

RAPPORT D'ACTIVITE

2023

Institut de Médecine et de Physiologie Spatiales



MEDES

Explorer et Innover pour la Santé

INTRODUCTION

A l'interface entre le spatial et la santé, MEDES est une structure hybride favorisant les synergies entre ces deux secteurs, en collaboration avec de nombreux acteurs, institutionnels, académiques, industriels ou économiques. Répartis sur plusieurs sites et avec un appui de nos membres, nous travaillons pour maintenir la santé et les performances des astronautes pour les missions actuelles et futures tout en utilisant les contraintes et les défis de l'exploration et plus généralement les technologies et services issus du spatial pour accélérer des innovations en santé.

A l'instar de l'année 2022, l'année 2023 aura été une année particulièrement exceptionnelle avec une augmentation d'activité pour tous les secteurs.

L'année 2022 avait notamment été marquée par la participation à la sélection d'astronautes de l'ESA, et par la confirmation par les agences de l'intérêt du modèle d'immersion sèche comme modèle de référence en complément du modèle d'alitement privilégié jusqu'alors. En 2023, en tant que structure internationalement reconnue dans le domaine des études cliniques de simulation de l'impesanteur, MEDES a confirmé son positionnement sur ces activités avec la réalisation de la 1^{ère} phase de l'étude d'alitement de longue durée BRACE, étude financée par le CNES et l'ESA pour évaluer un protocole combinant gravité artificielle et exercice.

Nous nous sommes également investis dans un renforcement très significatif des activités de développement et d'innovation pour préparer les futures missions d'exploration (Gateway / Lune) pour contribuer aux stratégies et aux activités du CNES / CADMOS (Centre d'aide au développement des activités en micropesanteur et des opérations spatiales) et à différents projets d'innovation pour l'ESA, l'objectif étant de contribuer à un positionnement stratégique français et Européen sur l'Exploration Medical System (Everywear, Physiotool, Echofinder, projets santé Spaceship FR et projets ESA...). Nous favorisons une approche ouverte permettant de mettre en valeur l'excellence académique, institutionnelle et industrielle française avec

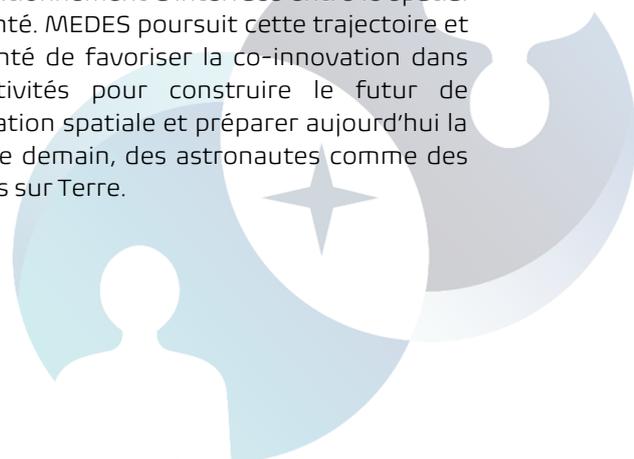
des actions ciblées vers les start-ups et la mise en place de partenariats stratégiques notamment à travers notre implication dans le programme ConnectbyCNES.

L'année 2023 a également été marquée par une diversification vers les acteurs industriels impliqués dans des actions de commercialisation de l'orbite basse avec l'implication dans le programme BSGN Life Sciences Industry Accelerator et la promotion des offres New Space pour des applications industrielles en biotechnologie, pharmacologie et cosmétique.

MEDES a par ailleurs maintenu et élargi sa collaboration renforcée avec le CHU de Toulouse en particulier pour le projet ICOPE destiné à la détection précoce et au suivi de la fragilité. Ce projet s'inscrit dans le programme d'excellence porté par le Gérontopole du CHU de Toulouse, l'INSERM et l'Université Toulouse III pour la recherche translationnelle en géosciences pour favoriser un vieillissement en bonne santé, excellence reconnue en 2023 avec la labellisation d'Institut Hospitalo-Universitaire pour l'IHU HealthAge (<https://ihuhealthage.fr/>).

Plus généralement, MEDES a poursuivi en 2023 son implication auprès des acteurs du monde de la santé auprès desquels il est engagé depuis de nombreuses années, aux côtés du CNES (réseaux de télémédecine, partenariat CNES-SFR en radiologie, challenge CNES/MEDES/APHP sur les jumeaux numériques...).

Ce rapport d'activités retrace, par secteurs d'activité, les activités phares de l'année 2023. La grande quantité de projets et des missions confiées à MEDES témoignent de l'effort des équipes et de l'investissement de chacun pour conserver l'excellence de l'institut et renforcer son positionnement d'interface entre le spatial et la santé. MEDES poursuit cette trajectoire et sa volonté de favoriser la co-innovation dans ses activités pour construire le futur de l'exploration spatiale et préparer aujourd'hui la santé de demain, des astronautes comme des citoyens sur Terre.



L'ÉQUIPE MEDES

Créé il y a 35 ans, MEDES est structure dynamique composée d'une équipe de près de 45 personnes, aux profils variés, réparties sur 4 sites. Parmi les effectifs, on compte naturellement des professionnels de santé (médecins, infirmières, physiologistes, nutritionnistes), mais également des ingénieurs biomédicaux, spatiaux, ingénieurs en systèmes d'information de santé, personnel administratif, personnel financier...

L'équipe s'étoffe

L'activité croissante a conduit MEDES à revoir ses effectifs à la hausse pour s'adapter aux missions qui lui sont confiées. De 25 salariés il y a 10 ans, MEDES est aujourd'hui composé de près de 45 collaborateurs.

L'institut a en particulier renforcé l'équipe de la clinique spatiale en complétant l'équipe médicale et l'équipe projet. De nouveaux collaborateurs ont également rejoint le secteur innovation pour contribuer aux différents projets de développement et sont venus rejoindre les équipes opérationnelles en support à l'ESA et au CNES.

L'année 2024 suit le même chemin et l'attractivité de l'entreprise lors des phases de recrutement permet à l'institut d'attirer de jeunes talents prêts à s'investir et à rejoindre une équipe de passionnés.

Des partenariats structurants

Depuis sa création, MEDES s'entoure également de ses membres et d'un large réseau d'experts et de partenaires industriels, académiques et institutionnels pour mener à bien ses missions. MEDES est investi auprès de nombreux programmes et initiatives destinés à booster et accompagner l'innovation tels que ConnectbyCnes, SpaceshipFR, TechTheMoon... Dans une démarche d'open-innovation, MEDES favorise également la collaboration avec des start-ups.

LE CONSEIL D'ADMINISTRATION DE MEDES

Le conseil d'administration de MEDES est composé des représentants des membres du GIE (Groupement d'Intérêt Economique). En 2023, les membres du conseil d'administration étaient :

Pour le CNES

M. Thomas Fouquet

Suppléante : Mme Carole Ferrié

Pour l'Université de Saint Etienne

Mme Laurence VICO

Suppléant : M. Malaval

Pour le CHU de TOULOUSE

M. Jean-François Lefebvre

Suppléant : M. Olivier Lairez

Pour l'Université de Tours

M. Philippe Vendrix

Pour l'Université de Clermont-Ferrand I

M. Philippe Dulbecco

Suppléant : M. Paul Avan

Pour l'Université de Toulouse III

M. Jean-Pierre Jessel

Suppléante : Mme Véréna Poinot

Pour le CHU d'Angers

M. Nicolas Riffet-Vidal

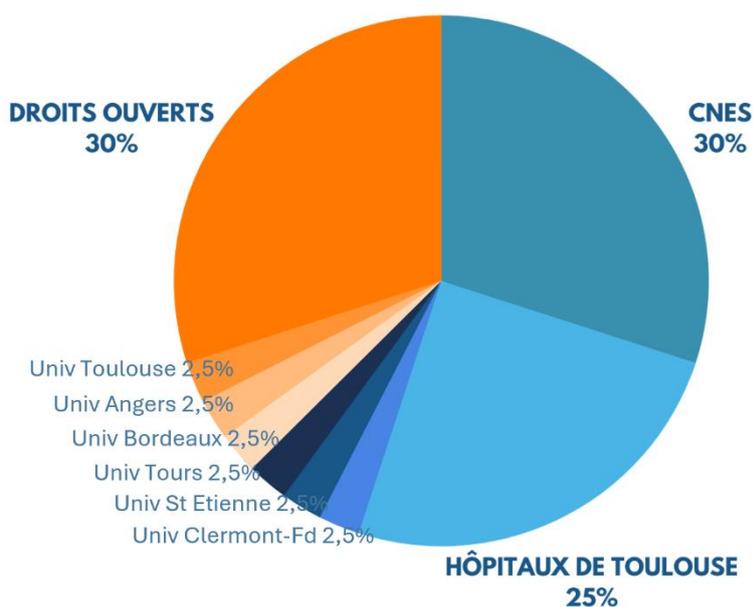
Suppléant : M. Marc-Antoine Custaud

Pour l'Université de Bordeaux

M. Jean-Luc Pellegrin

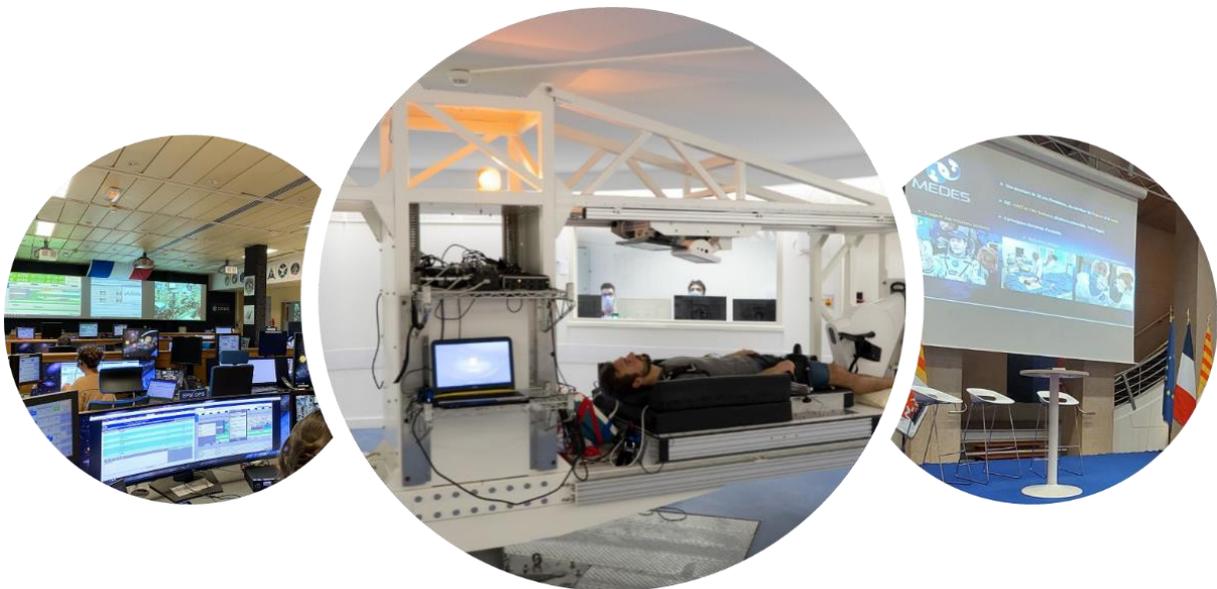
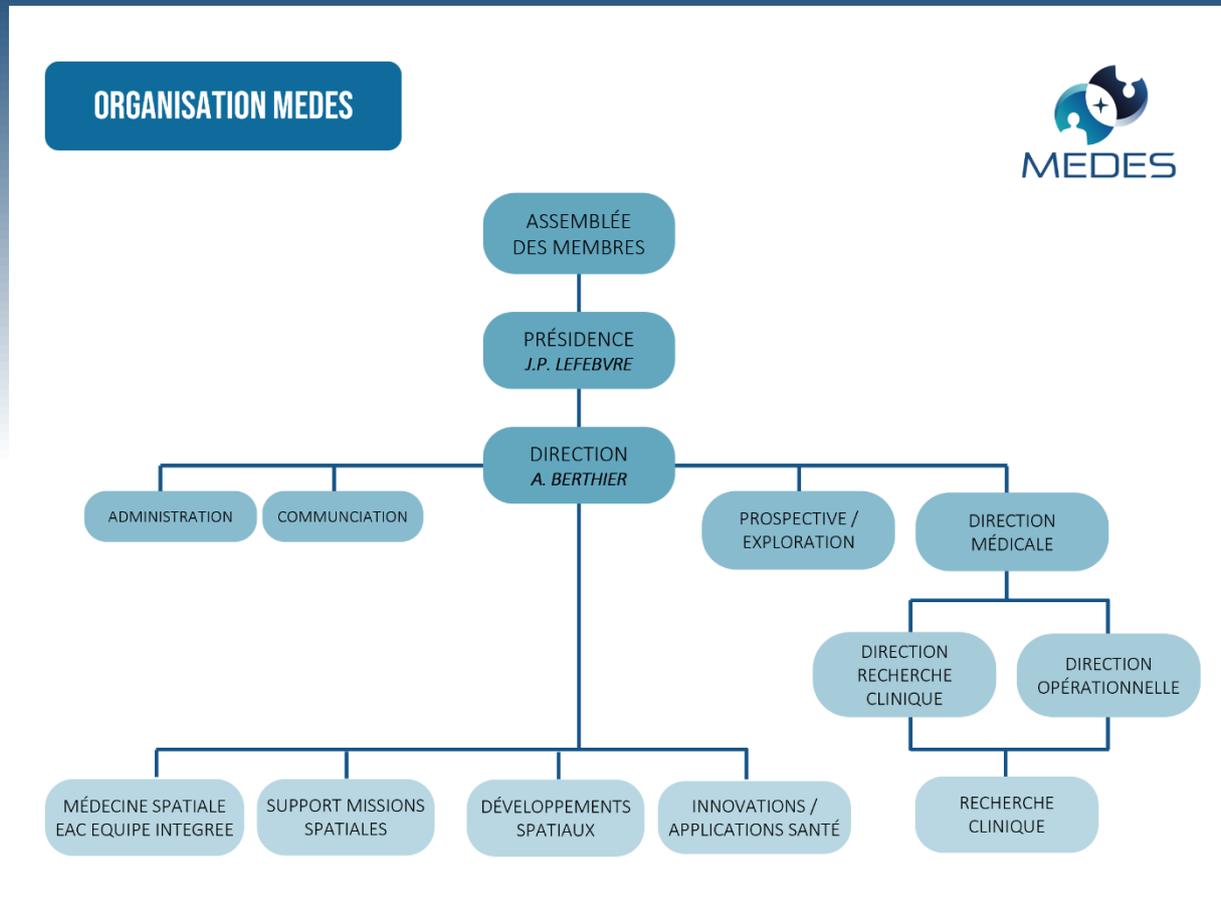
Suppléant : M. Berger

DROITS MEMBRES MEDES



L'ORGANISATION DE MEDES

L'organisation de MEDES est structurée selon le schéma suivant :



LES 4 SITES D'ACTIVITES DE MEDES

Le personnel de MEDES est réparti sur 4 sites (2 sites MEDES à Toulouse et 2 sites externes, équipes détachées sur le site du CNES à Toulouse et le site de l'EAC à Cologne) pour répondre aux exigences qu'impose l'activité.

La Clinique Spatiale, centre de recherche clinique, à Toulouse

Située à Toulouse, sur le site du CHU de Rangueil, la Clinique Spatiale accueille le pôle « Recherche Clinique » de MEDES. L'équipe permanente est essentiellement composée de personnel médical et paramédical. Cette équipe est renforcée de manière ponctuelle pour répondre aux besoins des études cliniques qui y sont menées. En 2023, l'activité a été marquée par la réalisation de la 1^{ère} phase de l'étude clinique BRACE.

Le site MEDES comprenant les équipes Innovation et Direction, à Toulouse

Implanté dans le quartier de Montaudran et situé non loin du CNES à Toulouse, il accueille le pôle « Applications et Innovations » et l'équipe administrative et de direction. L'équipe est notamment composée d'ingénieurs qui développent et participent à des projets d'innovation entre le spatial et la santé, en particulier pour des projets de santé numérique ou des développements biomédicaux, et du personnel administratif et financier.

Equipe détachée au CNES, à Toulouse

Elle regroupe le personnel intervenant en support au CNES/CADMOS. MEDES met à disposition son expertise en médecine et physiologie spatiales avec une équipe spécialisée dans la préparation et le suivi des expériences spatiales dans le domaine de la physiologie.

Equipe détachée à l'EAC (ESA), à Cologne, en Allemagne

MEDES met à disposition pour le CNES et l'Agence Spatiale Européenne une équipe détachée à l'EAC (Centre Européen des Astronautes). Cette équipe intervient en soutien aux activités de médecine spatiale opérationnelle pour le Support missions et le suivi médical des astronautes. En 2023, cette équipe a notamment suivi la mission de l'astronaute professionnel ESA Andreas Mogensen et préparé la mission Axiom 3 avec l'astronaute de projet Marcus Wandt.





EXPLORER

Préserver la santé des astronautes
et innover en santé pour tous
grâce à la micropesanteur

Support opérationnel pour le suivi médical des astronautes

Le premier objectif en médecine spatiale est de préserver la santé et les performances des équipages, et ce avant, pendant et après la mission. MEDES intervient en soutien au CNES et à l'ESA pour les activités de médecine spatiale opérationnelle pour les différentes missions impliquant des astronautes Européens.



L'année 2022 avait été chargée avec la présence de deux astronautes européens sur l'ISS, accompagnés médicalement par les équipes MEDES (Matthias Maurer pour sa mission Cosmic Kiss et Samantha Cristoforetti pour sa mission Minerva).

Au cours de l'année 2023, les activités de l'équipe médicale ont porté sur les missions suivantes :

- Préparation et suivi de la mission de Andréas Mogensen. Nos médecins ont ainsi accompagné ce vol sur le plan médical. Cela a compris la phase de préparation, la phase de quarantaine, le suivi pendant le vol avec des échanges réguliers, puis le retour sur Terre, dont les premières semaines ont été consacrées aux tests médicaux post-vols.
- Préparation de la mission Axiom 3 avec l'astronaute de projet Marcus Wandt (astronaute suédois sélectionné comme astronaute de réserve)
- Contribution à différents projets d'innovation pour préparer les futures missions d'exploration, en particulier les missions Gateway / ARTEMIS (missions lunaires de la NASA), notamment dans le cadre des développements ExMS (Exploration Medical System)

En parallèle du travail de l'équipe médicale, plusieurs ingénieurs ont apporté leur support et expertise pour des projets d'innovation médicaux et pour le programme de formation des nouveaux astronautes.



Le support missions pour les expériences scientifiques ou évaluations technologiques

Un support opérationnel pour les expériences scientifiques en sciences de la vie menées en micropesanteur

Les activités de support aux opérations ont consisté à apporter un soutien au CNES pour les activités opérationnelles du CNES/CADMOS (Centre d'Aide au Développement des activités en Micropesanteur et des Opérations Spatiales) pour le suivi des expériences de physiologie et sciences de la vie menées à bord de la Station Spatiale.



En 2023, l'équipe en place a assuré le suivi de 22 expériences ! Des expériences variées, sélectionnées par les agences, sur le tonus musculaire, la perte osseuse, le vieillissement cardiovasculaire, des évaluations cardiopulmonaires, l'analyse du sommeil, le suivi psychologique, le bénéfice de l'utilisation de la réalité virtuelle et bien d'autres sujets...

Pour ces activités, les activités comprennent :

- Le support à la préparation des expériences spatiales en physiologie humaine ou plus généralement en sciences de la vie
 - La participation aux mesures de référence pré et post vols et aux formations des équipages
 - Les interventions sur les opérations en temps réel
- La gestion des données expérimentales
 - La maintenance des charges utiles

Une expertise pour le soutien aux activités de développement et à l'évaluation de nouvelles technologies en micropesanteur

Activités nutritionnelles

L'alimentation est suivie de près dans la Station Spatiale. Comme sur Terre, elle répond à une triple équation : une fonction biologique (apporter les nutriments essentiels à notre organisme), une fonction psychologique (apporter du réconfort, du bien-être et du plaisir) et une fonction sociale (se réunir, partager des moments festifs).

MEDES s'implique depuis longtemps dans les activités Nutrition menées sur le long terme au CNES. En 2023, un support a été apporté sur des expériences de production de nourriture spatiale incluant notamment la production annuelle de repas événementiels réalisée en collaboration avec Ducasse Conseil et Hénaff et fournis à la NASA.

La finalisation du **développement d'un Food Processor**, un démonstrateur, développé par le CNES, destiné à démontrer la capacité à cuisiner dans la Station Spatiale, a également été menée, équipement qui a été certifié et envoyé sur l'ISS. Deux sessions ont été réalisées avec succès par Andreas Mogensen en septembre 2023.





Autres développements spatiaux

MEDES apporte son expertise pour accompagner plusieurs projets de développements de nouveaux équipements, développements portés par le CNES/CADMOS. En 2023, MEDES a en particulier accompagné les développements pour les projets Echofinder, Physiotool ou encore pour le projet Everywear, développé pour le CNES au sein de l'équipe innovations.

Le projet Echofinder du CNES vise à développer de nouvelles solutions pour améliorer l'autonomie de l'équipage pour les examens d'échographie. Actuellement, MEDES travaille sur une solution utilisant la réalité augmentée, pour guider l'opérateur.

En 2023, la solution a été optimisée et évaluée lors d'une campagne de tests de la mission analogue MDRS (Mars Desert Research Station) et lors d'une campagne de vols paraboliques. Ce projet a également des applications potentielles terrestres pour les populations isolées, en situation de mobilité ou ayant un accès limité aux services médicaux.

MEDES a par ailleurs contribué au **développement du projet Physiotool** dont l'objectif est l'identification et l'évaluation d'instruments biomédicaux qui pourraient être utilisés au cours d'une mission spatiale pour le suivi médical des astronautes et des expériences scientifiques.

Enfin, un support et une expertise ont été fournis au CNES pour la préparation de plusieurs **expériences de physiologie sélectionnées par l'ESA** (par exemple Relax Pro, Headaches on ISS, Exposome Signature), notamment dans la définition du matériel et sa qualification spatiale pour de prochaines missions.

Préparer les futures missions lunaires et martiennes avec le programme Spaceship FR

Pour préparer le futur de l'exploration, le CNES, avec le Spaceship FR, a rejoint le réseau des Spaceships européens coordonnés par l'ESA pour promouvoir l'excellence française dans les domaines de l'Exploration et des Vols Habités. Le réseau des Spaceships vise à développer et dérisquer des technologies d'intérêt pour les futures bases lunaires et pour les missions vers Mars. En continuité de la stratégie et des actions menées par le Spaceship FR, MEDES anime les activités de la thématique santé, en impulsant de nouveaux projets d'innovation pour ces futures missions, à l'aide de nombreux partenaires académiques et industriels du secteur de la santé.



Les équipes ont ainsi accompagné différentes actions de prospectives, workshops de réflexion et une douzaine de projets. Les sujets portent sur le développement de futures techniques d'assistance au diagnostic et aux soins, en particulier en imagerie, mais aussi sur le développement de technologies pour le maintien du bien-être et la gestion de la charge mentale et du stress, le développement d'un «space suit intra-véhiculaire» ou encore le développement d'outils numériques, avec le développement d'assistants ou de jumeaux numériques.



Le projet Moonirs, sur la mesure de la charge mentale, a abouti à la réalisation d'une étude clinique sur 18 volontaires à la clinique spatiale afin d'évaluer le potentiel de la fNIRS (functional near-infrared spectroscopy) pour mesurer la charge mentale et pour vérifier la compatibilité de cette mesure avec la redistribution des fluides observée en microgravité.

*Préparation étude clinique
Projet Moonirs*

MEDES a accompagné le lancement du challenge Jumeau numérique du spationaute (dans le cadre du programme R&T Systèmes orbitaux du CNES et en collaboration avec les équipes du Spaceship FR et de ConnectbyCNES).

Par ailleurs, les équipes MEDES ont promu les activités du programme par le biais de conférences sur plusieurs événements.





INNOVER

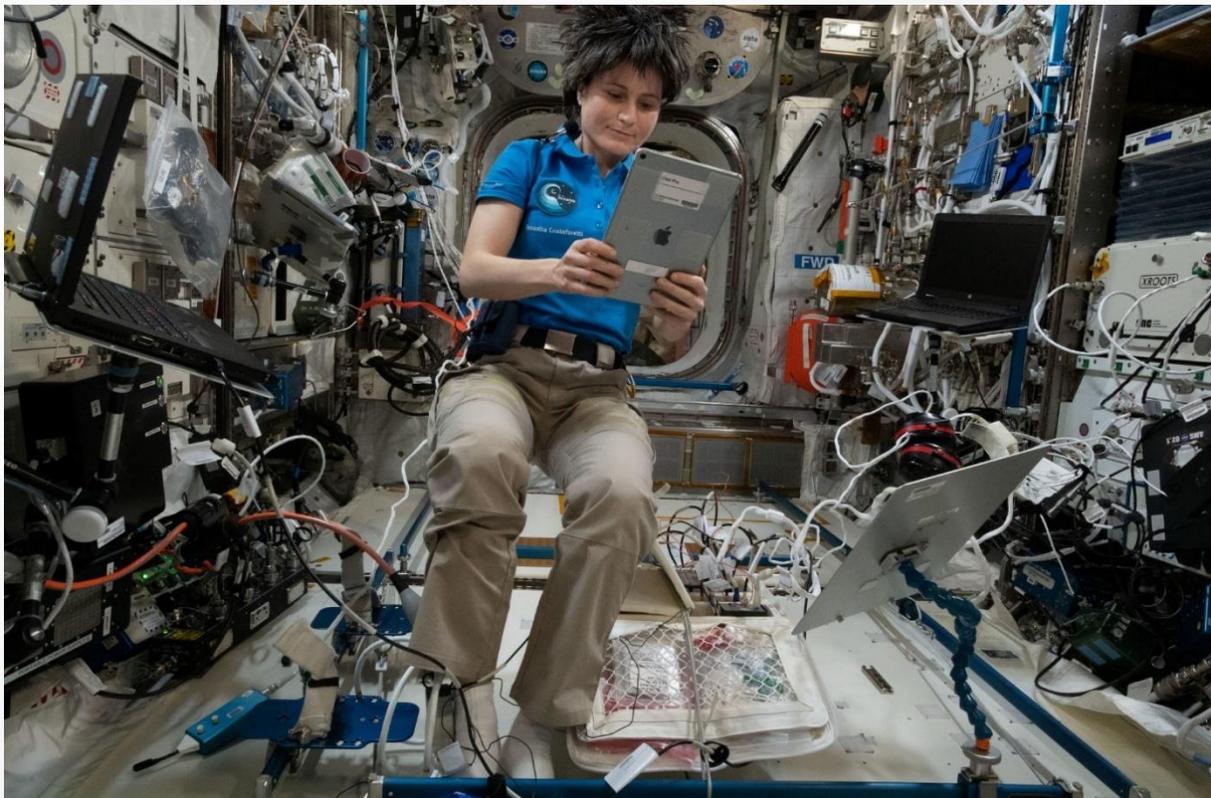
Promouvoir l'innovation en santé
en favorisant des synergies
avec le secteur spatial

MEDES travaille en collaboration avec les agences spatiales, et en premier lieu le CNES, mais également avec de nombreux acteurs industriels, académiques et institutionnels français, européens et internationaux. A l'interface entre la médecine spatiale et la santé, l'institut mène des projets qui portent sur des co-innovations entre l'exploration spatiale et la santé ou des innovations qui favorisent l'intégration et l'application de données ou services satellites

pour des applications en santé. Nous contribuons à de nombreuses initiatives en matière d'innovation, en intégrant les attendus du plan santé 2030 et les dernières avancées du secteur spatial, particulièrement dynamique avec les acteurs du New Space qui favorisent l'émergence de nouveaux produits ou services issus du spatial ayant un fort potentiel d'application pour de nombreux secteurs et en particulier pour la santé.

Focus sur quelques-uns des projets phares menés par MEDES en 2023...

Assister l'astronaute dans son suivi médical avec l'application EveryWear

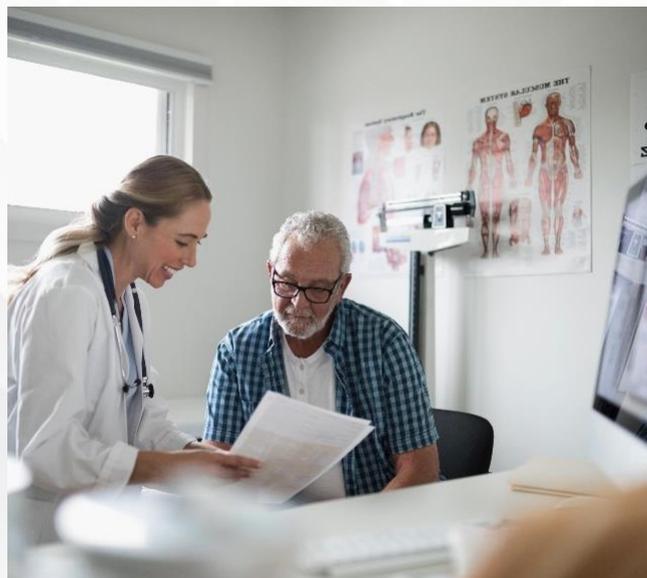


MEDES est toujours fortement impliqué, pour le CNES, dans la poursuite du développement de l'application pour astronautes, Everywear. Celle-ci, couplée à un ensemble de capteurs biomédicaux, est assimilable à un véritable assistant numérique de l'astronaute, matérialisé par une application sur tablette tactile. Elle est utilisée pour le suivi nutritionnel et le suivi médical des astronautes, ainsi que pour les expériences scientifiques. En 2023, les agences ont formulé leur souhait de poursuivre le projet Everywear pour la suite des missions ISS ainsi que pour les futures missions Gateway. Une nouvelle collaboration CNES/ESA/NASA avait été initiée en ce sens dès 2022. L'utilisation de l'application lors de la mission Ax-3 a donné entière satisfaction et la suite se prépare avec une nouvelle version de EveryWear qui sera embarquée sur la mission Artemis II en 2025. Pour l'ISS, la prochaine version sera déployée à l'été 2024 avec l'ajout de capteurs médicaux et d'outils pour l'évaluation de risques spécifiques.

Accompagner le « Bien Vieillir » avec le développement d'outils numériques pour la base de données Fragilité du projet ICOPE de l'IHU HealthAge

MEDES poursuit son **support pour le gérontopôle du CHU de Toulouse et l'IHU HealthAge** avec la mise en place d'outils numériques pour la détection précoce de la fragilité afin de prévenir la perte d'autonomie chez les personnes âgées (programme ICOPE). L'application est très appréciée et désormais utilisée en routine par le CHU de Toulouse et de nombreux professionnels de santé.

Fin 2023, 10000 professionnels étaient inscrits, 66000 patients référencés et 93000 formulaires de suivi saisis, en nette augmentation par rapport à l'année précédente. Forte de son succès et de son intérêt par les autorités de santé et les professionnels, l'application a été ouverte à d'autres régions depuis fin 2022. Des déploiements à l'international sont également en discussion.



Les données spatiales pour étudier les liens environnement-santé ou climat santé



MEDES participe, pour le CNES, à l'accompagnement de divers partenaires afin de mettre en place de nouveaux projets pilotes dans les domaines de la **surveillance sanitaire sur les liens environnement/santé ou climat/santé**. Cette implication se fait notamment à travers le SCO (Space Climate Observatory), par exemple pour le projet ClimHealth dont l'objectif est d'intégrer l'information climatique et environnementale issue des satellites dans les systèmes de surveillance sanitaire pour développer l'alerte précoce et guider le contrôle des maladies.

Favoriser le désenclavement sanitaire pour permettre le soin pour tous et en tout lieu

MEDES poursuit son support à des projets dans lesquels l'institut est impliqué de longue date et qui ont été précurseurs en télémédecine, comme le **projet Diabsat** pour améliorer la prise en charge du diabète ou la collaboration avec le Centre Hospitalier de Cayene pour le suivi médical des populations isolées en Guyane.



Impulser de nouvelles opportunités par la co-innovation

De nombreux projets avec l'ESA

En 2023, MEDES a poursuivi ses actions et son engagement pour **impulser des co-innovations liées à l'exploration spatiale et destinés à favoriser le maintien de la santé et des performances des équipages**, et ce notamment à travers des projets financés par l'ESA, généralement menés sur deux à trois ans.

On peut notamment citer la poursuite ou la finalisation de divers projets, déjà amorcés en 2021 et 2022 :

- **Finalisation du projet BONUS** "In-vitro and in-vivo prescreening models and services for space and terrestrial interventions against BOne and mUSclefrailty", projet ESA MAP (Microgravity Application Programme, coordination MEDES) visant à utiliser les modèles spatiaux et l'environnement spatial comme outils de pre-screening pour évaluer de nouvelles molécules contre la perte osseuse et musculaire (ex osteomyokines).
- **Poursuite du projet CHIMS** (Projet ESA, coordination MEDES, en collaboration avec les entreprises NewClin et Heverett), qui a pour objectif de développer et valider un prototype d'application pour fournir à l'équipage des conseils nutritionnels, des recommandations pour l'usage des contremesures et pour guider l'équipage pour les gestes d'urgence.
- **Finalisation du projet VCARE** (financement ESA, coordination COMEX) qui avait pour objectif la création d'un dispositif de biofeedback en temps réel pour optimiser la pratique des contremesures de type exercices pour les astronautes.
- **Poursuite du projet Mobile LBNP** (Low Body Negative Pressure, projet ESA, coordination MEDES  en collaboration avec Safran Aerosystems et le CNES) qui vise à concevoir, développer et évaluer un dispositif mobile de pression négative appliquée sur les membres inférieurs comme contre-mesure à la redistribution des fluides en microgravité. L'étude clinique pour ce projet est prévue au printemps 2024. Le dossier aux autorités de santé a été approuvé en 2023.
- **Projet « Datamia »**, solution de numérisation des données standards d'études de simulation sol (bed rest, immersion, études d'isolement), projet ESA.

Projet « BSGN Life Sciences » : développer de nouveaux marchés pour les acteurs industriels proposant de nouveaux services en orbite basse

MEDES coordonne l'accélérateur de projets BSGN (Business Space Growth Network) Life Sciences Industry Accelerator (ESA) pour contribuer à rapprocher les offres New Space proposant des services en orbite basse d'utilisateurs potentiels en santé, pour des applications industrielles dans le domaine des biotechnologies, de la pharmacologie ou encore de la cosmétique. Ce projet favorise le développement de nouveaux marchés pour les offres de R&D commerciales en micropesanteur dans le domaine de la bioproduction et plus généralement des sciences de la vie. Un appel à projets avait été lancé fin 2022 ayant abouti à près d'une trentaine de propositions. Plusieurs accords de confidentialité ont été signés avec une dizaine de Commercial Space Providers. En 2023, cette première phase du projet a été finalisée avec le démarrage d'une phase dite « bridging phase » pour implémenter des projets avec expériences spatiales impliquant des acteurs commerciaux avec modèles de financement publics-privés.



Le spatial à la rencontre des acteurs de santé avec Connect by CNES

connect
by

... • cnes • ...

Avec Connect by CNES, un programme créateur de lien, le CNES met le spatial au service des start-ups, entreprises de toutes tailles, acteurs institutionnels... **L'objectif est de mobiliser les technologies spatiales pour faire émerger les services et usages de demain en réponse aux principaux enjeux sociétaux et environnementaux.** MEDES apporte son expertise et son savoir-faire au service du programme ConnectbyCnes pour la thématique Santé.



Cela se traduit par un soutien pour identifier les besoins du secteur de la santé et les apports possibles du secteur spatial, animer les liens entre les 2 secteurs et accompagner des projets pilotes, évaluations ou phases de maturation pour améliorer ou faire émerger de nouveaux produits ou services en santé en utilisant des technologies, services ou données spatiales.

Concrètement, cela s'est traduit en 2023 par :

- Des actions visant à maintenir une bonne connaissance de l'écosystème de santé, de ses besoins et orientations stratégiques qui pourraient bénéficier de synergies avec le spatial acquise à travers des activités de veille ciblées
- La promotion des activités et des offres Connect et MEDES à travers l'organisation et/ou la participation à des événements d'intérêt.
- La création et l'animation de partenariats stratégiques pour le CNES, par exemple avec la Société Française de Radiologie, APHP, Décathlon, Dassault Systems, DLR Space2Health, Green Data for Health....
- La participation à l'émergence de nouveaux produits et services en accompagnant des entreprises du spatial vers de nouvelles opportunités/marchés en santé ainsi qu'en valorisant les usages et technologies du spatial auprès de l'écosystème de la santé. On peut citer par exemple l'implication dans le « Challenge Jumeau numérique Santé du spationaute » et le suivi des projets financés par le CNES dans ce cadre.

En 2023, MEDES a ainsi participé à un grand nombre d'événements, accompagné de très nombreuses entreprises et starts up et suivi plus de 30 projets ou actions de partenariats.

A écouter !

ConnectbyCnes a proposé une série de podcats « les Rendez-vous NewSpace », destinée à présenter le NewSpace Français, les identités de ses acteurs, et leurs activités spécifiques pour soutenir cet écosystème. Le podcast numéro #4 met MEDES à l'honneur.

Consultez-le ici !

<https://www.connectbycnes.fr/zoom-sur-notre-accompagnement-0#MEDES>

EVALUER

Approfondir nos connaissances en santé sur Terre et dans l'espace grâce à la recherche clinique



Dans l'environnement spatial, l'absence de gravité a des effets importants sur la physiologie humaine. Ces effets, s'ils sont désormais bien maîtrisés pour les vols actuels, pourraient s'accroître et avoir des conséquences nocives pour la santé et les performances des astronautes pour des voyages de plus longues durées, vers la Lune ou vers Mars. Ces « dégradations » observées sur la physiologie continuent d'être étudiées et des contre-mesures (méthodes de prévention) sont régulièrement testées, à la demande des agences spatiales, afin de trouver les meilleures méthodes pour à maintenir la santé des astronautes. Des recherches sont ainsi faites au

sol pour préparer les futurs voyages spatiaux. Elles prennent la forme d'études cliniques destinées à simuler les effets de l'impesanteur ou encore d'évaluations de dispositifs (en support à l'autonomie médicale). MEDES est spécialisé dans la réalisation de ces recherches depuis de nombreuses années et internationalement reconnu pour cela. Les agences spatiales confient régulièrement à l'institut des études en ce sens qui ont par ailleurs un intérêt majeur pour la recherche médicale puisque ces modèles de simulation sont également considérés comme des modèles accélérés mais réversibles de vieillissement ou de sédentarité.

MEDES apporte son infrastructure, la clinique spatiale, et son expertise au service des agences et de la communauté scientifique pour les études de simulation, des évaluations de dispositifs mais aussi pour des activités plus exceptionnelles, comme pour les sélections d'astronautes. En 2023, MEDES a finalisé l'important travail réalisé en 2021 et 2022 autour de l'étude d'immersion sèche Vivaldi, étude réalisée pour l'ESA pour collecter des données standards chez des volontaires hommes et femmes. MEDES a par ailleurs réalisé la 1^{ère} campagne de l'étude d'alitement de longue durée BRACE (Bed Rest with Artificial gravity and Cycling Exercise), étude financée par l'ESA et le CNES, impliquant 14 équipes scientifiques et a également réalisé une étude clinique pour le projet Moonirs.

MEDES réalise également des recherches cliniques pour des applications non-spatiales. En 2023, MEDES a poursuivi sa participation à l'**étude REPAIR** (Promoteur CHR d'Orléans) en collaboration avec le Service de Rhumatologie du CHU de Toulouse : suivi de patients atteints de polyarthrite rhumatoïde.

Réalisation de l'étude Moonirs

Cette étude pilote réalisée à l'automne 2023 sur 18 volontaires sains (9 hommes et 9 femmes) a eu pour objectif d'évaluer l'impact de la microgravité simulée à court terme sur la circulation cérébrale et sur la mesure de la charge cognitive en utilisant la fNIRS (spectroscopie optique proche infrarouge fonctionnelle). Cette étude a également permis de tester la technique d'échographie ultra fast. Cette étude fait suite à un projet Spaceship FR (CNES) sur l'utilisation de la fNIRS pour évaluer la charge mentale.

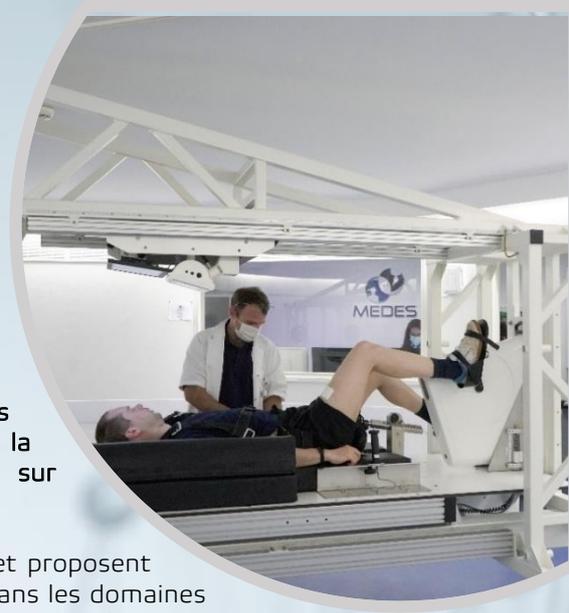


Finalisation de l'étude d'immersion sèche VIVALDI

A la demande de l'ESA, MEDES avait préparé puis réalisé une étude d'immersion sèche, en deux phases, à l'automne 2021 et 2022. L'objectif principal de cette étude avait été d'étudier les effets physiologiques de 5 jours d'immersion sèche, simulant la microgravité, chez des femmes et des hommes en bonne santé et d'obtenir un ensemble de données de référence, dans les domaines cardiovasculaire, respiratoire, neuro-ophtalmologique, hématologique, métabolique, sensorimoteur. L'étude devait permettre de valider ce modèle sur une population féminine puis de comparer les adaptations observées chez les hommes et chez les femmes. En 2023, le travail a consisté en une validation et diffusion des données, la rédaction des rapports finaux et la participation à la rédaction d'un article rédigé par le groupe Experts Immersion Sèche ESA, paru dans Nature Communication (« *Comprehensive assessment of physiological responses in women during the ESA dry immersion VIVALDI microgravity simulation* » - <https://www.nature.com/articles/s41467-023-41990-4>).

FOCUS sur... L'étude d'alitement BRACE : 60 jours alités pour faire avancer la recherche spatiale !

Une importante actualité de 2023 aura été la réalisation de la 1ère phase de l'étude d'alitement BRACE (Bed Rest with Artificial gravity and Cycling Exercise). Réalisée à la demande des agences spatiales française (CNES) et européenne (ESA), cette étude, a pour objectif d'évaluer chez des hommes en bonne santé les mécanismes d'adaptation à 60 jours de microgravité simulée et les effets de la centrifugation et de l'exercice comme méthodes de prévention sur l'organisme.



14 équipes scientifiques européennes sont impliquées dans l'étude et proposent des expériences sélectionnées par les comités d'évaluation de l'ESA dans les domaines neurologique, musculaire et osseux, cardiovasculaire, métabolique. De nombreux examens standardisés, tels qu'urinaires, sanguins, ophtalmologiques, psychologiques... viennent compléter ces expériences.

Cette étude hors du commun est réalisée en 2 campagnes de 12 volontaires chacune. La première phase s'est déroulée d'avril à juillet 2023 dans les locaux de la clinique spatiale à Toulouse. La 2ème phase de février à mai 2024.

En 2023, le travail a donc été principalement scindé en 2 parties.

La phase de recrutement

Une première partie a consisté en la phase de recrutement. Un appel dans les médias a permis de recevoir de très nombreuses candidatures. Un important travail de sélection a été mené : de premiers échanges par mail puis 2 entretiens téléphoniques, et enfin 2 visites de sélection (médicale et psychologique). A l'issue, 12 hommes, de 20 à 45 ans, en parfaite santé, et pratiquant une activité sportive régulière ont été sélectionnés pour l'étude.



La réalisation de l'étude

L'étude s'est déroulée sur 88 jours d'hospitalisation dont 60 jours couchés à -6° d'inclinaison, c'est-à-dire avec la tête plus basse que les pieds. Cette position permet de reproduire les effets de l'impesanteur sur le corps humain, tels que les déplacements de fluides, la diminution de la masse osseuse, de la masse et de la force musculaire, ainsi que les modifications des fonctions cardiovasculaires, sensorielles et motrices et des fonctions cognitives. Afin de tester l'efficacité de deux protocoles de contremesures, les volontaires ont été répartis aléatoirement en 3 groupes : gravité artificielle (sessions régulières en centrifugeuse) associée à un exercice sur vélo / Exercice sur vélo seul / groupe contrôle (sans aucun exercice ni centrifugation). 14 jours avant l'alitement ont permis de réaliser les mesures de contrôle et 14 jours après les mesures post alitement et la récupération.

L'étude a été réalisée avec succès. Tous les volontaires sont arrivés au terme de l'étude et tous sont également revenus pour une visite de suivi un mois après le lever.

L'ensemble des équipes scientifiques ont pu travailler dans de bonnes conditions et les tests se sont déroulés selon le programme attendu.

Par ailleurs, l'excellente coopération avec les services du CHU pour la réalisation de cette étude, en particulier avec les services d'Imagerie, médecine vasculaire, ophtalmologie, médecine physique et réadaptation, les services de l'unité ToNIC (Toulouse Neuro-Imaging Center), les équipes du service de restauration et logistique de l'Hôpital ainsi qu'avec les équipes de l'IMC/UT3 pour les évaluations métaboliques réalisées en collaboration avec l'IPHC (Strasbourg) ont largement contribué à la réussite de cette étude. La 2ème phase réalisée en 2024 a bénéficié de l'expérience acquise en 2023 et s'est également particulièrement bien déroulée.



COMMUNICATION : EN BREF

MEDES à la rencontre des écosystèmes du spatial et de la santé !

Chaque année, MEDES est présent lors de plusieurs rendez-vous clés pour renforcer la visibilité des liens espace-santé. A travers des stands, des conférences, des rdv BtoB, MEDES fait connaître ses activités et celles de ses membres, renforce la promotion des synergies entre les domaines spatiaux et médicaux, favorise les échanges et fait émerger de nouvelles opportunités de coopération. C'est aussi l'occasion de rencontrer notre réseau et renforcer nos liens avec nos partenaires. MEDES se rend également très régulièrement à de nombreux événements organisés par les communautés spatiales ou de santé.

En 2023, on notera, entre autres, la participation active à l'événement Health From Space, organisé à Cannes avec le CNES et Space Pharma notamment, au salon Medintech (Innovation médicale), au Congrès de la Société Française de Radiologie, au congrès SFMU (Médecine d'urgence), à MIMS (cabinet médical du futur), au congrès Humans in Space, à l'événement AI for Health Summit, aux French Space Days aux USA... pour ne citer qu'eux.



BRACE : une étude largement relayée

MEDES a mené une large campagne de communication autour de l'étude d'altitude BRACE réalisée pour le CNES et l'ESA, la première du genre depuis plus de 5 ans et la première testant la gravité artificielle et l'exercice comme méthodes de prévention. De très nombreux médias ont fait des reportages sur l'étude, reportages TV, radio et presse. On peut citer une chronique dans le Billet Sciences de France Info, un reportage à l'ouverture du JT de France 2, des articles dans Le Parisien, La Dépêche, Air et Cosmos, Ouest France, 20 min... entre autres (voir www.medes.fr).



On notera également une visibilité de l'institut dans les médias. MEDES est régulièrement sollicité par la presse pour répondre à des interviews sur ses activités ou plus généralement sur l'Homme dans l'espace, les modifications physiologiques etc... MEDES est également cité par ses partenaires lors de leurs propres publications. Par exemple en 2023, un article et reportage auprès de l'Ordre des médecins, un article dans Medscape, dans la revue Polytechnique, etc...



Un nouveau site web

MEDES a mis en ligne en 2023 son nouveau site web www.medes.fr.

S'il propose le même type d'information que l'ancien, il est mis à jour, plus étoffé et plus adapté aux nouveaux codes de communication et « responsive design » pour être consultable sur différents types de supports, ce que ne permettait pas l'ancienne version. Il est enrichi au fur et à mesure et propose notamment une bibliothèque de projets permettant de mettre en avant les divers projets auxquels l'institut participe.

Retrouvez par ailleurs MEDES sur les réseaux sociaux X (anciennement Twitter) et LinkedIn !

GESTION DES CONTREPARTIES FINANCIERES D'ETUDES CLINIQUES

Les contreparties financières sont des contreparties versées pour des études cliniques commerciales aux investisseurs de recherches, par les laboratoires / entreprises pharmaceutiques. Elles sont utilisées dans le but de développer la recherche et de manière suffisamment large pour permettre aux investisseurs de recherche clinique, dans le cadre de la réalisation de leurs projets de recherche, d'acheter des équipements, des fournitures ou des prestations, payer des déplacements, participer à un congrès, séminaire, des formations...

MEDES fournit un service d'aide la gestion de ces contreparties financières, en tant que structure tierce. Ce service est actuellement fourni au CHU de Toulouse et au CHU de Nîmes.

Le volume d'activité est en constante progression et est géré en interne par l'équipe administrative de MEDES, avec un support technique de l'équipe innovation. Ce service, apprécié des CHUS a été poursuivi sur 2023. Il avait permis la gestion de 178 comptes utilisateurs pour le CHU de Toulouse et 214 au CHU de Nîmes. On note une forte hausse par rapport à 2022.

Des comités de pilotage avec les 2 CHUS et des enquêtes de satisfaction auprès des investisseurs sont régulièrement réalisées. **Le service, qui donne entière satisfaction, est reconduit sur 2024.**



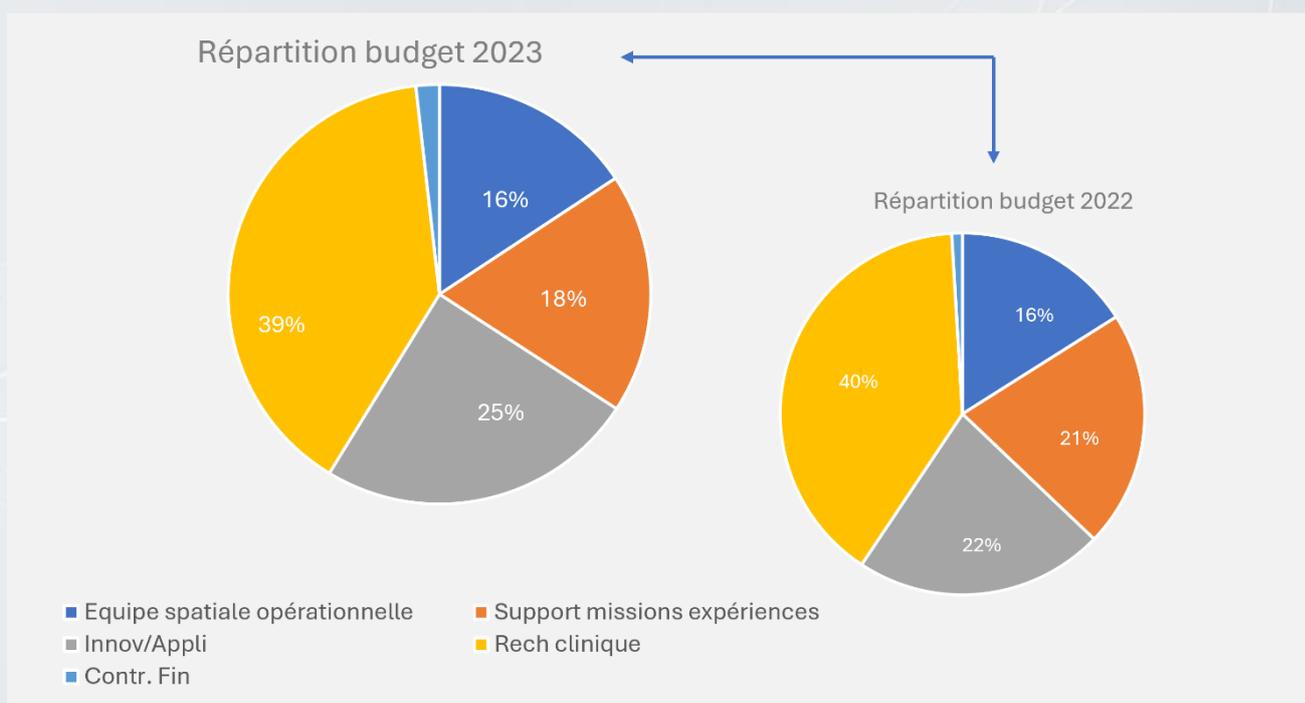
REPARTITION DU BUDGET

MEDES est un GIE, un Groupement d'Intérêt Economique. Le GIE fonctionne uniquement sur la base de contrats.

En 2023 le chiffre d'affaire de MEDES était de **6,9 M€**. Ce résultat marque une poursuite de la croissance du chiffre d'affaire de l'institut (+17% par rapport à 2022), dû notamment à des activités exceptionnelles ces dernières années (sélection des astronautes, activité clinique renforcée...). Il donne à l'institut la possibilité d'investir et de renouveler une partie de ses équipements, cliniques essentiellement.

Ces chiffres d'affaire se répartit entre les 3 principaux domaines d'activités de MEDES (et une part de 2% pour la gestion de l'activité de contrepartie financières) :

- ◆ Le travail de support aux missions spatiales
- ◆ Les activités d'applications et innovations spatiales dans le domaine de la santé
- ◆ Les activités de recherche clinique



PERSPECTIVES

2024 est d'ores et déjà une année particulièrement intense pour MEDES. L'importante activité que connaît la structure ces dernières années se maintient sur 2024.

Les activités de support à l'exploration poursuivent leur rythme avec les missions ISS d'astronautes ESA mais aussi de nouvelles missions courtes sur le modèle public-privé Axiom. De nombreuses actions en découlent pour nos médecins et ingénieurs travaillant en support à l'EAC et au CNES/CADMOS.

Dans le domaine de la recherche clinique, 2024 sera notamment marqué par la seconde phase de réalisation de l'étude d'alitement BRACE. Cette étude d'alitement de longue durée dont la première phase a eu lieu au printemps 2023 vise à évaluer un protocole individualisé combinant la gravité artificielle et l'exercice comme contre-mesure. La seconde campagne a été réalisée début 2024. Outre cette étude, le planning pour 2024 et 2025 est chargé sur ces activités cliniques et positionne MEDES comme acteur clé sur ces études espace/santé.

Les activités de R&D du secteur innovation connaissent également une forte croissance, en particulier pour les projets Everywear et ICOPE. En 2024, de nouvelles fonctionnalités seront développées pour Everywear et l'utilisation ouverte à d'autres agences permet de renforcer son engouement auprès des astronautes et son positionnement pour les futurs vols d'exploration. Les coopérations avec le CHU se poursuivent également avec un élargissement du support au gérontopole.

MEDES poursuit sa participation dans de multiples projets pour l'ESA. MEDES renforce enfin sa démarche de co-innovation, pour favoriser les synergies entre les secteurs du spatial et de la santé, en multipliant les contacts et partenariats avec des acteurs académiques, industriels et institutionnels mais aussi des start-up et un soutien à divers programmes destinés à impulser des innovations.



MEDES

- Institut de Médecine et de Physiologie Spatiales -

2, avenue de l'aérodrome de Montaudran
CS 7720
31 007 Toulouse Cedex 4

www.medes.fr