	PR HDR	IMTMA
7	Nicolas	Sutton-Charani	MC	IMTMA
8	Kjerstin	Torre	PR HDR	UM

Objectif principal

De manière à mieux comprendre les mécanismes de récupération fonctionnelle, les travaux menés dans l'axe RVI viseront à caractériser l'organisation des mouvements en situation écologique, en modélisant et en prédisant de façon prudente les changements de la variabilité des mouvements au cours des phases de récupération pour des personnes victime d'un accident.

Pour ce faire, différents projets impliquant des mesures effectuées au domicile des patients seront mises en œuvre pour caractériser les changements chez les patients au cours du temps à travers l'analyse de la variabilité des séries temporelles de leurs mouvements. Le cadre théorique fondant ces analyses est celui de la dynamique des systèmes complexes appliquée à l'étude des comportements humains [Kelso, 1995, Hancock et al., 2025] et des méthodes numériques associées (Detrended Fluctuation Analysis, Hurst Coefficient, entropy measurements, etc. [Peng et al., 1995] stabilité dynamique [Bakar et al., 2025]).

L'originalité de notre approche est de combiner le cadre théorique de la complexité comportementale avec celui des fonctions de croyance [Shafer, 1976, Denœux, 2000]. Nous nous attacherons aux incertitudes de mesures (incertitudes épistémiques), inhérentes aux modèles (incertitudes aléatoires) et au niveau prédictif (confiance de prédiction) [Sutton-Charani et al., 2024]. Ces incertitudes seront modélisées de manière à tenir compte des imprécisions, fiabilités partielles et de toutes les sources d'incertitudes lors des prédictions ou estimations. Ce double cadre théorique nous permet d'aborder de façon prudente la variabilité des comportements pour mieux informer les décisions thérapeutiques visant à améliorer la récupération fonctionnelle. [Berthaume et al., 2024, Casteran et al., 2024, Chamard et al., 2024, Coste et al., 2024, Duflos et al., 2022, Duflos et al., 2024, Homs et al., 2022, Homs et al., 2024, Sahli et al., 2024, Tavares-Figueiredo et al., 2024]

Positionnement scientifique

Hypothèses principales :

- La variabilité est une variable explicative de la récupération fonctionnelle, notamment par la prise en compte des incertitudes (de mesure et de modèle).
- La prise en compte de l'incertitude aléatoire dans la variabilité de mouvement permet d'améliorer la justesse prédictive et la fiabilité des connaissances acquises lors d'analyses.

Ambitions :

- Développer de nouveaux indicateurs « soft » (intervalles, fonctions de croyance, etc.) de récupération fonctionnelle par la MOCAP, l'actimétrie et la réalité virtuelle.
- Étudier l'information contenue dans les fluctuations des indicateurs en santé et en sport (DFA).
- Prédire (avec prudence) et expliquer des états de récupération à partir de la variabilité des indicateurs soft développés et des modèles d'incertitude associés.

Questions scientifiques transversales et interdisciplinaires

- Caractérisation des changements d'état à partir de mesures imparfaites (e.g. subjectives, imprécises).
- Caractérisation de la qualité de mouvement associée à la récupération fonctionnelle.
- Étude de l'empreinte cognitivo-psychologique des changements d'état lors de la récupération.

Articulation avec les 2 thèmes de l'unité

- **Thème PIAS2 :** La perception est souvent associée à un niveau de subjectivité impliquant nécessairement des incertitudes issues de la variabilité entre les individus, du caractère et du profil de chacun. Dans ce contexte, le niveau ou la granularité de précision optimal est souvent difficile à trouver, une modélisation de la perception dans le cadre de la théorie des fonctions de croyance, au sein de l'axe RVI pourra permettre une articulation plus souple et robuste avec les méthodes d'analyse utilisées dans le thème PIAS2.
- **Thème MIB&CO :** Le monitoring dans le temps de différents processus humains implique la mesure et l'analyse de nombreuses séries temporelles souvent associées à des phénomènes psychophysiollogiques. Les modèles de variabilité dynamique étudiés au sein de l'axe RVI et les indicateurs

ainsi développés pourront être appliqués dans les travaux du thème MIB&CO pour caractériser des niveaux de récupération de patients, et améliorer les performances des modèles prédictifs utilisés.

De nombreux autres exemples d'application méthodologique et pratique articulant les 2 thèmes de l'unité avec l'axe RVI sont envisageables. La place de l'axe RVI dans l'UR sera rediscutée à « mi-contrat », en fonction des travaux effectués et de leur articulation avec les 2 thèmes, une éventuelle transformation de l'axe en thème pourra être discutée à ce moment-là.

Projets financés intégrant l'axe RVI

- ERIC : asymétrie dans marche -> faut-il la corriger ?
- REARM : récupération de la fonction du bras après un AVC à l'aide de la HD-tDCS et de la réalité virtuelle
- APPROCHE : collecte de données explicatives (douleur lombaire chronique) : recherche de facteurs prédictifs de l'évolution à la suite d'un programme rééducatif, avec recueil de données biopsychosociales multiples
 - Dans la cohorte APPROCHE : lien entre données cinématiques et l'appréhension de la douleur dans le cadre d'un suivi longitudinal à 0 et 3 mois (avec analyses non linéaires du mouvement) (A. Homs, R. Pionnier, K. Torre, N. Sutton-Charani, A. Dupeyron)
 - Également dans la cohorte : analyse des données accélémétriques en vie réelle des patients de la cohorte, dans le cadre du même suivi longitudinal (A. Homs, R. Pionnier, K. Torre, N. Sutton-Charani, A. Dupeyron)
- Étude LOBAFRACS : suivi longitudinal de la complexité de la marche avant et après chirurgie lombaire (prothèse ou arthrodèse) (A. Homs, R. Pionnier, K. Torre, A. Dupeyron)
- Étude expérimentale : effet d'une focalisation attentionnelle interne sur la position du dos sur la variabilité non-linéaire de la marche (A. Homs, R. Pionnier, K. Torre, A. Dupeyron)
- ERANET (projet déposé à l'ANR) recherche des modifications corticales induites par la douleur par des mesures EEG-NIRS pour les traiter.

4.1.4. The DHM Factory : un environnement d'appui à la recherche.

Trajectoire

La DHM Factory constitue un héritage structurant du précédent contrat, où elle existait sous la forme d'un axe transversal dédié à la mutualisation des outils, méthodes et ressources de recherche. L'expérience acquise au cours de cette période a permis d'identifier les besoins majeurs de l'unité en matière de reproductibilité des résultats, de standardisation des méthodes, de traçabilité des données et de diffusion des savoir-faire.

Dans le présent contrat, la Factory change de statut : elle n'est plus un axe scientifique en soi, mais devient un environnement d'appui, positionné au service des deux thèmes de recherche PIAS2 et MIB&Co et de l'axe RVI. Elle vise à devenir le cœur outillant de l'unité, en assurant un soutien méthodologique, technologique et pédagogique, et en consolidant l'impact des productions scientifiques par leur documentation, leur partage et leur mise en œuvre reproductible.

Elle joue également un rôle central dans la conception, le déploiement et la documentation des manipulations et expérimentations conduites dans l'unité, en assurant une continuité entre les étapes de préparation, d'exécution, d'analyse et de valorisation des résultats. À ce titre, elle constitue un support structurant aux protocoles expérimentaux, facilitant la montée en qualité et la mutualisation des pratiques expérimentales dans une logique d'interopérabilité.

Mots clés : Modèles – Méthodes – Guides – Connaissances – Outils – Prototypes – Données – Standardisation – Réutilisabilité – Open Science – Formation – Transfert – Protocoles – Workflows

Effectif Ingénieur

	Prénom	Nom	Statut	Tutelle
1	Simon	Pla	IGR	UM
2	Pierre	Jean	IGR	IMT Mines Alès
3	Pierre-Antoine	Jean	IGR	IMT Mines Alès

La DHM Factory est animée par un groupe de pilotage composé d'enseignants-rechercheurs issus des thèmes PIAS2, MIB&Co et de l'axe RVI, ainsi que d'ingénieurs spécialisés (data science, IA, développement logiciel, traitement du signal) et de doctorants impliqués dans le développement de briques mutualisables. La coordination est assurée par S. Pla et P. Jean, en lien avec les responsables scientifiques de l'unité.

Objectif principal

L'objectif central de la DHM Factory est de structurer un environnement pérenne et transversal dédié à l'appui aux méthodes et aux outils de recherche, afin de garantir la qualité, la reproductibilité et la valorisation des recherches menées au sein de l'unité. Elle constitue un point d'ancrage technologique et scientifique, capable d'accompagner les chercheurs à toutes les étapes du cycle de vie d'un projet : de la définition du protocole expérimental jusqu'à la diffusion des résultats et des outils.

À travers ses actions, la Factory vise à :

- Renforcer la rigueur méthodologique en proposant des protocoles et des workflows d'analyse reproductibles, documentés et auditables, facilitant ainsi la comparaison inter-études et la réutilisation des approches développées.
- Mutualiser les ressources (logiciels, bases de données, modèles d'IA, tutoriels, bonnes pratiques) pour éviter la redondance des efforts de développement et favoriser l'émergence d'un écosystème cohérent au sein de l'unité.
- Accélérer les transferts technologiques en outillant la transformation des résultats scientifiques en démonstrateurs, prototypes, ou briques logicielles partageables avec les partenaires industriels, cliniques ou culturels.
- Appuyer les expérimentations en amont et en aval : conception des manipulations, préparation des jeux de données, structuration des métriques, visualisation interactive des résultats et archivage FAIR des données.
- Former les chercheurs et les étudiants aux standards et outils les plus récents dans le domaine de la science ouverte, du traitement des signaux, de l'intelligence artificielle et de la modélisation.
- Diffuser les productions de l'unité via une stratégie cohérente de mise à disposition des outils et des données, dans le respect des cadres éthiques et réglementaires, avec une attention particulière portée à la documentation, à l'ouverture (open science) et à la pérennité.
- En consolidant son rôle à l'interface entre les thématiques scientifiques, les expérimentations de terrain, et les exigences de rigueur scientifique, la DHM Factory s'impose comme un levier de qualité, d'innovation et de diffusion pour l'ensemble des activités de l'unité.

Positionnement scientifique

La DHM Factory se situe à l'interface entre :

- les besoins opérationnels des projets (acquisition, traitement, interprétation des données),
- les standards méthodologiques de la recherche ouverte (reproductibilité, partage, traçabilité),
- les exigences technologiques liées à la complexité croissante des systèmes et des données (multi-modalité, IA, capteurs, simulation).

Elle joue un rôle fondamental dans la consolidation de la chaîne de valeur scientifique, depuis la conception d'un protocole jusqu'à la publication des résultats et la valorisation des outils développés

Articulation avec les thèmes et axe de l'unité

Thème PIAS2 : La Factory soutient les travaux sur la perception, l'interaction et la synchronisation à travers des chaînes de traitement du signal (EEG, vidéo, son), des outils d'analyse dynamique du mouvement et des interfaces d'exploration des données.

Thème MIB&Co : Elle fournit un socle technologique pour le développement de systèmes embarqués, d'algorithmes intelligents d'analyse comportementale, et de dispositifs neuroergonomiques.

Axe RVI : Elle accompagne l'analyse de la variabilité motrice et des trajectoires de récupération via la mise en œuvre de méthodes issues de la théorie des systèmes complexes, la gestion des incertitudes de mesure et de modèle, ainsi que la documentation rigoureuse des chaînes de traitement.

4.1.5. Références bibliographiques

- [Ahmed et al., 2020] Ahmed, Z., Mohamed, K., Zeeshan, S., Dong, X. (2020). Artificial intelligence with multi-functional machine learning platform development for better healthcare and precision medicine.
- [Amer et al., 2021] Amer, K., Magnier, B., Janaqi, S., Cesaretti, M., Labiche, C. (2021). Significant Smartphone Images Features For Liver Steatosis Assessment.
- [Amrouche et al., 2024] Amrouche, Y., Bouzayane, S., Magnier, B. (2024). FORT-RAJ: A Hybrid Fisheye Model for Real-Time Pedestrian Trajectory Prediction.
- [Amunts et al., 2024] Amunts, K., Axer, M., Banerjee, S., others, (2024). The coming decade of digital brain research: A vision for neuroscience at the intersection of technology and computing.
- [Arfi et al., 2023] Arfi, F., Courbis, A., Lambolais, T., Bughin, F., Hayot, M. (2023). Formal verification of a telerehabilitation system through an abstraction and refinement approach using Uppaal.
- [Barnova et al., 2023] Katerina Barnova, Martina Mikolasova, Radana Vilimkova Kahankova, Rene Jaros, Aleksandra Kawala-Sterniuk, Vaclav Snasel, Seyedali Mirjalili, Mariusz Pelc, Radek Martinek, Implementation of artificial intelligence and machine learning-based methods in brain-computer interaction, Computers in Biology and Medicine, Volume 163, 2023, 107135, ISSN 0010-4825,
- [Baudou et al., 2022] Baudou, E., Nemmi, F., Peran, P., Cignetti, F., Blais, M., Maziero, S., others, (2022). Atypical connectivity in the cortico-striatal network in NF1 children and its relationship with procedural perceptual-motor learning and motor skills.
- [Baumberger et al., 2000] Baumberger, B., Flückiger, M., Martin, R. (2000). Walking in an environment of moving ground texture.
- [Berthaume et al., 2024] Berthaume, R., Homs, A., Demaret, S., Torre, K., Dupeyron, A. (2024). Reliability of inertial sensors to assess gait variability in patients with chronic low back pain and healthy individuals.
- [Bienkiewicz et al., 2021] Bienkiewicz, M., Smykovskyi, A., Olugbade, T., Janaqi, S., Camurri, A., Bianchi-Berthouze, N., Björkman, M., Bardy, B. (2021). Bridging the gap between emotion and joint action.
- [Bienkiewicz et al., 2023] Bienkiewicz, M., Jean, P., Janaqi, S., Bardy, B. (2023). Impact of emotion-laden acoustic stimuli on group synchronisation performance.
- [Blain et al., 2022] Blain, H., Bichet, T., Bernard, P. (2022). The benefits of physical activity on successful bone, spine and joint ageing: Highlights of the recent literature.
- [Blain et al., 2023] Blain, H., Annweiler, C., Berrut, G., Becker, C., Bernard, P., others, (2023). Synthèse en langue française des recommandations mondiales 2022 pour la prise en charge et la prévention des chutes chez les personnes âgées.
- [Borot et al., 2021] Borot, L., Duleme, M., Belda, G., Vergotte, G., Dray, G., Perrey, S. (2021). Behavioural and cortical responses to visuo-spatial working memory task using fNIRS.
- [Burghoffer et al., 2023] Burghoffer, A., Seyssaud, J., Magnier, B. (2023). OV 2 SLAM on EuRoC MAV Datasets: a Study of Corner Detector Performance.
- [Calabrese et al., 2021] Calabrese, C., De Lellis, P., Lombardi, M., Bolli, E., Bardy, B., Di Bernardo, M. (2021). Spontaneous emergence of leadership patterns drives synchronization in complex human networks.
- [Calle Gallego et al., 2023] Calle Gallego, J., Zapata Jaramillo, C. (2023). QUARE: towards a question-answering model for requirements elicitation.
- [Casteran et al., 2024] Casteran, C., Homs, A., Torre, K., Dupeyron, A. (2024). Sensors-Based Pain Evaluation: Analysis of Motor Complexity During Walking in Patients with Chronic Low Back Pain.
- [Chamard et al., 2024] Chamard, P., Homs, A., Goudman, L., Torre, K., Dupeyron, A., Moens, M. (2024). Hyperscanning analysis during a gait synchronization task: towards a new paradigm for assessing social behavior in chronic low back pain?.
- [Chen et al., 2024] Chen, Z., Yadollahpour, A. (2024). A new era in cognitive neuroscience: the tidal wave of artificial intelligence (AI).
- [Chhabra et al., 2023] Chhabra, G., Kumar, S., Gupta, S., Nagpal, P. (2023). Artificial Intelligence for Understanding Human Behavior and Psychology.
- [Cossich et al., 2023] Cossich, V., Carlgren, D., Holash, R., Katz, L. (2023). Technological Breakthroughs in Sport: Current Practice and Future Potential of Artificial Intelligence, Virtual Reality, Augmented Reality, and Modern Data Visualization in Performance Analysis.
- [Coste et al., 2024] Coste, A., Homs, A., Torre, K., Dupeyron, A. (2024). Visual perturbations during walking in individuals with chronic low back pain: impact on motor control and attentional resources.
- [Danna et al., 2023] Danna, J., Pujarinet, F., Jolly, C. (2023). Tools and methods for diagnosing developmental dysgraphia in the digital age: a state of the art.

- [Dehais et al., 2020] Dehais, F., Karwowski, W., Ayaz, H. (2020). Neuroergonomics: The brain at work in everyday settings.
- [Del-Valle-Soto et al., 2024] Del-Valle-Soto, C., L'opez-Pimentel, J., V'azquez-Castillo, J., Nolazco-Flores, J., Vel'azquez, R., Varela-Ald'as, J., Visconti, P. (2024). A Comprehensive Review of Behavior Change Techniques in Wearables and IoT: Implications for Health and Well-Being.
- [Demirezen et al., 2024] Demirezen, G., Taşkaya Temizel, T., Brouwer, A. (2024). Reproducible machine learning research in mental workload classification using EEG.
- [Denœux, 2000] Denœux, Thierry. (2000). Modeling vague beliefs using fuzzy-valued belief structures. *Fuzzy Sets and Systems*. 116. 167-199. 10.1016/S0165-0114(98)00405-9.
- [Duflos et al., 2022] Duflos, C., Torre, K., Homs, A., Dupeyron, A. (2022). Pain evaluation using movement complexity analysis in chronic low back pain patients with wearable sensors: A preliminary study.
- [Duflos et al., 2024] Duflos, C., Homs, A., Pers, Y., Dupeyron, A., Torre, K. (2024). Comparison of vagus nerve stimulation techniques on clinical and gait outcomes in chronic low back pain patients.
- [Duleme et al., 2023] Duleme, M., Perrey, S., Dray, G. (2023). Stable decoding of working memory load through frequency bands.
- [Dwivedi et al., 2022] Dwivedi, R., Mehrotra, D., Chandra, S. (2022). Potential of Internet of Medical Things (IoMT) applications in building a smart healthcare system: A systematic review.
- [Fajen, 2021] Fajen, B. (2021). Visual Control of Locomotion.
- [Favier et al., 2024] Favier, F., Lambertz, D., Mura, T., others, (2024). Skeletal muscle extracellular matrix remodeling: potential role in the altered muscle function associated with chronic diseases and physical inactivity.
- [Fujisawa et al., 2017] Fujisawa, R., Klazinga, N. (2017). Measuring patient experiences (PREMS): Progress made by the OECD and its member countries between 2006 and 2016.
- [Gernigon et al., 2015] Gernigon, C., Vallacher, R., Nowak, A., Conroy, D. (2015). Rethinking approach and avoidance in achievement contexts: The perspective of dynamical systems.
- [Gernigon et al., 2024] Gernigon, C., Den Hartigh, R., Vallacher, R., Van Geert, P. (2024). How the complexity of psychological processes reframes the issue of reproducibility in psychological science.
- [Gernigon et al., 2025] Gernigon, C., Altamore, R., Vallacher, R., Van Geert, P., Den Hartigh, R. (2025). Almost, but not quite there: Research into the emergence of higher-order motivated behavior should fully embrace the dynamic systems approach.
- [Gibson, 1979] Gibson, J. (1979). The Ecological Approach to Visual Perception.
- [Gutknecht et al., 2022] Gutknecht, A., Gonzalez-Figueres, M., Brioche, T., Maurelli, O., Perrey, S., Favier, F. (2022). Maximizing anaerobic performance with repeated-sprint training in hypoxia: In search of an optimal altitude based on pulse oxygen saturation monitoring.
- [Guérin et al., 2008] Guérin, P., Bardy, B. (2008). Optical modulation of locomotion and energy expenditure at preferred transition speed.
- [Haas et al., 2024] Haas, M., Boiché, J., Chevance, G., Latrille, C., Brusseau, M., others, (2024). Motivation toward physical activity in patients with chronic musculoskeletal disorders: a meta-analysis of the efficacy of behavioural interventions.
- [Haggi et al., 2021] Haggi, O., Bayd, H., Magnier, B., Aberkane, A. (2021). Human detection in moving fisheye camera using an improved YOLOv3 framework.
- [Hancock et al., 2025] Hancock, F., Rosas, F., Luppi, A., Zhang, M., Mediano, P., Cabral, J., Deco, G., Kringselbach, M., Breakspear, M., Kelso, J., Turkheimer, F. (2025). Metastability demystified — the foundational past, the pragmatic present and the promising future.
- [Harth et al., 2023] Harth, P., Jähde, O., Schneider, S., Horn, N., Buchkremer, R. (2023). From Data to Human-Readable Requirements: Advancing Requirements Elicitation through Language-Transformer-Enhanced Opportunity Mining.
- [Homs et al., 2022] Homs, A., Dupeyron, A., Torre, K. (2022). Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain.
- [Homs et al., 2024] Homs, A., Torre, K., Dupeyron, A. (2024). Influence of chronic low back pain on walking coordination and complexity: an investigation using wearable sensors.
- [Iyortsuun et al., 2023] Iyortsuun, N., Kim, S., Jhon, M., Yang, H., Pant, S. (2023). A Review of Machine Learning and Deep Learning Approaches on Mental Health Diagnosis.
- [Ji et al., 2023] Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Ban, Y., Ye, J., Madotto, A., Fung, P. (2023). Survey of Hallucination in Natural Language Generation.
- [Kelso, 1995] Kelso, J. (1995). Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior.
- [Kossiakoff et al., 2020] Kossiakoff, A., Sweet, W., Seymour, S., Biemer, S. (2020). Systems Engineering Principles and Practice.
- [Le Scouarnec et al., 2022] Le Scouarnec, J., Samozino, P., Andrieu, B., Thubin, T., Morin, J., Favier, F. (2022). Effects of Repeated Sprint Training With Progressive Elastic Resistance on Sprint Performance and Anterior-Posterior Force Production in Elite Young Soccer Players.
- [Legros et al., 2024] Legros, A., Nissi, J., Laakso, I., Duprez, J., Kavet, R., others, (2024). Thresholds and Mechanisms of Human Magnetophosphene Perception Induced by Low Frequency Sinusoidal Magnetic Fields.
- [Liu et al., 2022] Liu, K., Reddivari, S., Reddivari, K. (2022). Artificial Intelligence in Software Requirements Engineering: State-of-the-Art.

- [Longin et al., 2022] Longin, L., Deroy, O. (2022). Augmenting perception: How artificial intelligence transforms sensory substitution.
- [Magnier et al., 2024] Magnier, B., Demoor, G. (2024). Enhancing Corner Detection: Leveraging 3x3 Structure Tensor Combined with Hourglass Filter.
- [Marchant et al., 2019] Marchant, Gonzalo & Nicaise, Virginie & Chastin, Sébastien & Boiché, Julie. (2019). Réduire le temps assis en milieu professionnel : L'Etude « Sédentarité Au Travail » (SAUT).
- [Meyer, 2022] Meyer, B. (2022). Handbook of Requirements and Business Analysis.
- [Mohler et al., 2007] Mohler, B., Thompson, W., Creem-Regehr, S., Pick, H., Warren, W. (2007). Visual flow influences gait transition speed and preferred walking speed.
- [Mori, 1970] Mori, M. (1970). The Uncanny Valley Phenomenon.
- [Odic et al., 2023] Odic, N., Faure, B., Magnier, B. (2023). FORT: Fisheye Online Realtime Tracking with an Improved Kalman Filter.
- [Otten et al., 2025] Otten, S., Den Hartigh, R., Zaaij, F., Bardy, B., Gernigon, C. (2025). Optic flow and cycling effort: Where to look to go faster.
- [Papapanos et al., 2023] Papapanos, K., Pfeifer, J. (2023). A literature review on the impact of artificial intelligence on requirements elicitation and analysis.
- [Parasuraman et al., 2009] Parasuraman, R., Rizzo, M. (2009). Neuroergonomics: The Brain at Work.
- [Parry et al., 2012] Parry, D., Chinnasamy, C., Micklewright, D. (2012). Optic flow influences perceived exertion during cycling.
- [Peng et al., 1995] Peng, C., Havlin, S., Stanley, H., Goldberger, A. (1995). Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series.
- [Perrey et al., 2018] Perrey, S., Besson, P. (2018). L'étude de l'activité cérébrale dans la performance sportive : Apports et enjeux.
- [Perrey, 2024] Perrey, S. (2024). Mental workload: how can we prevent our brains from overheating?.
- [Puyjarinet et al., 2023] Puyjarinet, F., Chaix, Y., Biotteau, M. (2023). Is There a Deficit in Product and Process of Handwriting in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder? A Systematic Review and Recommendations for Future Research.
- [Rubio et al., 2024] Rubio, A., Magnier, B. (2024). Preprocessing of Iris Images for BSIF-Based Biometric Systems: Binary Detected Edges and Iris Unwrapping.
- [Réveillé et al., 2022] Réveillé, C., Bosselut, G., Belda, G., Billaud, J., Gresse, A., Dray, G., Perrey, S. (2022). Inter-brain synchronization during a cooperative task with complementary roles following an unexpected perturbation: a fNIRS hyperscanning study.
- [Sahli et al., 2024] Sahli, L., Homs, A., Torre, K., Bardy, B. (2024). Interpersonal Synchrony in Joint Action: A Systematic Review of Methods and Results.
- [Schmitz et al., 2018] Schmitz, G., Bergmann, J., Effenberg, A., Kreuer, C., Hwang, T., Müller, F. (2018). Movement sonification in stroke rehabilitation.
- [Schneider et al., 2019] Schneider, S., Baevski, A., Collobert, R., Auli, M. (2019). wav2vec: Unsupervised pre-training for speech recognition.
- [Shafer, 1976] Shafer, Glenn (1976). A Mathematical Theory of Evidence. Princeton University Press.
- [Shokouh et al., 2021] Shokouh, G., Magnier, B., Xu, B., Montesinos, P. (2021). Ridge detection by image filtering techniques: A review and an objective analysis.
- [Sid'Ahmed et al., 2024] Sid'Ahmed, S., Dupont, N., Magnier, B. (2024). Contours Inhibition for Object Tracking: a Preliminary Study.
- [Smykovskiy et al., 2022] Smykovskiy, A., Bieńkiewicz, M., Pla, S., Janaqi, S., Bardy, B. (2022). Positive emotions foster spontaneous synchronisation in a group movement improvisation task.
- [Smykovskiy et al., 2024] Smykovskiy, A., Janaqi, S., Pla, S., Jean, P., Bieńkiewicz, M., Bardy, B. (2024). Negative emotions disrupt intentional synchronization during group sensorimotor interaction.
- [Surana et al., 2019] Surana, C., Shriya, , Gupta, D., Shankar, S. (2019). Intelligent Chatbot for Requirements Elicitation and Classification.
- [Sutton-Charani et al., 2024] Sutton-Charani, N., Faux, F. (2024). Evidential linear regression for soft Detrended Fluctuation Analysis.
- [Tal et al., 2017] Tal, I., Large, E., Rabinovitch, E., Wei, Y., Schroeder, C., Poeppel, D., Golumbic, E. (2017). Neural entrainment to the beat: The “missing-pulse” phenomenon.
- [Talaoubrid et al., 2022] Talaoubrid, H., Vert, M., Hayat, K., Magnier, B. (2022). Human tracking in top-view fisheye images: Analysis of familiar similarity measures via HOG and against various color spaces.
- [Tamkin et al., 2021] Tamkin, A., Ganguli, D. (2021). How large Language Models will transform Science, Society and AI.
- [Tavaneai et al., 2019] Tavaneai, A., Ghodrati, M., Kheradpisheh, S., Masquelier, T., Maida, A. (2019). Deep learning in spiking neural networks.
- [Tavares-Figueiredo et al., 2024] Tavares-Figueiredo, I., Pers, Y., Duflos, C., Herman, F., Sztajnzahl, B., Lecoq, H., Laffont, I., Dupeyron, A., Homs, A. (2024). Effect of Transcutaneous Auricular Vagus Nerve Stimulation in Chronic Low Back Pain: A Pilot Study.
- [Torre et al., 2024] Torre, K., Homs, A., Dupeyron, A. (2024). Motor variability as an index of chronic pain impact: New perspectives with wearable sensors.
- [van Lamsweerde, 2009] van Lamsweerde, A. (2009). Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications.

- [Veerabadran et al., 2023] Veerabadran, V., Goldman, J., Shankar, S., Cheung, B., Papernot, N., Kurakin, A., Elsayed, G. (2023). Subtle adversarial image manipulations influence both human and machine perception.
- [Véron-Delor et al., 2020] Véron-Delor, L., Pinto, S., Eusebio, A., Azulay, J., Witjas, T., Velay, J., Danna, J. (2020). Musical sonification improves motor control in Parkinson's disease: a proof of concept with handwriting.
- [Wei et al., 2022a] Wei, J., Courbis, A., Lambolais, T., Bernard, P., Dray, G. (2022). Towards Boosting Requirements Engineering of a Health Monitoring App by Analysing Similar Apps: A Vision Paper.
- [Wei et al., 2022b] Wei, J., Courbis, A., Lambolais, T., Xu, B., Bernard, P., Dray, G. (2022). Vers une ingénierie des exigences dirigée par les données : analyse automatique d'avis d'utilisateurs.
- [Wei et al., 2023] Wei, J., Courbis, A., Lambolais, T., Xu, B., Bernard, P., Dray, G. (2023). Zero-shot Bilingual App Reviews Mining with Large Language Models.
- [Wei, 2023] Jialiang Wei. Enhancing Requirements Elicitation through App Stores Mining: Health Monitoring App Case Study. RE 2023 Doctoral Symposium - IEEE 31st International Requirements Engineering Conference, Sep 2023, Hannover, Germany. pp.396-400
- [Wieggers et al., 2022] Wieggers, K., Hokanson, C. (2022). Software Requirements Essentials: Core Practices for Successful Business Analysis.
- [Yu et al., 2021] Yu, D., Tian, J., Su, T., Zu, Z., Xu, X., Wang, Z. (2021). Incorporating Multimodal Sentiments into Conversational Bots for Service Requirement Elicitation.

Annexes

1. Séminaire de la Créativité - Frise de l'Interdisciplinarité de l'Unité de Recherche (2022)	p 1
2. Journée Scientifique 2022 - Résultats scientifiques Thèses pluridisciplinaires promotion 1 de l'unité	p 4
3. Journées d'Étude les 30-31 mars 2023 - Bilan de l'UR à mi-parcours et ses remédiations/perspectives	p 5
4. Les 10 ans EuroMov le 23 juin 2023 - Ateliers Démonstrateurs de l'UR	p 7
5. Hackathon pluridisciplinaire de l'UR les 28-29 mars 2024 -Cévennes What Health	p 30
6. Organigramme structurel de l'UR	p 35
7. 3 BD Strip des 3 thèmes de l'UR (F. Erre)	p 36
8. Fiche de présentation de l'UR EuroMov Digital Health in Motion	p 38
9. Plan de Gestion de Données Structure de l'UR EuroMov DHM	p 41
10. Exemple projet via Document Cadre CER UM EuroMov DHM	p 52
11. Exemple projet via le Electronic laboratory notebook, eLab FTW	p 70