

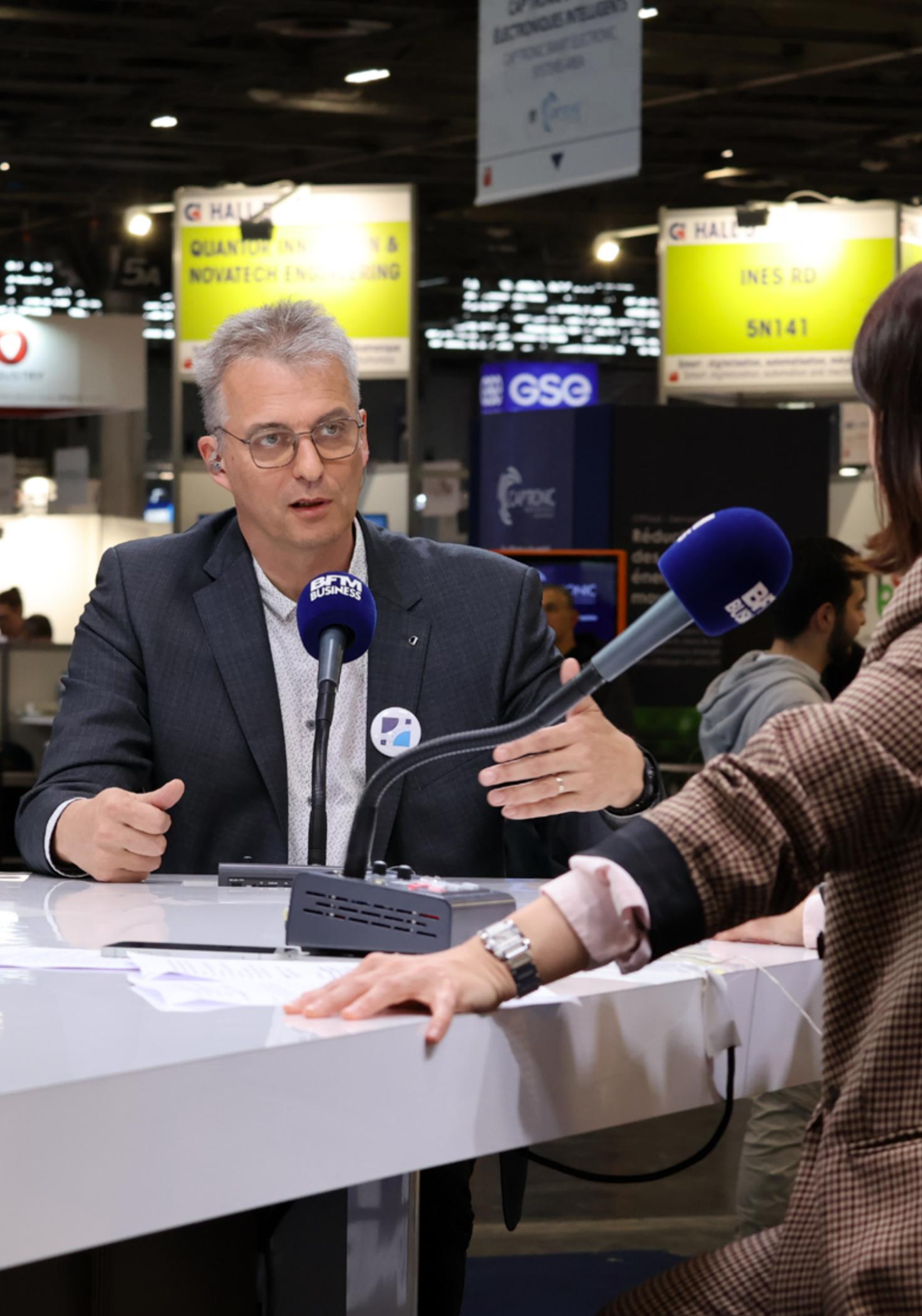
RAPPORT D'ACTIVITÉ

20
23



SPORT • SANTÉ • BIEN-ÊTRE





Edito

L'année 2023 représente l'évolution souhaitée pour notre Carnot, à savoir un institut visible, bien identifié dans le domaine du sport au sens large, et jouant pleinement son rôle au sein du dispositif national Carnot.

De fait, notre Carnot est constitué d'un consortium d'unités aux disciplines très variées et complémentaires. Par un lent travail d'associations de compétences mis en place depuis près de 10 années, en particulier par le soutien à des projets inter-unités, nous sommes maintenant en mesure d'apporter une réponse interdisciplinaire à certaines problématiques complexes. Par exemple, nous rencontrons des acteurs du domaine du sport préoccupés par le fait que les sportifs soient confrontés à certaines évolutions majeures comme le réchauffement climatique ou encore l'augmentation de la pollution de l'air, qui nous incitent à développer plus encore nos connaissances interdisciplinaires. De telles évolutions mettent en valeur (malheureusement, ici !) notre volonté d'associer au sport une continuité indissociable vers la santé et le bien-être.

Par ailleurs, et cette fois au niveau national, nous nous étions engagés à nous organiser collectivement avec les autres Carnot pour proposer une offre cohérente et complémentaire, de façon à renforcer encore l'efficacité du dispositif. Nous avons ainsi effectivement commencé en 2023 à organiser certaines actions collectives, en particulier une participation au congrès international de l'European College of Sport Science (ECSS) qui a fait étape en France en juillet 2023, à Paris. Nous avons ainsi proposé un stand au sein du salon SportEx associé au congrès, sur lequel pas moins de 5 Carnot ont pu exposer leurs réalisations. Une telle expérience nous a conduit à accepter le pilotage de la mise en

place d'une animation nettement plus importante, au nom du réseau des Carnot, durant le salon « Global Industrie » tenu en mars 2024 qui souhaitait valoriser le sport en année olympique.

En effet, les Jeux Olympiques « Paris 2024 », avec une partie des épreuves organisées à Marseille, ont généré dès 2023 un ensemble d'événements pour lesquels le sport a été mis en valeur, avec comme conséquence une sollicitation importante de notre structure. Nous avons ainsi participé à la fête de la science, mais aussi au salon SportEx déjà mentionné, et enfin organisé une table ronde autour du sport de haut niveau durant les Rendez-Vous Carnot. En prévision d'une sollicitation plus importante pour 2024, comprenant a minima Global Industrie, nous avons choisi en fin d'année de renforcer l'équipe Carnot qui compte maintenant une personne supplémentaire pour consolider nos activités en communication. Ainsi, nous pourrions proposer encore plus d'événements et animations afin de mieux faire connaître nos atouts, à la fois à nos chercheurs comme à nos partenaires externes, pour 2024 et au-delà !

Bonne lecture !

Serge Monneret
Directeur du Carnot STAR

Réunir chercheurs
et industriels
autour de
développements
scientifiques

Sommaire

1	Le Carnot STAR	p 8
	Le label Carnot : la force d'un réseau	p 9
	Carnot STAR	p 10
	Notre identité : Sport • Santé • Bien-être	p 10
	Six domaines d'expertises	p 12
	L'équipe opérationnelle STAR	p 13
	Les ingénieurs de plateformes début 2024	p 14
2	Retour sur l'année 2023	p 16
	Nos chiffres	p 17
	Avec le réseau des Carnot	p 18
	Les informations clés de 2023	p 19
	Le 9-12 Imagerie	p 19
	Événements et salons	p 20
	Exemples de projets financés	p 22
	Intégration de HIPE Human Lab	p 23
	Rencontre avec l'INSEP	p 24
	Replays d'interventions	p 24
	Ingénieurs de plateformes : bilan	p 25
3	Une année de recherche partenariale	p 26
	Étude du mouvement, Biomécanique	p 27
	Performance, Ergonomie, Sécurité	p 28
	Imagerie biologique et médicale	p 29
	Capteurs, Mesures embarquées, Objets connectés	p 30
	Science des données	p 31
	Nutrition & Pharmaceutique	p 32
	Autres domaines	p 33
	Focus sur 2 Collab'	p 34

1. Le Carnot STAR



Carnot, la force d'un réseau

Le label

Depuis sa création en 2006, le label Carnot œuvre au développement de la recherche partenariale, c'est-à-dire à la mise en place de collaborations de recherche entre des laboratoires publics et des acteurs socio-économiques, principalement des entreprises (de la start-up au grand groupe). Le label est attribué par le ministère chargé de la recherche aux instituts Carnot à l'issue d'un appel à candidatures très sélectif.

Le Réseau

Chacun des 39 instituts labellisés Carnot s'axe sur une thématique qui lui est propre. Mais de ces différences naissent des complémentarités bénéfiques pour la recherche partenariale. C'est dans la lignée des Filières Carnot qui ont pris fin en 2021, que s'inscrit la volonté de développer l'activité des Carnot en réseau autour de secteurs d'activités identifiés. Cela permet de relier plus efficacement les instituts qui peuvent travailler sur des thématiques communes. C'est aussi une opportunité pour les chercheurs ayant des compétences et connaissances complémentaires d'être mis en relation. C'est ainsi un moyen pour construire de nouveaux projets pluridisciplinaires, qui peuvent aboutir à des innovations plus complètes.



Missions et objectifs

Le réseau des Carnot, animé par l'Association des Instituts Carnot, œuvre depuis plus de 15 ans au développement de la recherche partenariale. L'objectif ? Faciliter l'accès de la R&D à toutes les entreprises. C'est aussi d'accroître l'impact économique des actions de R&D menées par les laboratoires des Carnot en partenariat avec les entreprises en termes de création d'emploi, de chiffre d'affaires national et à l'export, et donc de compétitivité.

Les Carnot s'engagent dans une démarche d'amélioration continue du professionnalisme de leur relation partenariale.



www.instituts-carnot.eu

Notre identité :

Le Carnot STAR est aujourd'hui composé de 10 unités de recherche publiques marseillaises, regroupées autour d'une thématique commune : Sport • Santé • Bien-être. Fort de 17 ans d'expérience et d'évolution, il continue de s'adapter aux besoins de son environnement, innovant dans son approche avec les laboratoires qui le composent. Ses objectifs restent les mêmes : développer la recherche partenariale et valoriser l'excellence de ses composantes auprès d'industriels engagés dans des opérations de R&D.

Nos points forts

- Un savoir-faire unique et inter-disciplinaire, articulé autour de 6 domaines d'expertise.
- Pour les industriels, une équipe dédiée, point d'entrée et facilitatrice de liens avec les chercheurs concernés par leurs problématiques de R&D.
- Pour les chercheurs, une porte d'entrée pour la valorisation de leurs projets de recherche, la prospection de partenaires industriels, la création de liens avec des scientifiques d'autres laboratoires...

Une thématique unique

Chacun des 39 Carnot porte une thématique propre.

Avec la volonté de répondre à des enjeux de société majeurs aujourd'hui et de par les expertises de ses laboratoires, Carnot STAR s'axe autour du Sport, incluant deux de ses aspects associés : la Santé et le Bien-être. La sédentarité grandissante de la population mondiale fait notamment naître des problématiques et pathologies nouvelles. Ces

sujets deviennent primordiaux 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 de plus en plus grâce à des prises de consciences collectives et à un changement de la place de ces questions dans le quotidien.

Le sport apparaît de plus en plus comme une réponse à tous ces enjeux. 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.

Nos unités

Chacune de nos unités de recherche est composée de scientifiques reconnus dans leur domaine, qui conduisent un ensemble de projets de recherche divers.

Le Carnot STAR, constitué d'un consortium d'unités, apporte ainsi de multiples expertises visant à mieux répondre aux enjeux liés au sport au sens large. Mieux, 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. C'est par exemple le cas pour le projet Gender Training où 4 laboratoires du Carnot STAR collaborent pour étudier les différences de récupération musculaire entre hommes et femmes après un effort d'endurance, en associant un ensemble d'expertises autour du mouvement et de ses mesures, de l'imagerie médicale et de simulations numériques.

Par ailleurs, certaines recherches menées dans

Sport • Santé • Bien-être

le domaine du sport, plus spécifiquement pour le sport de haut niveau, développent ensuite un intérêt fort pour le domaine de la santé. Ce lien que l'on soupçonne peu est pourtant bien réel. C'est le cas par exemple d'un projet mené pour étudier l'efficacité de différents gilets d'athlètes pour les aider à réguler leur température. Une fois les réponses trouvées pour les athlètes, les équipes de recherche ont poursuivi leurs études pour mettre

en place des gilets qui seront de plus en plus utiles dans un contexte de réchauffement climatique et pour un public bien plus large : personnes fragiles, travailleurs du BTP et autres personnes exposées à de fortes températures.

Carnot STAR et son environnement

10

unités de recherche
et leurs plateformes technologiques



4

tutelles académiques



1

lieu d'hébergement
dédié à l'innovation



CITÉ DE L'INNOVATION
ET DES SAVOIRS
AIX-MARSEILLE



6 domaines d'expertises



Étude du mouvement humain

Étude des mécanismes déterminants d'un geste normal, pathologique ou sportif dans un but de performance, prévention, rééducation ou thérapie. Optimisation et innovation pour la conception d'un produit.



Performance, ergonomie, sécurité

Comprendre la tâche pour l'adapter à l'Homme, et comprendre l'interaction entre le matériel/l'environnement et l'Homme, au bénéfice de la performance, de la gestion de la fatigue, du confort et de la sécurité.



Imagerie biologique et médicale

Étude *in vitro* et *in vivo* par imagerie des processus biologiques (métabolisme, fonctionnement du muscle, pathologie...) pour le développement de stratégies ou produits de prévention, diagnostic et thérapie. Expertise particulière pour les systèmes nerveux central, cardiovasculaire et musculo-squelettique.



Nutrition et pharmaceutique

Développement ou optimisation des composés (ingrédients, compléments alimentaires, pharmaceutiques), et évaluation préclinique et clinique de leur impact sur la santé et la performance sportive.



Sciences des données

Calcul (modèles de calcul, algorithmes, IA, etc.) ; Analyses & contrôles des systèmes (commande, aide à la décision, simulation, etc.) ; Gestion et fouille de données pour l'extraction de connaissances ; Traitement, analyse et modélisation des images et des signaux.



Capteurs, mesures embarquées, objets connectés

Conception d'objets communicants autonomes sécurisés, conception de nouveaux dispositifs et systèmes pour la détection, le traitement de l'information et la métrologie.

L'équipe opérationnelle

L'équipe opérationnelle de Carnot STAR est composée depuis le début d'année 2024 de 6 personnes. Bien que chacune ait ses rôles et missions, à travers nos actions nous œuvrons tous au même objectif : développer la recherche partenariale.



« J'ai la chance de pouvoir animer le Carnot avec une équipe enthousiaste et dynamique qui génère tout un ensemble de nouvelles idées et actions, en direction de nos partenaires industriels mais aussi de nos chercheurs. Ce fonctionnement collectif est particulièrement efficace, intéressant humainement, et surtout agréable ! »

Serge - Directeur

« J'aime le côté relationnel de mon métier, être à l'interface entre nos chercheurs et les industriels, être à leur écoute, comprendre leurs besoins et être facilitateur des échanges entre ces deux mondes, avec pour objectif la mise en place d'excellents partenariats de recherche au service de l'innovation. »

Giuseppe - Responsable Partenariats



« J'aime la motivation et les idées innovantes de l'équipe, qui me permettent de ne jamais me lasser malgré mes 10 années au Carnot STAR. J'apprécie d'avoir un rôle à jouer dans ce beau projet, utile à la recherche publique comme au monde socio-économique. »

Valérie - Responsable administrative

« Je découvre la richesse des projets scientifiques qui existent dans les laboratoires de recherche, que je ne soupçonnais pas. Faire le chemin de la compréhension de ces sujets jusqu'à leur transmission par divers moyens de communication est réellement passionnant. »

Thomas - Chargé de communication



« J'aime l'ouverture de l'équipe aux nouvelles propositions. On se sent libre d'échanger, de proposer des idées que l'on peut ensuite concrétiser, le tout dans le but de rendre la recherche partenariale plus attractive. »

Valentine - Chargée de communication

« J'apprécie mettre en place des solutions pour améliorer les processus opérationnels et contribuer aux projets de Carnot STAR, au service de nos unités de recherche et de nos clients. »

Christophe - Responsable Qualité



Les ingénieurs de plateforme

Le Carnot STAR changeait de stratégie en 2021 en répartissant différemment une grande partie de l'abondement Carnot vers ses unités de recherche.

Ainsi, au lieu de lancer un appel à projets de ressourcement scientifique, le Carnot STAR a préféré soutenir ses unités de recherche en augmentant leurs moyens humains. La subvention de ces ingénieurs de recherche est aujourd'hui étendue à l'ensemble de nos 10 unités de recherche, où chacun occupe un rôle différent selon la plateforme technologique à laquelle il est rattaché. Voici une brève présentation des membres de l'équipe des ingénieurs Carnot STAR.

« J'apprécie particulièrement le volet biologie/microbiologie et microscopie de mon travail, car il me permet d'explorer et d'étudier le monde vivant invisible et ses interactions avec l'environnement à l'échelle microscopique. Il me tient aussi à cœur de savoir que mes résultats ont un impact concret sur la recherche et le développement. »

Linda - Institut Fresnel

« J'aime le fait d'avoir mon propre projet, tout en sachant que je peux compter sur l'entraide et les conseils de mes collègues. C'est ce qui permet de travailler dans une bonne ambiance et d'apprendre tous les jours, grâce aussi à la diversité des projets et des manip réalisées au CERIMED. »

Floriane - CERIMED

« Ce qui m'attire le plus dans mon travail est de participer à des projets très différents d'un jour à l'autre. Les échanges avec les chirurgiens orthopédiques, les chercheurs et les industriels m'aident à avoir une vision globale des besoins. Et le point le plus positif selon moi : je sais qu'en faisant mon travail, j'aiderai les patients à mon échelle ! »

Claire - ISM

« Ce que je préfère, c'est travailler concrètement sur la plateforme pour la sécurité et la protection à la fois des sportifs et des usagers de la route, mais aussi et surtout pour les patients grâce à mon parcours biomédical et ma thèse. »

Pierre-Guillaume - LBA

« La pluralité de sujets et de tâches est ce qui me stimule le plus dans mon poste actuel. J'adore découvrir plus de choses et en apprendre davantage sur différents organes, pathologies et techniques, dans ce cadre qui se renouvelle sans cesse. »

Constance - CRMBM

« Le montage de projet est la partie la plus stimulante de mon travail. La diversité de nos partenaires (agro-alimentaire, pharma, cosmétologie), fait que l'on ne sait jamais sur quoi on va tomber. Il faut souvent tout créer de nos mains et bien guider le client. C'est une phase stressante mais qui provoque beaucoup d'émulation au sein de l'équipe. »

Flavie - C2VN

« L'aspect qui me stimule le plus dans mon poste actuel est la partie R&D sur la plateforme, à savoir optimiser la production de vecteurs viraux et trouver de nouvelles méthodes pour répondre à certaines problématiques en neurosciences. »

Thomas - INT

« La Loi de Moore fêtera bientôt ses 50 ans, et elle se vérifie encore... Espérons que ce soit toujours le cas dans quelques années ! »

Cédric - IM2NP

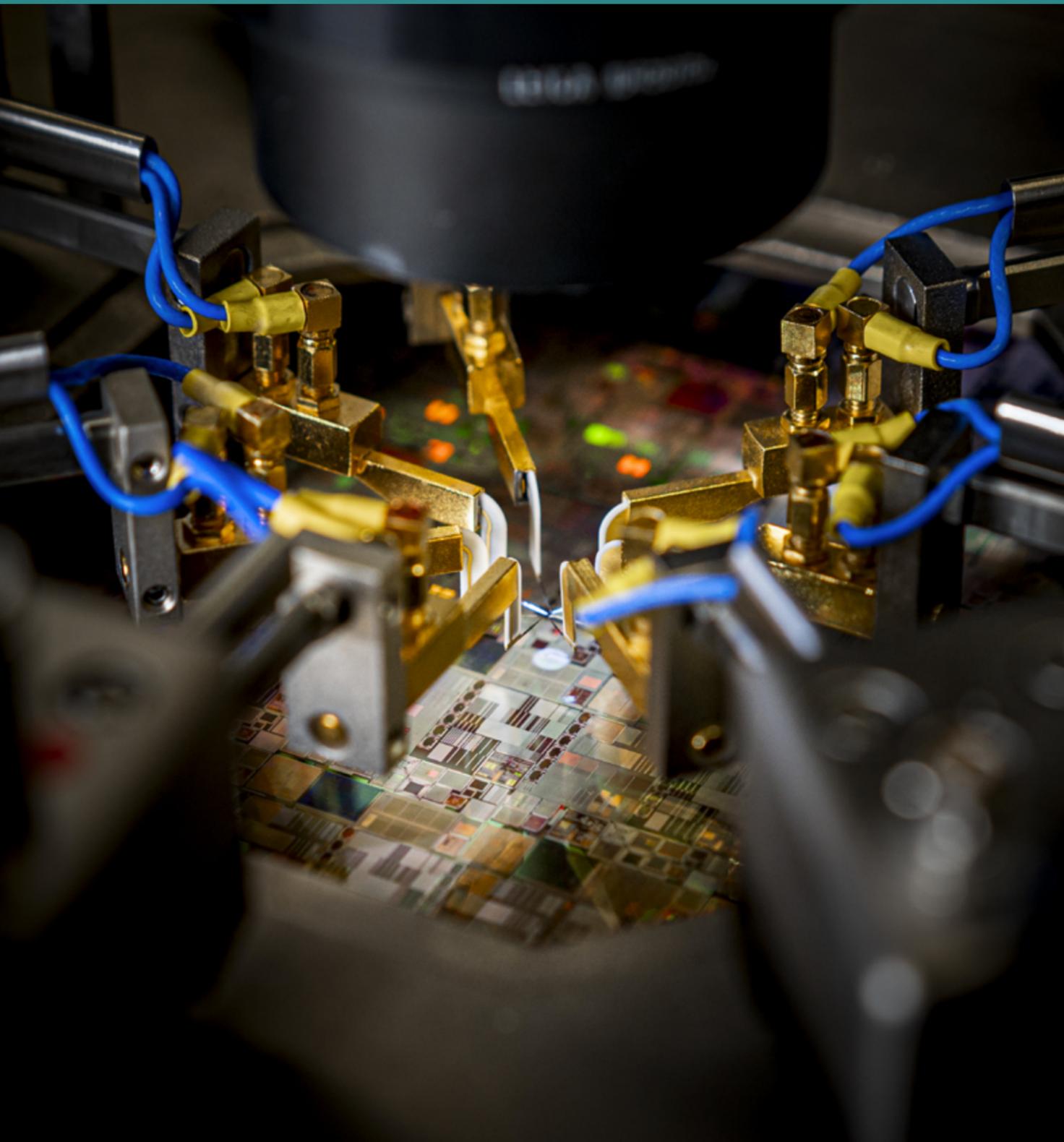
« I take great pleasure in my research. I firmly believe that by advancing the frontiers of computational methods, we can empower systems biologists to surmount existing obstacles and expedite the process of unearthing profound biological insights. This progress holds particular promise in the domain of cancer research and treatment, offering targeted applications and breakthroughs. »

Van-Giang - LIS

« Ce qui m'intéresse dans mes études de recherche est d'étudier l'interaction existante entre l'exercice physique et les stratégies nutritionnelles comme moyen d'optimisation de la santé et de la performance des athlètes. »

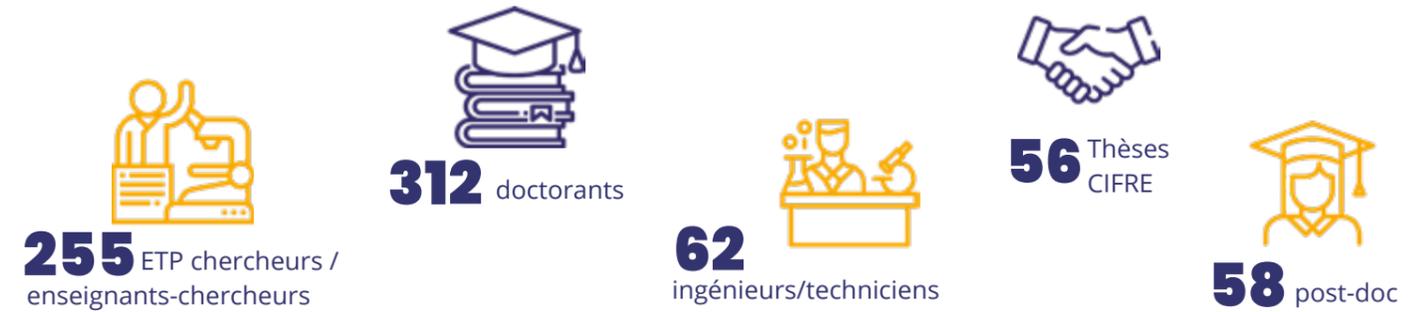
Laura - HIPE Human Lab

2. Retour sur l'année 2023

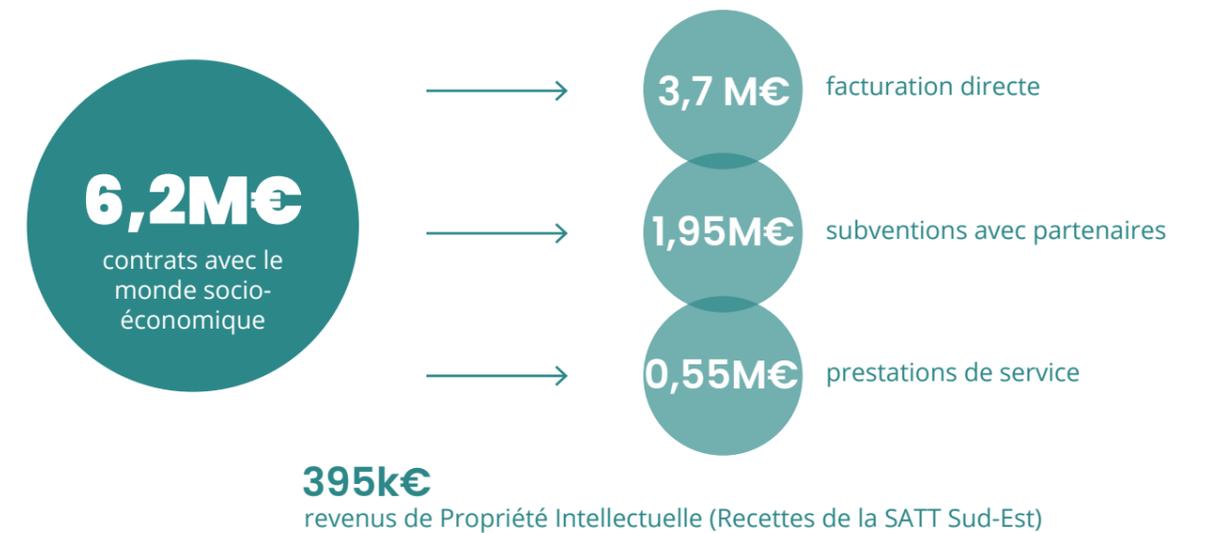


En chiffres

Effectifs



Recettes contractuelles 2022



Montant des contrats par type d'entreprise



Avec le réseau des Carnot



Depuis 2022, les Carnot ont proposé de s'associer en alliances pour démontrer l'intérêt du réseau vis à vis de certains domaines d'activités.

L'institut Carnot STAR pilote ainsi une alliance autour du Sport, et participe à une seconde, pilotée cette fois par le Carnot Qualiment, autour de la nutrition en santé.

Une première conséquence à notre engagement à de telles actions collectives est que nous dédions une part de notre abondement financier pour développer des projets de ressourcement dits "inter-Carnot", destinés à renforcer les liens entre nos différents instituts.

Ainsi, pour 2023, un projet autour du ski a été déposé et sélectionné entre les Carnot STAR et MICA. Il s'agit d'un projet qui se déroulera sur les années 2024 et 2025, destiné à développer un prototype de ski équipé de capteurs de contraintes intégrés et donc non intrusifs.

Par ailleurs, nous cherchons à valoriser le réseau Carnot en organisant des rencontres ou événements dans lesquels nous apparaissions de façon collective.

Nous avons ainsi mis en place une rencontre avec un industriel et 3 de nos Carnot, ou encore visité l'INSEP avec MICA. Au niveau de la communication, nous avons piloté la mise en place d'un stand sur le salon SportEx en juillet 2023, où les Carnot ARTS, Cognition, Ingénierie@Lyon et Qualiment ont été invités à présenter certains de leurs développements autour du sport.

Le 9-12 Imagerie

Les 9-12 Recherche/Industrie sont une série d'événements thématiques organisés par le Carnot STAR. Ils visent à réunir des chercheurs de nos unités de recherche et des industriels du secteur ciblé, afin de faciliter les échanges entre ces différents acteurs.

Le vendredi 17 mars 2023, nous avons organisé la 3ème édition de cet événement au sein du CERIMED, unité composante du Carnot STAR.

La matinée, rythmée de 6 présentations, était centrée sur la thématique de l'imagerie biologique & médicale. L'occasion de présenter à la fois des sujets de recherche issus des laboratoires, mais aussi des projets nés de collaborations réussies entre une entreprise et un chercheur.

Une édition réussie, avec une dynamique nouvelle apportée par les étudiants du Master 2 NewDEAL, qui ont terminé la matinée en présentant leurs sujets de mémoire en 2 minutes chacun.

Revoir le programme : <https://carnotstar.univ-amu.fr/events-timeline#event-9-12-recherche-industrie-sur-l039-imagerie>



Les événements

A l'approche des Jeux Olympiques de Paris 2024, les grands événements en France s'orientaient déjà beaucoup sur la question du Sport. Dans ce cadre, le Carnot STAR a été davantage sollicité et a profité de ces occasions pour accroître sa notoriété grâce à sa présence sur des événements, qui ont ouvert d'autres portes pour l'année 2024.

Nos équipes ont notamment tenu un stand au salon SportEx, rattaché à l'European College of Sport Science (ECSS) 2023. L'édition 2023 de ce congrès scientifique international important dans le domaine de la recherche pour le sport avait lieu à Paris.



C'était aussi une année propice pour participer à la Fête de la Science, événement national de vulgarisation scientifique, aux côtés de la CISAM, mais aussi de plusieurs de nos laboratoires présents à l'événement.

Alchimies, encore présente au sein des bureaux de la CISAM.

Cette opération est également importante pour la sensibilisation aux métiers de la recherche auprès du grand public, à travers des échanges avec notre équipe et les chercheurs, doctorants et post-doctorants présents sur notre stand.

Bien que ces journées ne soient pas un lieu de prospection pour la recherche partenariale, elles ont été l'occasion de remettre à l'honneur les photos prises par Tifenn Ripol (du Collectif VOST) dans nos laboratoires, qui avaient donné lieu à l'exposition



Les salons professionnels font par ailleurs partie intégrante de notre activité, notamment pour notre Responsable Partenariats qui a pu rencontrer en 2023 une quarantaine de nouvelles entreprises et plus de 60 nouveaux prospects qualifiés (en charge de la R&D ou de l'innovation en entreprise).

25 réunions physiques ont pu être organisées entre certains des acteurs rencontrés et les unités de recherche Carnot STAR.

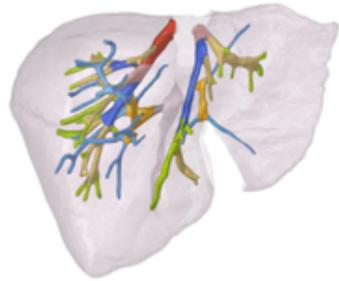
Les événements auxquels Carnot STAR a participé en 2023 :

Mars	TECHINNOV – R&D TOUS DOMAINES
Mai	VITAFOODS EUROPE – NUTRITION
Juillet	CONGRÈS ECSS – SPORT SANTÉ
Septembre	FESTIVAL SILVEREco – SANTÉ, BIEN VIEILLIR
Septembre	JOURNÉES AFELIM – ÉLECTRONIQUE IMPRIMÉE
Octobre	RENDEZ-VOUS CARNOT – R&D TOUS DOMAINES
Octobre	FÊTE DE LA SCIENCE – TOUS DOMAINES
Novembre	RENCONTRES NATIONALES DES DISPOSITIFS MÉDICAUX – SANTÉ
Décembre	BioFit – BIOTECH / PHARMA

Projets financés

Le Carnot STAR a aussi participé au financement de plusieurs projets. En voici quelques exemples.

Accompagnement d'un stage de Master au LBA



Ce projet avait pour objectif le développement d'un modèle numérique de chirurgie laparoscopique du foie réaliste, pour l'analyse des contraintes mécaniques dues aux instruments du chirurgien. Il s'agissait d'utiliser les données issues de l'analyse du mouvement de chirurgiens experts et novices (obtenues pendant une thèse) pour réaliser une campagne d'essais numériques éléments finis afin d'évaluer les efforts et contraintes subis par le foie au cours d'une chirurgie laparoscopique, selon l'expertise du chirurgien.

Ce stage a été bénéfique pour l'avancée de la thèse dont étaient issues les données utilisées. L'étudiant est maintenant en cours de thèse CIFRE au laboratoire, sur l'évaluation de l'efficacité des protections dorsales pour motocyclistes.

Accompagnement d'un stage de Master au CRMBM

Ce stage visait à étudier les effets du jeûne intermittent sur le fonctionnement cardiaque. Cette pratique a été étudiée dans les pathologies neurodégénératives, cancéreuses, et pour le vieillissement, mais très peu sur les effets bénéfiques cardiaques. Cette étude observait les effets cardioprotecteurs du jeûne intermittent par une approche in vivo sur l'animal entier et ex vivo sur le modèle du cœur isolé soumis à un stress ischémique.

Les résultats préliminaires obtenus dans cette étude pilote ouvrent de nouvelles voies thérapeutiques novatrices pour explorer l'impact préventif de différents modes d'alimentations dans les pathologies cardiométaboliques comme le prédiabète ou le diabète.



Accompagnement du projet PODOMAT

L'objectif du projet PODOMAT est de développer un modèle de semelles orthopédiques à structure alvéolaire, totalement optimisé en termes de renforcement et de soutien mécanique. Le projet PODOMAT vise également à établir un nouveau paradigme pour les podologues. Les orthèses PODOMAT sont fabriquées en un seul bloc par impression 3D à partir de matériaux recyclés et recyclables, éliminant ainsi le besoin de colles polluantes et la génération de particules lors du modelage. Les tests réalisés ont permis de pré-valider les bénéfices des semelles optimisées finales selon un protocole expérimental biomécanique.

La prochaine étape du projet PODOMAT est de lancer une campagne sur un plus grand nombre de patients pour valider scientifiquement les bénéfices de cette approche, avant d'envisager un déploiement industriel avec des délais de conception et de fabrication plus courts pour le bénéfice du patient.



Intégration de HIPE Human Lab

2023 a aussi été marquée par l'introduction d'une 10ème unité de recherche au périmètre de Carnot STAR : HIPE Human Lab.

Présentée par Denis Bertin lors d'un Comité Exécutif regroupant tous les directeurs des unités de recherche Carnot STAR ou leurs représentants, l'introduction de HIPE Human Lab aux unités composantes a été votée à l'unanimité. Cette unité vient renforcer l'expertise dans les domaines du Sport et de la Santé. Spécialisée sur les études physiologiques, elle est portée par son chef de projet Arnaud Hays, ancien athlète de haut niveau et chercheur à l'Institut des Sciences du Mouvement.

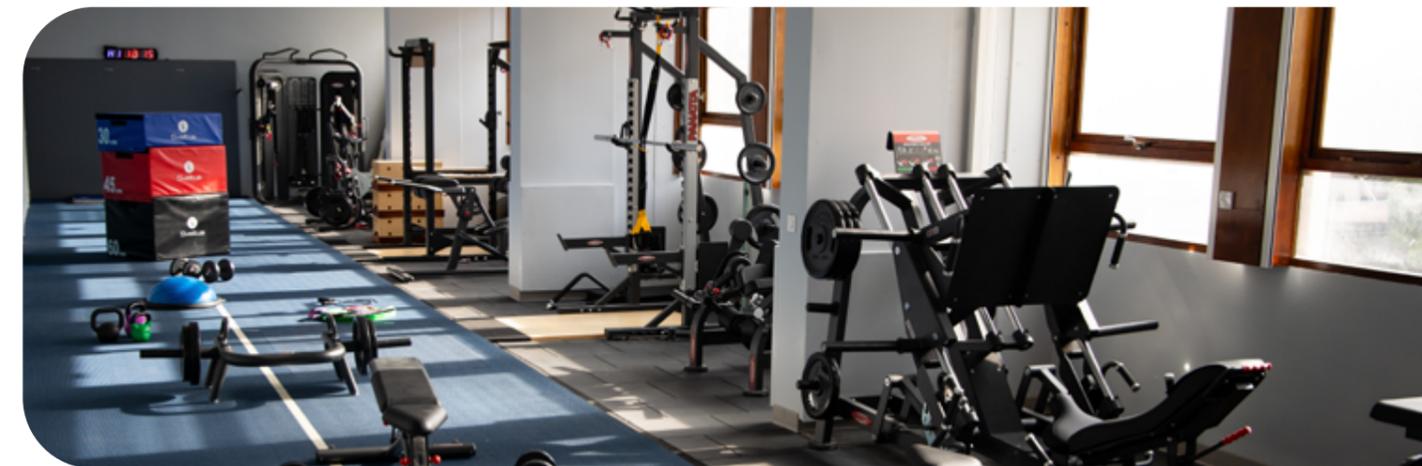
Son équipement comporte des spécificités uniques en France et dans le Monde.

Tout d'abord une piste de course de 43m de long, revêtue du tartan officiel des Jeux Olympiques de Paris 2024. Elle est équipée de capteurs de force intégrés tout le long, permettant plusieurs types d'études dans un environnement contrôlé.

Ensuite, l'installation d'une chambre climatique et calorimétrique réalisée en collaboration avec

Maastricht Instruments est une première mondiale. Cette chambre permet de réaliser des études sur plusieurs jours, en recréant un environnement choisi grâce au contrôle d'un grand nombre de paramètres et de variables : température, humidité, pollution de l'air, allergènes, rayonnement solaire. Le tout en ayant accès à des mesures calorimétriques des sujets à l'intérieur. Elle permet d'étudier l'impact des conditions climatiques sur l'activité humaine.

Située au cœur du campus de la Timone, proche de l'Hôpital et de 4 autres unités du Carnot STAR, HIPE Human Lab offre la possibilité de travailler tant sur des problématiques liées au sport de très haut niveau que grand public, ainsi qu'au domaine de la santé.



Rencontre avec l'INSEP



Notre équipe était aux côtés de celle du Carnot MICA, pour aller à la rencontre des personnels de l'INSEP. Acteur majeur de la performance sportive française, l'INSEP a lui aussi besoin d'innovation, tant pour ses équipes internes que pour les fédérations avec qui il travaille. Au programme : une visite des installations et complexes pour les différents sports, des échanges avec les acteurs de ces disciplines (athlètes, entraîneurs...) et avec les équipes du pôle performance.

L'écoute des besoins est la première étape nécessaire à toute construction de partenariats. A partir de cela nous étudierons ensemble des solutions qu'il est possible d'apporter grâce aux compétences scientifiques présentes dans les différents laboratoires labellisés Carnot.

Cette rencontre marque le début d'un rapprochement avec les équipes de l'INSEP, qui a donné lieu à d'autres collaborations par la suite, notamment sur des salons professionnels et scientifiques.

Tables rondes : replays

Au cours de l'année, nos équipes ont aussi participé à plusieurs événements et tables rondes. 2 d'entre elles ont notamment été filmées et les replays sont disponibles !

« *L'innovation au service de la Silver économie en Région Sud* »

La première était lors du Festival SilverEco 2023 et portait sur "l'innovation au service de la Silver économie en Région Sud". Organisée et animée par Camille Charvet de Rising Sud, il y avait convié notamment Serge Monneret pour sa fonction de Directeur du Carnot STAR, ainsi que Jean-Jacques Temprado pour ses fonctions de Responsable scientifique de la Chaire Acting Aging et Responsable du DU Entrepreneuriat de la Silver Economie. Le 1er a pu présenter les intérêts pour les entreprises de travailler avec des laboratoires de recherche d'un Carnot. Le second a pu représenter cela de manière concrète à travers les retours d'expériences sur la collaboration entre AG2R la Mondiale et l'Institut des Sciences du Mouvement auquel il appartient, dans le cadre de la chaire qui rassemble ces 2 organismes.

A retrouver ici : <https://carnotstar.univ-amu.fr/fr/actualites/replay-table-ronde-linnovation-au-service-de-la-silver-economie-en-region-sud>

« *La R&D au service de la performance sportive* »

Tenue aux Rendez-vous Carnot 2023 à Lyon, cette table ronde animée par notre directeur Serge Monneret réunissait 3 experts venus de différents laboratoires Carnot, travaillant dans le domaine du sport.

Au-delà des projets exposés sur leurs travaux respectifs dans le domaine du sport de haut niveau et pour la préparation des athlètes aux JO 2024, leurs présentations montrent que les expertises scientifiques présentes au sein du Réseau des Carnot sont complémentaires et peuvent servir dans des projets soumis à des problématiques multiples et complexes.

A retrouver dans son intégralité ici : <https://carnotstar.univ-amu.fr/fr/actualites/replay-table-ronde-la-rd-au-service-de-la-performance-sportive>

Ingénieurs de plateformes : bilan

Le bilan 2023 de nos ingénieurs de plateforme a été fructueux, puisqu'ils ont pu en effet réaliser 24 contrats de collaboration avec des industriels et ont mené 35 projets académiques au sein de leurs laboratoires respectifs, ou en association avec d'autres unités de recherche.

Nous validons ainsi que ce personnel dédié permet à nos 10 laboratoires de contractualiser rapidement des prestations de service, dont certaines ont donné ou donneront lieu à des collaborations de recherche plus pérennes.

Les connaissances techniques pointues de nos ingénieurs ont aussi pu épauler notre Responsable Partenariats pendant la participation à des réunions de prospection ou des salons d'affaires. Ce fort appui se traduit en général par un nombre plutôt important de rendez-vous décrochés lors de salons. Par exemple, lors des Rendez-vous Carnot, le salon de référence de la R&D française pour les entreprises, une trentaine de RDVs ont été réalisés en 2023 avec nos ingénieurs.



3. Une année de recherche partenariale



ÉTUDE DU MOUVEMENT, BIOMÉCANIQUE

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

Les projets sont présentés de façon non-exhaustive et classés en fonction des six domaines d'expertise de l'Institut.

Pour des raisons de confidentialité, les entreprises partenaires ne sont pas nommées.



ISM
Étude des effets de la pratique du Tai Chi sur des patients atteints de la maladie d'Alzheimer

ISM
Caractérisation biomécanique de l'extrémité supérieure du fémur : apport de l'utilisation d'une ceinture airbag de protection

ISM
Influence de l'inclinaison du sol sur les efforts musculaires, articulaires et la production de force externe

ISM
Influence du positionnement des mains et de l'orientation de la préhension sur la réalisation des tractions sur une barre de musculation

LBA
Conception d'un stent pour le développement d'une prothèse artérielle

ISM
Prévention des effets du vieillissement grâce à l'activité physique et aux nouvelles technologies

LBA
Étude de modélisation dorsale



PERFORMANCE, ERGONOMIE, SÉCURITÉ



IMAGERIE BIOLOGIQUE ET MÉDICALE

ISM

Analyse interdisciplinaire des comportements à risque de l'automobiliste

LBA

Protection du rachis du skieur, du snowboarder et du vététiste

ISM

Suivi de la fatigue des athlètes dans un club de hand-ball de première division

ISM

Interface à retour tactile pour optimiser l'interaction homme-machine

LBA

Développement, évaluation et optimisation de dispositifs de protections gonflables intelligents susceptibles de protéger des usagers des transports, des sportifs ou des individus dans leur vie courante

LBA

Amélioration des gilets airbags utilisés par les motocyclistes

ISM

Modélisation et simulation du comportement humain dans des environnements de conduite réels et simulés

CERIMED

Développement et test de traceurs pour l'imagerie TEP

Institut Fresnel

Étude des propriétés optiques dans l'UV de nano-particules utilisées dans les filtres solaires

C2VN

Évaluation d'une approche théranostique pour le glioblastome par imagerie TEP

CRMBM

Évaluation neuropsychologique des patients touchés de sclérose en plaque suivis en IRM 7T

Institut Fresnel

Suivi du métabolisme de micro-organismes sur la surface de la peau

INT

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

NUTRITION PHARMACEUTIQUE

CAPTEURS, MESURES EMBARQUÉES, OBJETS CONNECTÉS

- C2VN**
Identification de biomarqueurs d'exposition à des souches de micro-organismes
- C2VN**
Rôle de l'épithélium bronchique dans l'asthme
- C2VN**
Rôles biologiques de composés bio-actifs issus de microalgues
- C2VN**
Etude et compréhension de l'effet d'ingrédients actifs pour un usage en cosmétique
- C2VN**
Étude en supplémentation alimentaire avec des levures vivantes

- IM2NP**
Microcapteurs pour la mesure d'hydrogène injecté dans un réseau de gaz naturel
- IM2NP**
Conception de substrats innovants pour des capteurs NIR
- IM2NP**
Mesures de performance et de stabilité de cellules et modules photovoltaïques
- IM2NP**
Imageur intelligent en condition de vision nocturne
- IM2NP**
Capteurs SiC appliqués à la détection du tritium
- IM2NP**
Développement de mémoires non volatiles et embarquées



LIS

Analyse, prédiction à partir de séries temporelles et recommandation sous contraintes pour la maintenance prédictive

LIS

Gestion de conflits en milieu professionnel par simulation avec des agents conversationnels animés

IM2NP

Réseaux de capteurs répartis ultra-faible consommation et à échanges parcimonieux

LIS

Développement d'un outil d'aide à la décision pour la maintenance des équipements d'énergies renouvelables

LIS

Optimisation des flux de production et d'autoconsommation d'énergie par intelligence artificielle

Institut Fresnel

Reconnaissances de postures : exploitation des outils d'intelligence artificielle et intégration en automobile

LIS

Génération automatique de modèles 3D guidés par apprentissage à partir de données éparses multi-vues

CERIMED

Étude d'un nouvel agent d'embolisation

ISM

Allègement de pièces mécaniques sollicitées en dynamique par bio-inspiration

IM2NP

Analyse de défauts structuraux à l'échelle nanométrique dans des aciers par sonde atomique tomographique

IM2NP

Optimisation de cartes à pointes de test électrique de composants sur wafer, pour la micro électronique

Institut Fresnel

Développement de filtres optiques interférentiels correcteurs

Institut Fresnel

Développement de filtres optiques interférentiels à faible absorption pour les lasers de puissance

Focus sur nos Collab'

Parce que le concret parle parfois plus que des discours, retrouvez 2 exemples de collaborations entre des laboratoires et des industriels qui ont accepté de partager des éléments de leurs recherches.

Un sésame pour adresser les molécules à travers nos barrières de défense

L'institut des Neurosciences de la Timone (INT) et la société VECT-HORUS unissent leurs savoirs et leurs expertises pour étudier le passage de vecteurs ciblés à travers la barrière hémato-encéphalique.

La fonction de la barrière hémato-encéphalique (BHE) est de protéger le cerveau. Elle est très sélective et ne laisse passer que les nutriments nécessaires au cerveau, en mobilisant des transporteurs et des récepteurs. Elle est imperméable au passage de la plupart des agents thérapeutiques développés, ce qui pose de vrais problèmes dans la mise au point de nouveaux médicaments destinés au cerveau.

Pour « leurrer » la BHE, VECT-Horus a conçu des vecteurs facilitant l'adressage ciblé de molécules dans le cerveau en d'utilisant des récepteurs présents dans le système vasculaire du système nerveux central.

Vect-Horus a souhaité visualiser et quantifier le passage de ses vecteurs au travers de la BHE avec une grande résolution spatiale. Pour répondre à cet objectif, l'INT a mis à disposition ses techniques en imagerie photonique qui permettent de visualiser directement la dynamique de passage du compartiment sanguin des capillaires au parenchyme cérébral, en couplant le vecteur à un fluorophore.

Au final, une bonne corrélation a été trouvée entre les résultats d'imagerie de l'INT et ceux obtenus avec d'autres modalités chez Vect-Horus. Ces études ont permis de valider l'efficacité de ses vecteurs qui seront ensuite évalués dans des approches thérapeutiques pour adresser des maladies neuro-oncologiques ou neurodégénératives centrales (Alzheimer, Parkinson, DMLA...).

Article à lire dans son intégralité :



Un probiotique pour une meilleure santé des chiots

Malgré les progrès de la médecine vétérinaire, la mortalité néonatale reste élevée dans l'espèce canine. L'objectif de cette collaboration est de mieux en comprendre les causes afin de proposer une solution adaptée.

Près d'un chiot sur dix meurt avant l'âge de deux mois. Différents facteurs de risque ont été identifiés dont le petit poids de naissance. Il est le reflet de sa croissance intra-utérine dont la qualité dépend en partie de l'alimentation de la mère, mais aussi des trois premières semaines de vie des chiots pendant lesquelles leur microbiote intestinal se développe.

Dans le cadre d'une collaboration entre Lallemand et l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, une étude a été faite pour évaluer les effets d'un probiotique sur les chiennes et leurs chiots. Différents paramètres ont été évalués dont le microbiote et le métabolome. La plateforme CriBioM du C2VN, a été chargée d'identifier l'impact du probiotique sur des biomarqueurs, appelés métabolites par spectrométrie de masse. Ils représentent les produits finaux du métabolisme et vont refléter l'état général de l'animal.

Cette étude multidisciplinaire a permis de mettre en évidence les relations entre la santé des chiots et leur microbiote intestinal et l'effet bénéfique d'un probiotique administré aux chiennes.

Article à lire dans son intégralité :



Crédits

Le rapport d'activité de l'Institut Carnot STAR est une publication annuelle

Directeurs de la publication

Serge Monneret, Thomas Lacaze

Rédaction

Valérie Mass, Thomas Lacaze, Serge Monneret, Giuseppe Lamanna, Valentine Dulphy, Christophe Camilla.

Conception graphique

Thomas Lacaze

Impression

Service reprographie d'Aix-Marseille Université

Crédits photos :

Couverture :

©HIPE HUMAN LAB

©Tifenn Ripoll-VOST Collectif / Institut Carnot STAR

©Cyril FRESILLON / ISM / CNRS Images

P4 : ©Institut Carnot STAR

P8 : ©Institut Carnot STAR

P11 : ©Cyril FRESILLON / ISM / CNRS Images

P13 : ©Institut Carnot STAR

P13-15 : ©Institut Carnot STAR

P16 : ©Tifenn Ripoll-VOST Collectif / Institut Carnot STAR

P18-21 : ©Institut Carnot STAR

P22 : ©LBA

©iStock

P23 : ©HIPE HUMAN LAB

P24-25 : ©Institut Carnot STAR

P26 : ©HIPE HUMAN LAB

P27-35 : ©Tifenn Ripoll-VOST Collectif / Institut Carnot STAR





Institut Carnot STAR

icstar-direction@univ-amu.fr

CISAM, bât. le Castel

61, bd. des Dames

13002 Marseille