



RAPPORT D'ACTIVITÉ



2024



***Réunir chercheurs
et industriels***
*autour d'innovations
scientifiques*



Test de protection de minerves
Laboratoire de Biomécanique Appliquée

Sommaire

Édito

p 9

Le Réseau des Carnot

p 10

Le Carnot STAR

p 14

- Sport/Santé/Bien-Être : une thématique aux enjeux multiples
- Les Rendez-Vous Carnot Sport
- Changement dans l'équipe opérationnelle
- Actualités internes
- Les ingénieurs Carnot STAR

- p 14
- p 15
- p 16
- p 16
- p 17

Les chiffres clés

p 20

- Effectifs
- Recettes contractuelles

- p 20
- p 21

Les Réseaux Thématiques

p 23

Une dynamique sportive sous l'égide des Jeux Olympiques de Paris

p 26

- 9-12 Recherche Industrie Sport
- Global Industrie
- Autres événements auxquels le Carnot STAR a participé
- Carnot STAR sous le feu des projecteurs
- Des projets de recherche au coeur des Jeux Olympiques

- p 26
- p 27
- p 28
- p 30
- p 32

Du nouveau dans les labos

p 38

- Le réchauffement climatique : une préoccupation majeure pour l'avenir du Sport/Santé/Bien-être
- Financement de projets interdisciplinaires
- Exemples de projets financés
- Bilan des ingénieurs

- p 38
- p 39
- p 39
- p 40

Une année de recherche partenariale

p 42

- Étude du mouvement humain, Biomécanique
- Performance, Ergonomie, Sécurité
- Imagerie biologique & médicale
- Nutrition, Pharmaceutique
- Capteurs, Mesures embarquées, Objets connectés
- Science des données
- Autres domaines

- p 43
- p 44
- p 45
- p 46
- p 47
- p 48
- p 49

L'identité du Carnot STAR

p 50

- Unités de recherche
- Tutelles académiques

- p 50
- p 50



Serge Monneret
Directeur du Carnot STAR

Edito

L'année 2024 restera probablement longtemps l'année où l'Institut Carnot STAR aura connu un nombre de sollicitations record, en raison de l'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris. De nombreux projets ont effectivement été menés au sein de nos unités de recherche pour contribuer à la performance de certains de nos sportifs français en vue de cette échéance si importante. Ces projets ont naturellement suscité l'intérêt des médias qui n'ont pas manqué de nous consulter lors de leurs communications diverses. Belle confirmation pour notre Carnot de l'intérêt d'avoir décidé fin 2023 de renforcer notre équipe de communication avec l'arrivée d'une seconde personne !

Cette décision était bien évidemment basée sur des objectifs à plus longs termes, issus de la conviction que la communication, pour un Carnot tel que le nôtre, à savoir constitué d'unités de recherche relativement indépendantes, est un vecteur efficace de notoriété. De fait, nous enregistrons une augmentation significative de sollicitations externes, comprenant des demandes de participation sur certains événements liés au sport, sport/santé ou sport/bien-être, en notre nom propre et de manière à apporter un éclairage pluridisciplinaire. Cette notoriété grandissante doit encore être cultivée, de façon à ce que la marque Carnot STAR prenne sa place de façon définitive au niveau des industriels du sport au sens large, nos unités de recherche restant les références privilégiées dans chacun des domaines scientifiques précis dans lesquelles elles interviennent.

C'est aussi pour valoriser cet ensemble pluridisciplinaire d'expertises que nous avons mis en place en 2024 le financement de 3 projets de recherche collectifs et structurants, impliquant la majorité de nos unités. L'objectif est de démontrer aux industriels du secteur du sport/santé en particulier que nous sommes capables de traiter de problématiques larges associant des disciplines variées, allant des sciences « dures » à la médecine.

Nous avons ainsi choisi de travailler sur la marche, selon trois directions :

- ***Bénéfice de la marche chez des personnes en situation d'obésité ;***
- ***Tendinopathie du tendon d'Achille ;***
- ***Protocoles de marche pour la récupération fonctionnelle de patients atteints de lésions de la moelle épinière ou d'accidents vasculaires cérébraux.***

En résumé, nos efforts pour donner une identité forte à l'Institut Carnot STAR semblent porter leurs fruits. Espérons que ce rapport d'activité vous convaincra !

Bonne lecture !

Le Réseau des Carnot

*Une offre R&D puissante pour
l'innovation des entreprises*

Créé en 2006, le label Carnot a vocation à développer la recherche partenariale, c'est-à-dire la conduite de travaux de recherche pris en charge par des laboratoires publics en partenariat avec des acteurs socio-économiques, principalement des entreprises (de la start-up aux grands groupes), en réponse à leurs besoins. Ce label, attribué par le ministère chargé de la recherche, donne aux structures de recherche publique qui mènent simultanément des activités de recherche amont, propres à renouveler leurs compétences scientifiques et technologiques, ainsi qu'une politique volontariste en matière de recherche partenariale au profit du monde socio-économique, le nom d'instituts Carnot.

Chacun des 39 instituts labellisés Carnot s'axe sur une thématique qui lui est propre. L'activité des Carnot en réseau autour de secteurs d'activités identifiés permet de relier plus efficacement les instituts qui peuvent travailler sur des problématiques pluridisciplinaires de R&D.

C'est aussi une opportunité pour les chercheurs ayant des compétences et connaissances complémentaires d'être mis en relation, et de construire de nouveaux projets, qui peuvent aboutir sur des innovations plus complètes.

***Le réseau Carnot représente 55% de la R&D
financée par les entreprises confiée à la
recherche publique française***



Global Industrie



Étude biomécanique du mouvement
Institut des Sciences du Mouvement

Le Carnot STAR

L'Institut Carnot STAR (IC STAR ou ICS) est aujourd'hui composé de 10 unités de recherche marseillaises, regroupées autour d'une thématique commune : Sport • Santé • Bien-être.

En tant que dispositif public de référence dans ce domaine, le Carnot STAR a pour mission d'accompagner les entreprises dans leurs projets R&D et d'innovation. Pour ce faire, il met à disposition une gamme complète d'expertises scientifiques et un accès privilégié à des plateformes instrumentées à la pointe de la technologie pour accélérer leurs projets et apporter des solutions concrètes aux enjeux de leurs secteurs. Fort de 18 ans d'expérience et d'évolution, le Carnot STAR continue de s'adapter aux besoins de son environnement, innovant dans son approche avec les laboratoires qui le composent.

Sport / Santé / Bien-Être : une thématique aux enjeux multiples

Avec la volonté de répondre à des enjeux de société majeurs, et de par les expertises de ses laboratoires, l'IC STAR s'axe autour du Sport, incluant deux de ses composantes indissociables : la Santé et le Bien-être. En effet, la sédentarité grandissante de la population mondiale fait notamment naître des problématiques et pathologies nouvelles liées au manque d'activité physique. Ces problématiques deviennent primordiales au niveau public et engagent inévitablement la responsabilité des industriels, en plus de modifier leurs pratiques. L'intérêt pour les sujets de la santé et du bien-être grandit également grâce à des prises de consciences collectives et à un changement de la place de ces questions dans le quotidien. Le sport apparaît comme une réponse potentielle à bon nombre de ces enjeux.

À ces problématiques s'ajoutent les évolutions liées au réchauffement climatique ainsi qu'à la pollution croissante de l'environnement. Ces dernières peuvent limiter les bénéfices attendus de la pratique sportive. Ces évolutions majeures imposent aux différents acteurs du domaine du sport, sport/santé et sport/bien-être de lancer des études multidisciplinaires complètes pour tenter de bien cerner les bénéfices et risques de certaines pratiques, vis-à-vis de certaines populations cibles.

C'est dans ce cadre que le Carnot STAR se positionne pour apporter des solutions aux entreprises et autres acteurs socio-économiques confrontés à ces évolutions, à travers 6 grands domaines d'expertise scientifique ayant chacun vocation à accompagner l'innovation liée à ces transitions :



**Étude du mouvement humain,
Biomécanique**



**Nutrition,
Pharmaceutique**



**Performance, Ergonomie,
Sécurité**



**Capteurs, Mesures embarquées,
Objets connectés**



**Imagerie biologique
& médicale**



Science des données

Les Rendez-Vous Carnot Sport



Dans la continuité des actions menées, et pour renforcer sa position de référent dans son domaine, le Carnot STAR s'est engagé à organiser les Rendez-Vous Carnot Sport, qui se tiendront à Marseille le 23 septembre 2025.

Déclinaison thématique des Rendez-Vous Carnot – le salon de référence en R&D piloté par le Réseau des Carnot – cet événement réunira 8 instituts autour des enjeux de R&D liés au Sport, au Sport/Santé et au Sport/Bien-être.

Ce rendez-vous professionnel s'adresse aux acteurs académiques, industriels et à l'écosystème de l'innovation, avec au programme : des rendez-vous B2B personnalisés, des présentations de projets scientifiques novateurs, un showroom de démonstrateurs, et un espace stand dédié aux partenaires de l'événement.



[En savoir plus sur Les Rendez-Vous Carnot Sport](#)

Changement dans l'équipe opérationnelle



En cette année 2024, l'équipe Carnot STAR a accueilli Colette qui reprend les rênes de la qualité ! Elle a pour mission d'assurer l'animation de la politique qualité et le respect des procédures au sein de l'IC STAR.

Actualités internes

Depuis 2019, le Carnot STAR est installé à la Cité de l'Innovation et des Savoirs Aix-Marseille (CISAM), un lieu où convergent acteurs et ressources dédiés à l'innovation. Cette implantation a notamment renforcé l'ancrage du Carnot STAR dans l'écosystème local.

Ses nouveaux bureaux, situés au premier étage de la CISAM, lui permettent d'accompagner l'agrandissement de son équipe et le placent aux côtés d'un nouvel acteur de l'innovation : Marseille Immunology Biocluster (MIB), qui ambitionne de rassembler sur ce site un ensemble de start-ups autour de l'immunologie. Cet environnement stimulant et collaboratif est une réelle plus-value pour l'équipe Carnot STAR.

Par ailleurs, l'année 2024 a marqué le renouvellement de la certification ISO 9001 v2015 de l'ICS. En accord avec la Charte Carnot, cette certification s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue pour assurer la satisfaction des parties prenantes dans le cadre de la promotion et du développement de la recherche partenariale. Cet engagement contribue à garantir la qualité des services Carnot STAR pour répondre au mieux aux attentes des entreprises en termes d'innovation par des mises en relation pertinentes et par la valorisation des expertises scientifiques de ses unités de recherche. Ce renouvellement est la concrétisation de l'investissement de l'ensemble de l'équipe opérationnelle de l'Institut pour s'approprier le Système Management de la Qualité mis en place.

Les ingénieurs Carnot STAR



Cédric Djaou
Ingénieur en microélectronique



Flavie Sicard
Ingénieure en phototypage



Claire Camy
Ingénieure en mécanique et biologie des matériaux



Linda Belhocine
Ingénieure en microscopie optique



Laura Pomportes
Ingénieure en physiologie humaine



Gabriel Bon
Ingénieur en calculs scientifiques



Constance Michel
Ingénieure en Imagerie par Résonance Magnétique



Floriane Cannet
Ingénieure en imagerie médicale



Florian Wernert
Ingénieur en biologie



Préparation d'une IRM préclinique
Centre de Résonance Magnétique Biologique et Médicale

Les chiffres clés

Effectifs

352
doctorants

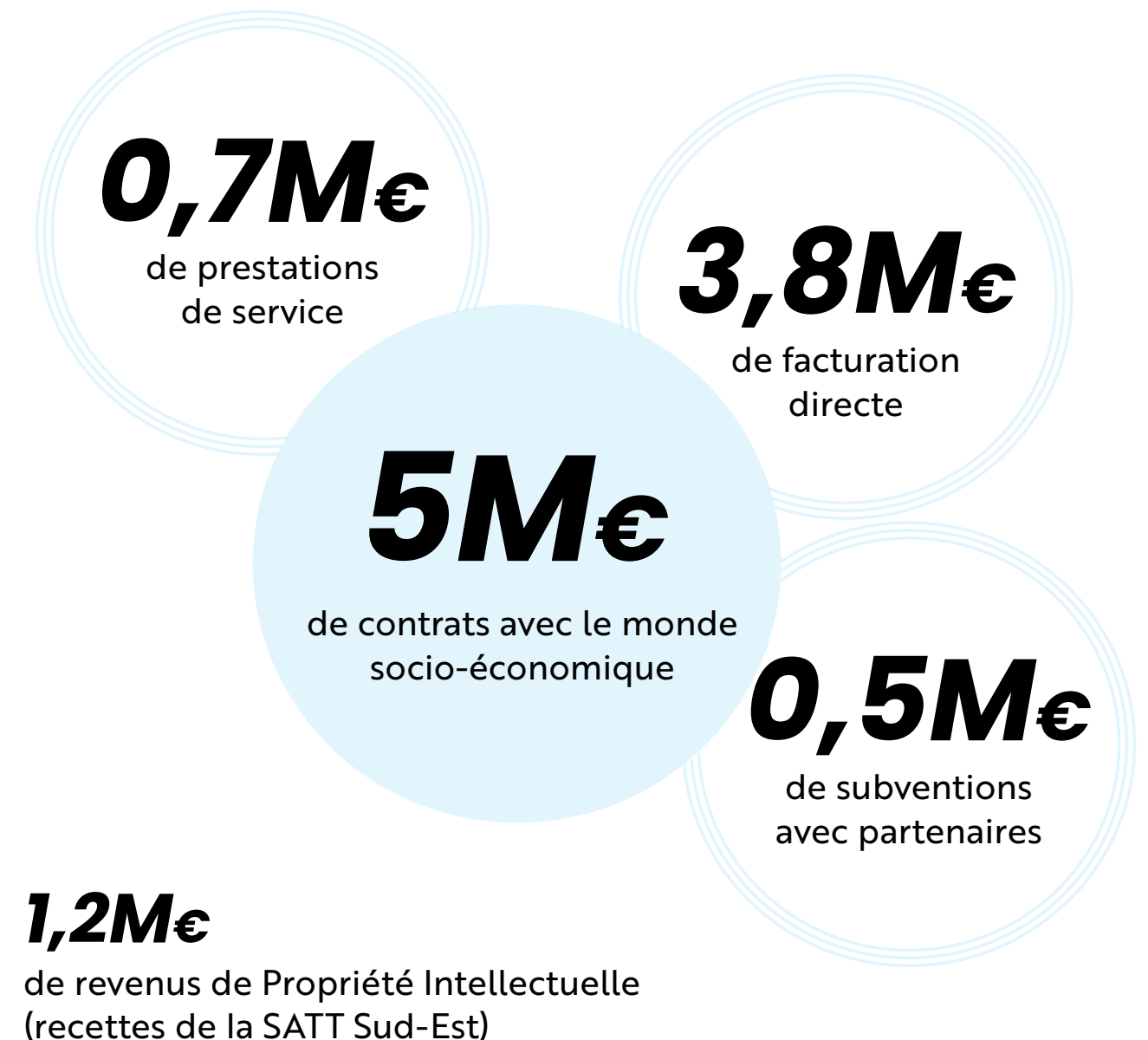
461
ETP chercheurs /
enseignants-chercheurs

64
thèses CIFRE

146
Ingénieurs / techniciens

74
post-doc

Recettes contractuelles



Montant des contrats par type d'entreprise





Espace Science & Sport
Global Industrie

Les Réseaux Thématiques

Pour répondre efficacement aux défis socio-économiques actuels, le Réseau des Carnot s'est structuré en 14 réseaux thématiques, et offre une synergie unique d'expertises en R&D. Le Carnot STAR s'inscrit dans cette démarche, et s'intègre dans deux réseaux thématiques :

- Sport/Santé ;
- Nutrition.

Dans ce cadre, deux projets inter-Carnot ont été co-financés par le Carnot STAR.

Le projet SKI-SENS porté par l'Institut de Sciences des Matériaux de Mulhouse (Carnot MICA), et l'Institut des Sciences du Mouvement (Carnot STAR) vise à développer un prototype de ski équipé de capteurs de contraintes en proposant une solution multimodale d'acquisition embarquée. L'objectif est de montrer l'intérêt d'une approche disruptive d'intégration combinant des matériaux semiconducteurs préparés en solution (sol-gel) à une étape de traitement laser afin de fabriquer un capteur directement sur l'objet à instrumenter. Cette approche originale permet d'intégrer le capteur dans l'objet, en le rendant très peu intrusif. Le prototype sera validé par des essais statiques et dynamiques, en laboratoire et sur le terrain, en combinant différents types de mesures. Ce projet pluridisciplinaire, avec des challenges en sciences des matériaux, acquisition embarquée et biomécanique, ouvre la voie vers de nombreuses autres applications dans le domaine du sport, loisirs, bien-être, transports. L'objectif à long terme est de développer un prototype fonctionnel qui sera présenté aux fabricants de ski au printemps 2026.

Le second projet s'inscrit dans le réseau thématique portant sur la nutrition, en collaboration avec le Carnot Qualiment. INSPORTED s'intéresse au rôle de la vitamine D seule ou avec des protéines de lait ou d'insectes, en association de l'activité physique pour corriger la perte de capacité musculaire ainsi que les désordres métaboliques, selon une approche combinée originale. Il devrait débiter en 2025.

Les réseaux thématiques ne se limitent pas aux projets financés : ils participent également à des événements d'affaires majeurs. Par exemple, le réseau dédié au Sport/Santé a réuni 7 Carnot lors du salon Global Industrie, et en rassemblera 8 lors des Rendez-Vous Carnot Sport en septembre 2025.



Etude de la performance sportive par réalité virtuelle (Projet REVEA)
Institut des Sciences du Mouvement

Une dynamique sportive sous l'égide des Jeux

L'année 2024 a été marquée par l'énergie et l'effervescence des Jeux Olympiques de Paris, cet événement mondial célébrant le sport, l'excellence et l'innovation. Cette édition a insufflé une dynamique dans le secteur du Sport/Santé/Bien-être, renforçant la collaboration entre les académiques, institutionnels et industriels. Pour le Carnot STAR, cette année olympique a été une opportunité précieuse de mettre en lumière l'expertise et les avancées scientifiques de ses laboratoires, tout en affirmant son rôle central dans l'avancement de la recherche au service du sport.



9-12 Recherche Industrie

Comme le veut la tradition STAR depuis maintenant 4 ans, l'ICS a organisé un 9-12 Recherche-Industrie. Cette série d'événements a vocation à réunir chercheurs et industriels autour d'une thématique bien précise.

Mais, en cette année marquée par le Sport et les Jeux Olympiques de Paris 2024, l'IC STAR voulait mettre à l'honneur ce domaine dans sa globalité. Le 9-12 Recherche-Industrie Sport a ainsi rassemblé académiques, industriels et autres acteurs socio-économiques du domaine autour d'innovations, de projets de recherche et de réflexions scientifiques. Cette édition a été rythmée par des présentations d'unités de recherche de l'ICS, mais aussi - la nouveauté de cette année - par une session de posters où chercheurs, post-doctorants et doctorants ont pu partager leurs travaux. Une matinée enrichissante qui a donné lieu à des rencontres prometteuses.



Global Industrie

À l'occasion de cette année olympique, le Carnot STAR a co-organisé l'Espace Science & Sport au salon Global Industrie. Cet espace, véritable vitrine des expertises du réseau thématique Sport/Santé, a réuni plusieurs Carnot ainsi que l'INSEP et Athletics 3D. Les visiteurs ont pu découvrir des démonstrateurs issus des laboratoires Carnot (exosquelettes, dispositifs de réalité virtuelle, plastrons connectés de Taekwondo...) et assister à des pitchs sur des projets scientifiques novateurs. Ces moments ont permis de valoriser des avancées directement liées à l'univers sportif, en écho aux valeurs d'innovation et de performance portées par les Jeux. En parallèle, Serge Monneret, directeur du Carnot STAR, a saisi l'opportunité de présenter l'Institut sur le plateau de BFM Business, renforçant l'impact médiatique de ses initiatives.

Colloque ANRT

Cette dynamique s'est poursuivie lors du colloque de l'ANRT, où Serge Monneret a participé à une table ronde sur les enjeux de la recherche partenariale dans le Sport. La présentation de la chaire académique entre l'Institut des Sciences du Mouvement - laboratoire STAR - et Decathlon a illustré de manière concrète des résultats de recherche appliquée au profit de matériel sportif innovant.

Autres événements auxquels Carnot STAR a participé en 2024

L'année s'est clôturée sur deux salons importants, illustrant l'étendue des domaines couverts par le Carnot STAR.

Au salon Cosmetic 360, tenu au Carrousel du Louvre, ses équipes ont valorisé diverses technologies d'imagerie pour l'étude et l'analyse en cosmétique.

Puis, comme chaque année, le Carnot STAR a répondu présent aux Rendez-Vous Carnot - salon de référence de la R&D - avec plus de 30 rendez-vous BtoB réalisés. Ce qui a confirmé son rôle d'acteur clé dans la mise en relation entre industriels et académiques.



Rendez-Vous Carnot

- 25 - 28 MARS**
Global Industrie
- 26 MARS**
Techinnov
- 14 - 15 MAI**
Vitafoods
- 21 MAI**
Sport in the City
- 22 - 25 MAI**
Viva Technology
- 19 - 20 JUIN**
Journées Alimentation Santé
- 19 SEPTEMBRE**
France Innovation Meetings en Santé, Cosmétique, Agroalimentaire
- 16 OCTOBRE**
Rendez-Vous Carnot
- 16 - 17 OCTOBRE**
Cosmetic 360
- 23 - 24 OCTOBRE**
TechBlick - Future of Electronics RESHAPED
- 4 - 8 NOVEMBRE**
Séminaire R&D Imagerie
- 26 - 27 NOVEMBRE**
Mecaplastronic Connection

Carnot STAR, sous le feu des projecteurs

Le Sport, le Sport et encore le Sport, c'était le sujet favori de la presse. Et tant mieux pour le Carnot STAR ! Nombreuses ont été les sollicitations, renforçant ainsi la visibilité de la structure et les travaux de ses chercheurs.

L'actualité associée aux campagnes de communication menées par le Carnot STAR sur les projets de recherche novateurs de ses unités, ont attiré l'attention de divers médias. En témoignent les nombreux articles publiés.

L'événement Global Industrie a également marqué une étape importante dans la création de liens médiatiques. Cette vitrine a attiré plusieurs journalistes désireux d'échanger avec les chercheurs et les équipes Carnot présents sur le stand. Parmi les moments forts de cet événement, l'intervention de Serge Monneret sur le plateau de BFM Business, aux côtés de Christophe Garnier, Directeur communication du Carnot CETIM.

Suite à l'engouement des journalistes pour le Sport, le Carnot STAR a organisé une visite de presse pour dévoiler une partie de ses expertises à travers deux plateformes phares : le Technosport et HIPE HUMAN LAB. Cette initiative a généré des retombées médiatiques positives, avec notamment un reportage diffusé sur France 3 et un article détaillé dans le Journal des Entreprises. S'ajoutent à cela de nouveaux contacts prometteurs avec d'autres médias et partenaires potentiels.



[Reportage France 3 sur des plateformes Carnot STAR](#)



[Interview BFM Business de Serge Monneret](#)



Interview BFM Business
Global Industrie

Des projets de recherche au coeur des Jeux Olympiques de Paris

La France s’est propulsée à la 5ème place du classement pour ces Jeux Olympiques de Paris. Pour obtenir ses 64 médailles, l’Etat a mobilisé ses forces scientifiques et misé sur la technologie pour la préparation de ses athlètes.

Dans les coulisses des stades et des salles d’entraînement, les experts du Carnot STAR travaillent d’arrache-pied pour rendre le sport plus accessible, plus inclusif, et les sportifs plus performants. De nombreux projets de recherche, portés par les laboratoires de l’IC STAR, se sont retrouvés en appui de programmes d’entraînements rigoureux.



SmartBoard



Rôle du genre dans la récupération musculaire



Plastrons de Taekwondo

Les plastrons de Taekwondo, développés par HIPE HUMAN LAB, ont notamment été utilisés par la Fédération de Taekwondo. Dotés de capteurs sophistiqués et d’une électronique embarquée de pointe, le plastron connecté détecte la précision des coups portés et comptabilise le score. Ce qui permet d’identifier les tendances concernant l’utilisation des poings ou des pieds et donc d’établir un programme complet d’entraînement.



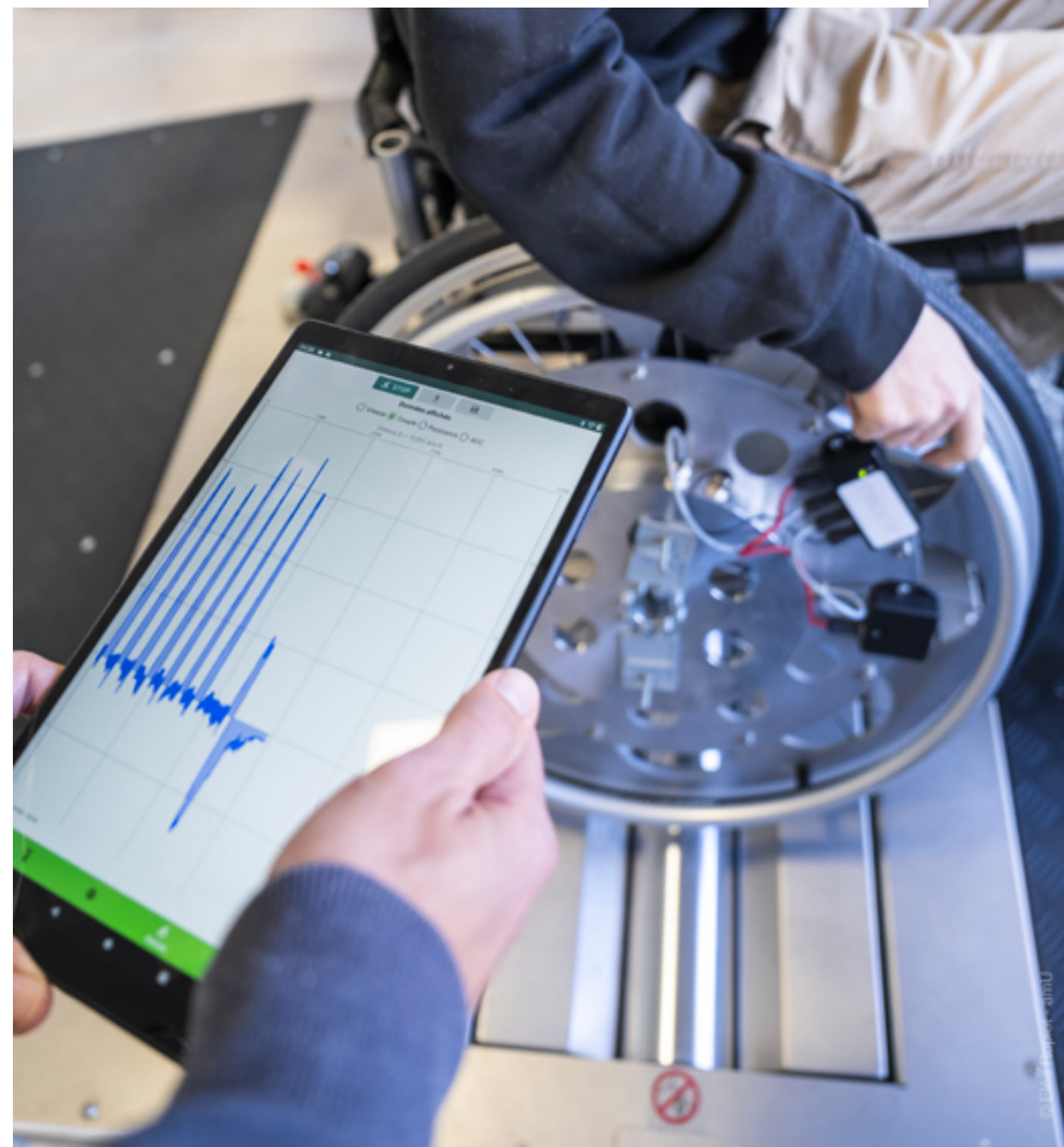
REVEA

La Réalité Virtuelle (RV) a été adoptée par les athlètes des équipes de France de relais 4x100m. Cette nouveauté surprenante est portée par le projet REVEA, issu de l'Institut des Sciences du Mouvement en collaboration avec d'autres laboratoires. Comment cela s'articule ? Les sportifs sont immergés dans un environnement, dans lequel ils peuvent s'entraîner avec les jumeaux numériques de leurs partenaires et de leurs adversaires. Ce processus d'entraînement qui se concentre uniquement sur les départs et la prise de décision, cherche à garantir un échange de vitesse optimal entre les athlètes au moment du passage de témoin. La réalité virtuelle offre aux sportifs l'avantage d'effectuer un plus grand nombre de répétitions, tout en réduisant considérablement le risque de blessure. Pour optimiser la préparation des athlètes, un rapport de performance est fourni aux sportifs et aux entraîneurs, proposant ainsi une vision globale sur les forces et les faiblesses individuelles, facilitant la mise en place de stratégies ciblées pour l'amélioration de la performance.

Roues connectées

Côté handisport, dans le cadre du projet PARAPERF, les roues connectées développées chez HIPE HUMAN LAB visent à mesurer de façon précise la puissance exercée par une personne sur les roues d'un fauteuil roulant lors d'une activité. À terme, l'objectif est de rendre accessible cet outil aux entraîneurs et aux athlètes afin qu'ils puissent l'utiliser de manière autonome pour optimiser leurs entraînements. Grâce à des mesures précises et des données en temps réel, ils pourront adapter leur préparation physique.

D'autres projets de recherche novateurs ont également eu un fort impact. Nous pensons ici à SmartBoard - l'alliée des grimpeurs, à l'Ergomètre Balistique - au service de la performance et de la rééducation, à l'étude sur la récupération musculaire ou à celle sur les commotions cérébrales chez les rugbyman, et à bien d'autres encore...





Chambre calorimétrique et climatique
HIPE HUMAN LAB



Du nouveau dans les labos

Le réchauffement climatique : une préoccupation majeure pour l'avenir du Sport/Santé/Bien-être

Les évolutions liées au réchauffement climatique ainsi qu'à la pollution croissante de l'environnement peuvent limiter les bénéfices attendus de la pratique sportive. Ces évolutions majeures imposent aux différents acteurs du domaine de lancer des études multidisciplinaires complètes pour tenter de bien cerner les bénéfices et risques de certaines pratiques, vis-à-vis de certaines populations cibles.

Pour répondre à ces besoins, l'une des unités Carnot STAR - HIPE HUMAN LAB - s'est équipée d'une chambre calorimétrique et climatique. Une première mondiale ! Celle-ci permet d'étudier l'impact des environnements extrêmes sur l'être humain en recréant avec précision une large variété de climats (température, humidité, altitude...). Grâce à un circuit d'air entièrement contrôlé, la chambre pourra prochainement intégrer des systèmes simulant également allergènes et pollution atmosphérique. Au-delà du contrôle précis des conditions climatiques, les chercheurs peuvent aussi mesurer certains paramètres physiologiques, ainsi qu'en continu la consommation d'oxygène et le rejet de dioxyde de carbone.

Les études réalisées grâce à cette chambre couvrent des champs d'application et des populations cibles très divers. Certaines se concentrent sur les sportifs, qu'ils soient de haut niveau ou amateurs, d'autres sur des individus évoluant dans des environnements spécifiques, ou encore sur des personnes en situation de post-AVC. Ces travaux vont contribuer à mieux comprendre les interactions entre environnement, activité physique et santé. Ce qui ouvre la voie à de nouvelles perspectives pour adapter les pratiques sportives, protéger les populations vulnérables et anticiper les impacts des évolutions climatiques sur le bien-être global.

Financement de projets inter-disciplinaires

L'IC STAR, constitué d'un consortium d'unités, est capable d'apporter de multiples expertises croisées visant à mieux répondre aux enjeux liés au sport au sens large. Ainsi, les domaines de recherche des 10 entités qui composent le Carnot STAR permettent d'adresser de façon interdisciplinaire certaines questions complexes, avec une forte valeur ajoutée.

Afin de renforcer son potentiel collectif vis-à-vis de ses partenaires industriels, l'IC STAR finance trois projets inter-laboratoires autour de la marche pour exhiber un ensemble de résultats d'intérêt, portant sur :

- Marche et neuroréhabilitation (coordination motrice, recouvrement fonctionnel) ;
- Marche et diagnostic/rééducation au niveau du tendon d'Achille ;
- Bénéfices de la marche chez les personnes en situation d'obésité.

Ces 3 projets sont pluriannuels et financés depuis 2024. Ils ont vocation à perdurer en fonction des résultats obtenus et challenges supplémentaires issus d'une réflexion et d'un arbitrage collectifs. L'objectif principal est de démontrer la valeur ajoutée de l'IC STAR en tant qu'entité pluridisciplinaire dans le domaine du Sport/Santé/Bien-être.

Exemples de projets financés

Méthode de suivi d'itinéraire pour personnes déficientes visuelles

L'objectif du stage financé a été d'étendre et d'approfondir une méthode de suivi d'itinéraire à destination des personnes déficientes visuelles, en s'appuyant sur des données visuelles issues de caméras embarquées. Il s'agit dans un premier temps de mémoriser et d'apprendre un flux vidéo capturé le long d'un chemin donné à l'aide d'une caméra fixée sur le torse. Ensuite, ce flux est comparé en temps réel avec celui acquis par un piéton lors de ses déplacements, en s'appuyant sur un indice de familiarité visuelle permettant d'évaluer la correspondance entre les scènes observées et celles mémorisées. À partir de cette comparaison, la direction à suivre pour rejoindre ou maintenir le chemin appris est calculée. Une étape essentielle consiste alors à définir l'interface la plus efficace pour traduire cette information directionnelle et la transmettre au piéton déficient visuel. Dans ce contexte, une ceinture vibro-tactile équipée de 32 micro-moteurs (ou « pinnules ») est utilisée pour délivrer des retours sensoriels sous forme de vibrations, voire de signaux sonores. L'ensemble des expérimentations a été mené en environnement intérieur (arène de vol de la méditerranée) ainsi qu'en milieu extérieur naturel.

Segmentation des compartiments de graisse épicaudique dans des images IRM ciné par un réseau de neurones

Ce projet de stage visait à réaliser la segmentation automatique des compartiments de graisse épicaudique dans des images IRM ciné petit axe, et à évaluer sa performance. Un réseau de neurones spécialisé dans le traitement d'images médicales (nnUNet) a été entraîné sur des images segmentées manuellement suivant différents stratégies. Les résultats (formes et volumes) obtenus par le réseau entraîné ont été comparés aux segmentations manuelles sur des dizaines de patients. Les ressemblances et précisions de quantification ont été, à ce stade insuffisants pour une utilisation en routine, mais encourageants pour la poursuite du projet suivant différentes idées d'amélioration (architecture du réseau et optimisation de la stratégie d'entraînement). À l'issue du stage, un réseau de neurones (nnUNet) entraîné, sur des images segmentées manuellement est à disposition pour de futurs travaux. Le sujet est actuellement poursuivi par un autre stage Master, et un projet de thèse a été déposé à l'Ecole Doctorale 659 (Recherches biomédicales) à Aix-Marseille Université. Il a également suscité l'intérêt d'un acteur industriel (développement logiciels imagerie médicale).

Les ingénieurs Carnot STAR, bilan 2024

Le Carnot STAR innovait en 2021 en testant une nouvelle modalité de redistribution d'une grande partie de l'abondement Carnot vers ses unités de recherche. Ainsi, au lieu de lancer un appel à projets pour financement, l'ICS a préféré soutenir ses unités de recherche en augmentant leurs moyens humains par l'embauche d'ingénieurs de plateforme. L'idée était de permettre la contractualisation rapide de prestations de service, sources potentielles d'initiation de collaborations de recherche plus pérennes. Voici trois exemples de collaborations fructueuses actuellement portées par ces ingénieurs de plateforme.

L'Oréal x Photonics: La cosmétique sous le spectre de techniques d'imagerie de pointe

L'Institut Fresnel collabore depuis plus de 10 ans avec L'Oréal pour explorer de nouvelles potentialités dans le domaine de la cosmétique. De ce partenariat fructueux est né un nouveau projet ambitieux et novateur qui vise à étudier les interactions entre un produit cosmétique, développé par L'Oréal, et les bactéries présentes à la surface de la peau.

Un protocole expérimental rigoureux a été mis en place. Il comprend trois grands axes :

- Étude sur les bactéries dites d'intérêt ;
- Étude sur les bactéries pathogènes ;
- Étude sur un écosystème bactérien complexe ;

Pour mener à bien ces différentes étapes, l'ingénieure de la plateforme Photonics, Linda Belhocine, utilise principalement deux technologies d'imagerie :

- L'imagerie dite vibrationnelle (basée sur un signal Raman) pour identifier les populations;
- L'imagerie de phase quantitative, pour le suivi global de la quantité de bactéries

Cette étude ouvre de nouvelles perspectives pour une meilleure compréhension des effets des produits cosmétiques sur le microbiome cutané.

Microphyt x CriBioM : La richesse des bioactifs des microalgues au service de la santé

Ce projet est le fruit d'un travail entre la plateforme CriBioM du Centre de Recherche en CardioVasculaire et Nutrition (C2VN) et l'entreprise Microphyt, spécialisée dans les microalgues et leurs utilisations en nutrition et cosmétique.

L'ingénieure Flavie Sicard a étudié les effets d'une microalgue précise (Porphyridium cruentum) dans le domaine de la nutrition sportive. Celle-ci permettrait d'améliorer les capacités d'endurance mais aussi de maximiser la récupération musculaire après un exercice en améliorant le stockage du "carburant" et la réparation musculaire, via la modulation de la réponse inflammatoire et du stress oxydatif. Les premières conclusions permettent d'observer des preuves d'efficacité. Fort de ces résultats positifs, d'autres études sont en cours entre la plateforme CriBioM et la société Microphyt. Elles contribueront à documenter le potentiel d'innovation de nouvelles substances actives issues de l'univers des microalgues en faveur de la santé et du bien-être.

NAWAH x SPRINT : Des nanomatériaux au service de l'innovation

L'entreprise NAWAH, experte en nanotubes de carbone, est parvenue à développer un procédé de fabrication innovant, mais fait face à un nouvel enjeu. Pour le surmonter, elle a fait appel à l'Institut des Matériaux Microélectroniques Nanosciences de Provence (IM2NP).

Concrètement, NAWAH cherchait à déposer les nanotubes de carbone à certains endroits spécifiques sur le support de création, afin de constituer des motifs au lieu d'avoir des surfaces entièrement recouvertes de nanotubes. Un procédé potentiel avait été identifié par la société qui a sollicité la plateforme SPRINT de l'IM2NP pour pouvoir le mettre en œuvre et le tester. L'expertise de cette plateforme concerne l'impression à jet d'encre qui est un procédé additif et numérique. L'étape technologique développée par l'ingénieur Cédric Djaou a répondu aux critères de reproductibilité et de résolution des motifs attendus par la société NAWAH.



[D'autres exemples de collaborations de recherche](#)

Une année de **recherche partenariale**

Retour sur une année de collaborations R&D entre les unités de recherche de l'Institut Carnot STAR et les acteurs socio-économiques.

Les projets sont présentés de façon non exhaustive et classés relativement aux six domaines d'expertise de l'Institut.

Pour des raisons de confidentialité, les entreprises partenaires ne sont pas nommées. Toutefois, vous pouvez vous rendre sur notre site internet pour avoir un aperçu des structures avec lesquelles nous collaborons.



Étude du mouvement humain, Biomécanique

LBA

Etude des propriétés mécaniques et physiques d'allogreffons tissulaires en vue d'une utilisation thérapeutique en chirurgie orthopédique.

ISM

Compréhension des phénomènes biomécaniques et physiologiques lors de la montée et descente en randonnée.

LBA

Evaluation de la performance mécanique et physiologique d'implants.

ISM

Caractérisation biomécanique de l'extrémité supérieure du fémur.

LBA

La simulation numérique comme outil d'évaluation et de certification de la planification chirurgicale.

ISM

Influence des propriétés mécaniques des skis et des caractéristiques des athlètes sur la performance en ski alpin en conditions réelles de pratique.

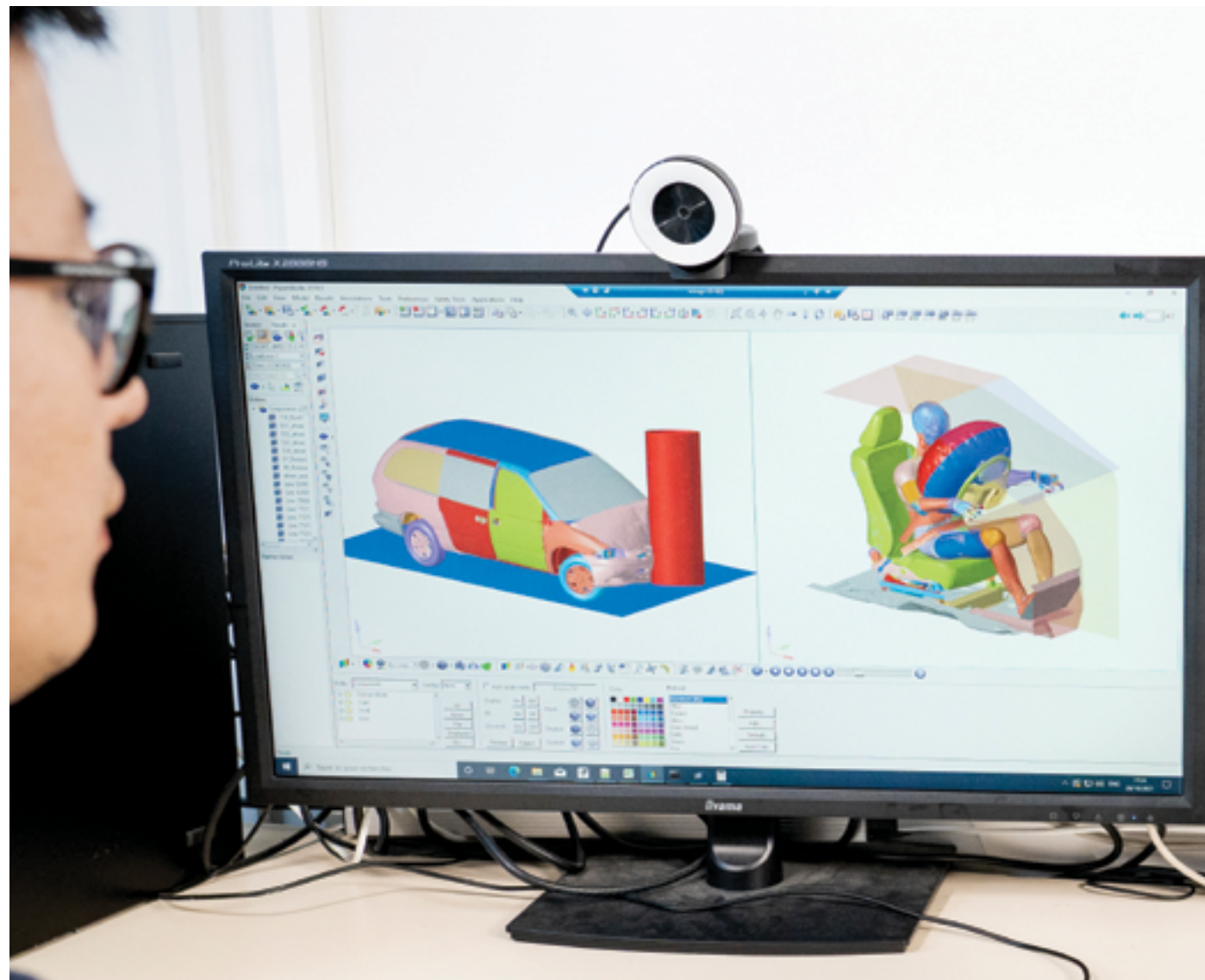
LBA

Modélisation posturale du nourrisson.

ISM

Etude de l'acceptabilité par les séniors d'un jeu actif présenté sur un support numérique





Performance, Ergonomie, Sécurité

HIPE

Suivi de la fatigue chez les handballeurs professionnels.

HIPE

Expertise de la performance chez des basketteurs professionnels.

LBA

Efficience de la capacité de protection des dorsales pour les motocyclistes.

LBA

Biomécanique de la chute en escalade : vers l'évaluation des performances d'un dispositif de protection.

LBA

Protection du rachis du skieur, du snowboarder et du vététiste.

LBA

Etude du risque d'éjection du conducteur dans diverses conditions d'impact.

LBA

Protection des usagers des nouvelles formes de mobilité urbaine.

ISM

Analyse des interactions entre l'homme et le véhicule dans des situations variées.

LBA

Vers une méthode d'évaluation à visée réglementaire des gilets airbags utilisés par les motocyclistes



Imagerie biologique & médicale

CERIMED

Développement et test de traceurs pour l'imagerie TEP.

INSTITUT FRESNEL

Optimisation instrumentale de la microscopie par diffusion Raman stimulée.

INT

Cerveau sur puce : une plateforme d'analyse fonctionnelle pour étudier la plasticité des réseaux neuronaux.

INSTITUT FRESNEL

Nouvelles approches algorithmiques pour la Tomographie optique diffuse de fluorescence.

INSTITUT FRESNEL

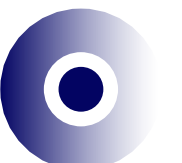
Développement de la microscopie optique non linéaire pour l'étude de la pénétration de produits cosmétiques dans le cheveu.

INSTITUT FRESNEL

Métamatériaux appliqués à la tomographie par émission de positons (scanners TEP).

CRMBM

Evaluation neuropsychologique de patients atteints de sclérose en plaque suivis en IRM 7T.





Nutrition, Pharmaceutique

C2VN

Etude de l'effet d'une supplémentation alimentaire sur des truies et leurs porcelets sur la réponse immunitaire des porcelets après vaccination.

C2VN

Etude de rôles biologiques de composés bioactifs issus de microalgues.

C2VN

Etude de bioaccessibilité et de biodisponibilité in vitro de bioactifs liposolubles et de vitamines.

C2VN

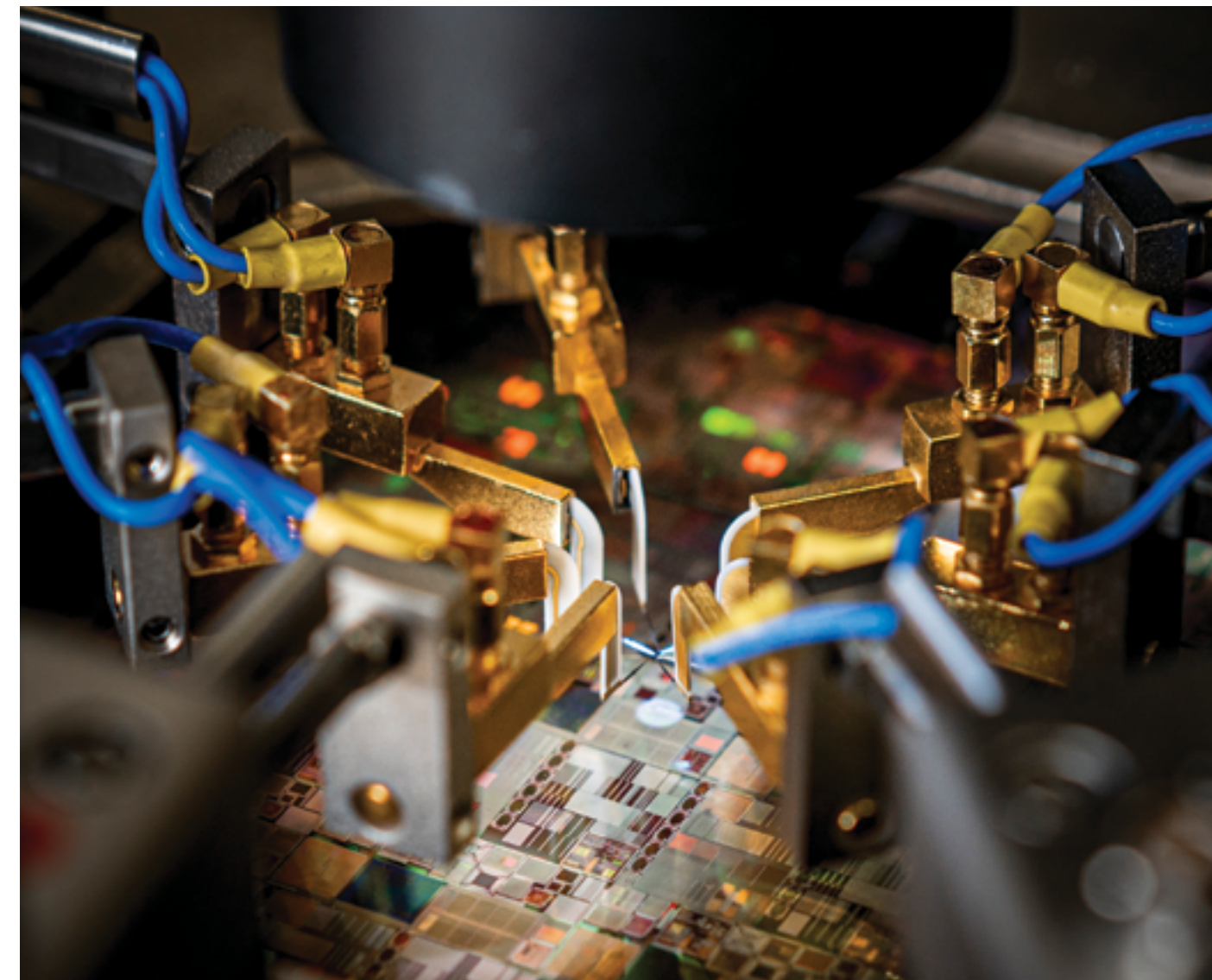
Etude de mécanismes de dérégulation et de reprogrammation impliqués dans l'asthme.

INT

Etude d'un nouvel agent d'embolisation.

C2VN

Evaluation d'une technique de photothérapie sur un traumatisme de moelle épinière.



Capteurs, Mesures embarquées, Objets connectés

IM2NP

Conception et évaluation d'un microcontrôleur à ultra faible consommation pour dispositifs médicaux.

IM2NP

Développement et caractérisation de cellules solaires organiques imprimées par jet d'encre pour des applications indoor.

IM2NP

Développement de capteurs sur support souple pour applications IOT : capteurs imprimés, environnementaux et écoresponsables.

ISM

Conception d'une boussole optique bio-inspirée pour estimer le cap d'un système portable optoélectronique.

IM2NP

Caractérisation et modélisation des matériaux à changement de phase pour les applications mémoires embarquées.

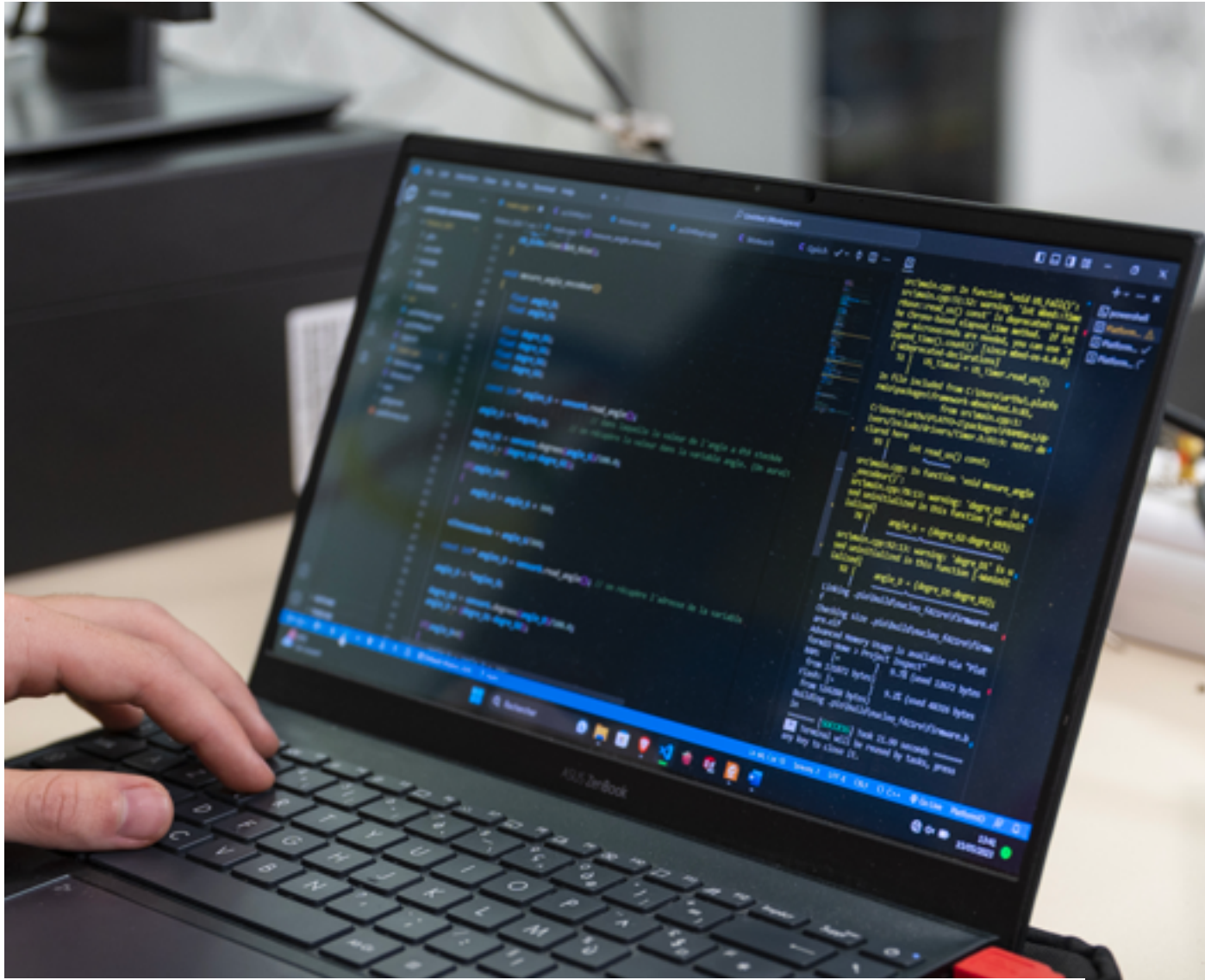
IM2NP

Etude et réalisation de substrats Germanium pour les capteurs d'image NIR.

IM2NP

Investigation de nouvelles solutions architecturales pour les futures générations de mémoires non-volatiles.

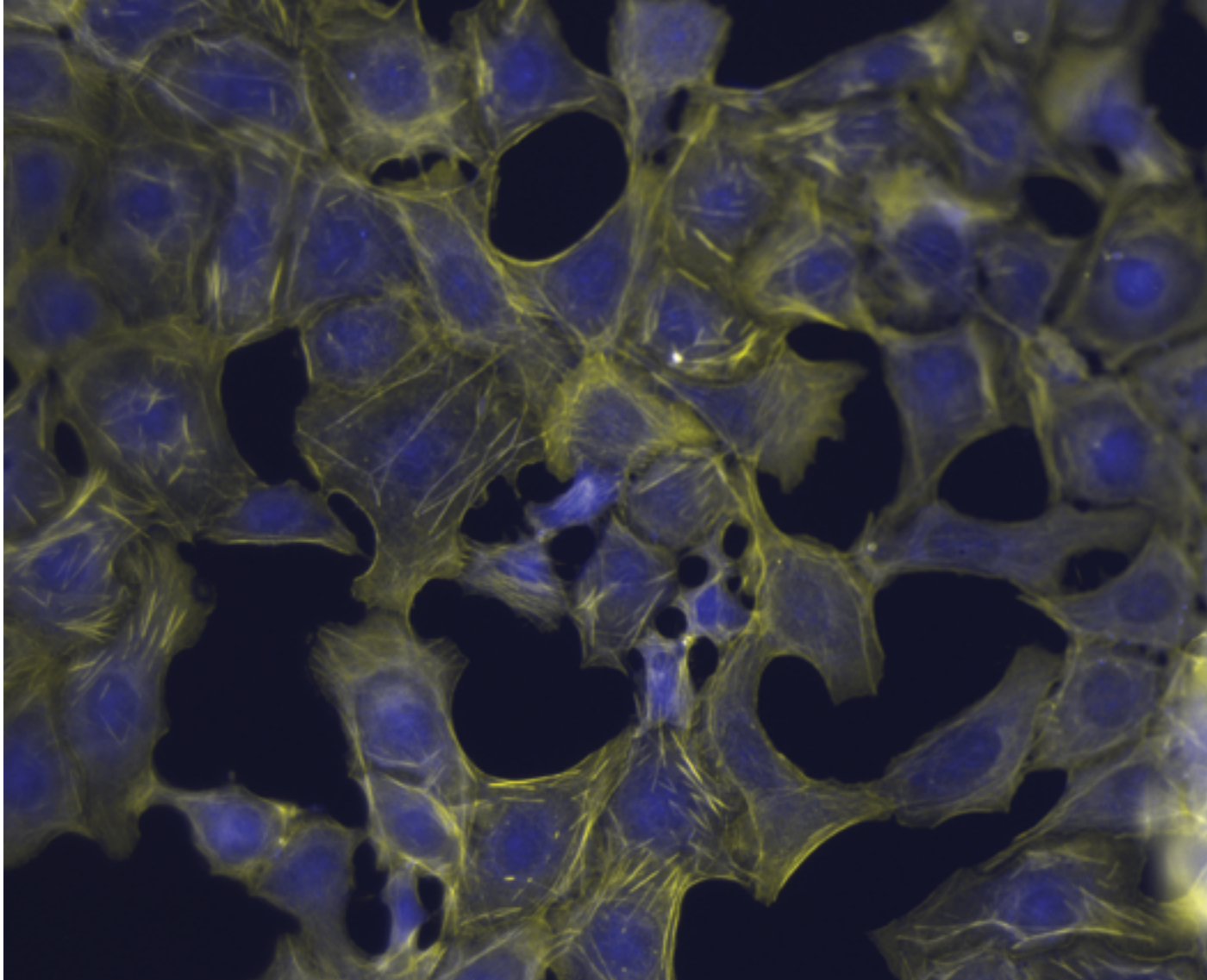




Science des données

- LIS**
Etude sur les risques de perturbations liés au trafic maritime de la fréquentation de cétacés.
- LIS**
Développement d'un système permettant l'identification automatique de traces de sang.
- LIS**
Construction d'un modèle sémantique collaboratif sécurisé.
- LIS**
Génération de phrases, textes, en langue naturelle à partir de représentations structurées
- LIS**
Etude sur l'intérêt de l'intelligence artificielle dans la gestion de portefeuille de projets stratégiques.
- LIS**
Intelligence artificielle pour la maintenance prédictive.
- LIS**
Apprentissage profond pour le diagnostic d'un cancer à partir d'images écho-endoscopiques.

- INSTITUT FRESNEL**
Traitement de données et modélisation à l'aide des algorithmes d'IA pour un réseau de capteurs.
- LIS**
Irrigation intelligente : utilisation des données issues de capteurs connectés pour automatiser l'irrigation des cultures et réduire la consommation d'eau..



Autres domaines

- ISM**
Rôle des retours sensoriels en réalité mixte pour caractériser les gestes et postures de maintenance.
- INT**
Evaluation du rôle d'un médicament dans un mécanisme d'action neuronal.
- ISM**
Conception et fabrication de systèmes mécaniques bio-inspirés.
- INSTITUT FRESNEL**
Développement de métasurfaces pour le contrôle de la polarisation de la lumière.
- C2VN**
Etude et compréhension de l'effet d'ingrédients actifs pour un usage en cosmétique.
- IM2NP**
Modélisation de la précipitation dans des alliages.
- IM2NP**
Développement d'une méthodologie pour l'analyse d'un plasma par spectroscopie d'émission optique.

L'identité du Carnot STAR

Unités de recherche



Tutelles académiques



Crédits photos

© Tifenn Ripoll - VOST Collectif / Carnot STAR
© Eléa Ropiot - Aix-Marseille Université
© Carnot STAR
© Le Réseau des Carnot
© Cyril Frésillon - CNRS Images

Directeur de la publication

Serge Monneret

Rédaction

Serge Monneret, Valentine Dulphy, Thomas Lacaze,
Valérie Mass, Giuseppe Lamanna, Colette Gomis
Mansaly

Conception graphique

Valentine Dulphy

Impression

Aix-Marseille Université

Version 1 - Juillet 2025 - Tous droits réservés
à l'Institut Carnot STAR



Institut Carnot STAR

icstar-direction@univ-amu.fr
CISAM, bât. le Castel
61, bd. des Dames
13002 Marseille