

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

IBHGC - Institut de biomécanique humaine  
Georges Charpak

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Arts et métiers sciences et technologies - École  
nationale supérieure d'arts et métiers – Ensam

Université Sorbonne Paris Nord

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2023-2024**  
VAGUE D



Au nom du comité d'experts :

Djimédo Kondo, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par le président du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

<b>Président :</b>	M. Djimédo Kondo, Sorbonne université
	M. Jérémy Laforet, université de technologie de Compiègne - UTC (personnel d'appui à la recherche)
<b>Experts :</b>	M. Thibault Lemaire, université Paris-Est Créteil Val-de-Marne - UPEC (représentant du CNU)
	M. Olivier Monneuse, université de Lyon

## REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Frédéric Lebon

## REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

Mme Éléonor Fontaine, Ensam  
M. Ivan Irdanoff, Ensam  
M. Mickaël Rivette, Ensam

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak
- Acronyme : IBHGC
- Label et numéro : EA 4493
- Nombre d'équipes : 2 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Sébastien Laporte (directeur)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies  
ST5 Sciences pour l'ingénieur

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak est structuré autour de plusieurs thématiques phares portées par ses deux équipes.

Équipe 1 : Modélisation neuro-musculo-squelettique, innovation clinique et chirurgicale.

Cette équipe étudie :

- La personnalisation de modèles géométriques et mécaniques ;
- Le développement de modèles musculosquelettiques hybrides visant à améliorer la compréhension des pathologies résultant de processus dégénératifs, de traumatismes ou d'un handicap ; ces modèles prennent en compte la posture et le mouvement ; des aspects de commande sont inclus dans cette thématique ;
- La caractérisation et la modélisation de l'os et des tissus mous, ainsi que des mécanismes d'endommagement et de régénération tissulaire.

Équipe 2 : Sport, mobilité, handicap.

Cette équipe étudie :

- La prévention du risque lésionnel du sportif dans son environnement et l'amélioration du geste sportif ;
- L'assistance à la locomotion des personnes en situation de handicap ;
- Le recueil de données expérimentales par analyse du mouvement en situations réelles.

Pour ces thématiques, l'équipe 2 vise à quantifier le mouvement humain, à intégrer dans les approches des spécificités individuelles, et à modéliser des interactions avec des équipements et/ou dispositifs d'assistance.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak (IBHGC) est une équipe d'accueil (EA 4493) commune à l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers [Ensam] et à l'université Paris 13. Cet institut est situé sur plusieurs sites : le principal et historique est le campus parisien de l'Ensam (151 boulevard de l'hôpital, 75013 Paris), et une petite partie de ses membres est hébergée sur le campus Staps de Bobigny.

L'institut, dont l'activité principale est la Biomécanique humaine, est issu du Laboratoire de Biomécanique (LBM) de l'Ensam créé il y a 45 ans.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'environnement de recherche de l'institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak est très riche, de par son implication dans diverses structures de recherche nationales ou européennes.

À titre d'exemple, le comité relève :

- Au plan national :
  - La Fédération Hospitalo-Universitaire « Maladie Musculosquelettiques et Innovations Thérapeutiques » (FHU MAMUTH – lien) ;
  - La Fédération pour la recherche sur le handicap et l'autonomie (lien) ;
  - Le Groupement de Recherche « Sport et Activité Physique » (lien) ;
  - La Fédération Francilienne de Mécanique (lien) ;
  - La Fédération de Recherche 2003 Imoa Ingénierie Mécanobiologie ostéoarticulaire (lien) ;
  - Le Groupe Thématique de Recherche en Biomécanique des Chocs (GRBC) jusqu'en 2020 ;

- Le Groupe Thématique de Recherche « Activité Physique, Performance Sportive et Santé (GTR-A2P2S) jusqu'en 2019.
- Aux niveaux européen et international :
- Le Research training network on mechanisms of skin damage under shear forces ;
- L'European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP).

Il convient de mentionner également l'implication dans le projet « Très Haute Performance Sportive en Cyclisme et en Aviron » sur 2021-2024, ou encore dans le projet « Best-Tennis » (programme prioritaire de recherche « Sport de très haute performance ») sur 2021-2022.

L'IBHGC participe également à des structures de valorisation, de transfert et de recherche partenariale dont Amvalor (filiale de valorisation d'Arts et Métiers Sciences et Technologies, promoteur des activités de recherche partenariale), l'institut Carnot Arts (Actions de Recherche pour la Technologie et la Société – iC Arts), le Service d'Activités Industrielles et Commerciales de l'université Sorbonne Paris Nord (Saic) et la Société d'Accélération de Transfert Technologique Erganeo (Satt Erganeo).

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	11
Maitres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>21</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	14
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	3
Doctorants	32
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>51</b>
<b>Total personnels</b>	<b>72</b>

## RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2022. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
Autres	7	0	3
Ensam	8	0	0
Université Sorbonne Paris Nord	3	0	0
<b>Total personnels</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

## AVIS GLOBAL

L'unité IBHGC (Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak), créée en 2013 à la suite du LBM (création en 1979) est une unité de recherche qui occupe une position originale à l'échelle nationale par le large spectre de disciplines et d'activités couvertes. Celles-ci vont de la modélisation biomécanique du système neuro-musculo-squelettique avec personnalisation aux spécificités du patient à des applications cliniques et sociétales. L'unité associe harmonieusement des biomécaniciens et des cliniciens dans une vision biomécanique « intégrée ». Pour atteindre ses objectifs, elle s'est structurée autour de deux équipes (« imagerie, modèles personnalisés, innovation clinique & chirurgie » et « sport, mobilité et handicap ») portant chacune une

thématique qui forme l'identité globale de l'IBHGC. L'expertise de l'unité en biomécanique du mouvement, de l'accompagnement du sportif et du handicap s'est traduit par de réels succès comme la chaire BiomecaM, la participation à des projets Carnot Arts, ou l'ANR JCJC HandiVib. L'IBHGC dispose de plateformes expérimentales remarquables. Néanmoins, leur exploitation risque d'être limitée compte tenu du manque de personnel d'appui à la recherche.

L'unité est attractive, de par sa forte expertise dans ses domaines de recherche et fait l'objet de nombreuses visites par des chercheurs venant de l'étranger. Néanmoins, cette attractivité peut être plus mise à profit pour renforcer les collaborations internationales avec, par exemple, des projets de recherche en commun, notamment à l'échelle européenne.

La production scientifique est d'excellente qualité avec des indicateurs bibliométriques particulièrement élevés : plus de quatre ACL/ETP/an, souvent dans des revues à fort impact scientifique. Ceci est le fruit d'une implication constante et soutenue des acteurs de l'institut dans la dissémination de leurs travaux de recherche.

L'unité a de fortes interactions avec la société dans les domaines clinique, sportif et industriel à travers la recherche partenariale. La participation au projet Prisme (Pôle de Référence Inclusif Sportif Métropolitain) offre à l'unité une belle opportunité de prolonger et de renforcer ces liens.

Dans la trajectoire de l'unité, une fusion des deux équipes est prévue, la séparation actuelle étant devenue assez artificielle du fait des recouvrements thématiques et de la volonté de construire ensemble des axes de recherche impliquant l'ensemble des personnels. Le comité apprécie la proposition d'une organisation transversale afin d'impliquer un maximum de participants dans la construction du projet et de favoriser la pluralité des idées.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent comité a fait à l'institut des recommandations dont la plupart ont été prises en compte ou sont en passe de l'être sur la base de la trajectoire présentée.

En particulier, la poursuite de la dynamique scientifique et de valorisation, ainsi que le rayonnement international ont été recommandés. L'institut y avait répondu à travers l'organisation de nombreuses conférences dont certaines sont des références dans le domaine (congrès CMBBE 2023, par exemple).

Une autre recommandation porte sur l'évolution vers une seule équipe déclinée en axes animés par de jeunes permanents, ce qui est précisément prévu dans le prochain contrat quinquennal.

Concernant la recommandation de conduire une politique permettant d'assurer l'équilibre entre recherche amont et recherche partenariale, l'unité, par le maintien de l'équilibre entre les financements publics, dont les chaires de recherche, et les contrats « industriels », apporte des éléments de réponse qu'il s'agira toutefois de consolider.

À cela, il convient d'ajouter que le tropisme de cet institut à travailler au sein d'un réseau dans le domaine de la biomécanique clinique demeure un marqueur fort de son identité.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

### DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak est une structure de recherche regroupant diverses compétences dans le domaine de la modélisation biomécanique du système neuro-musculo-squelettique avec personnalisation aux spécificités du patient. Ses objectifs visant à comprendre et prédire les phénomènes fondamentaux gouvernant le comportement des milieux vivants, tout en maintenant une recherche translationnelle dédiée à des innovations biomédicales ou ergonomiques, confèrent à l'unité une position remarquable. Le comité apprécie le couplage entre modélisation, caractérisation et démarche partenariale (clinique et industrielle) en s'appuyant sur les moyens de l'unité telles que la plateforme expérimentale assez remarquable et les ressources de calculs scientifiques.

#### Appréciation sur les ressources de l'unité

L'IBHGC a des ressources en équipements techniques assez adaptées à ses activités. En termes de personnels dédiés à la recherche, la complémentarité entre les biomécaniciens et les cliniciens est exemplaire. Le support technique ou administratif fait un peu défaut et mériterait d'être significativement renforcé.

#### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité a un fonctionnement adapté à sa taille, avec diverses opportunités d'échanges en interne. Ceci n'est cependant pas facilité par la multiplicité des sites.

Le pilotage de l'unité est assuré par la direction (directeur, directrice adjointe, et responsables d'équipe) soutenue par divers comités : comité de pilotage, comité de pilotage « Enseignement », comité de pilotage « Valorisation & Recherche Partenariale » et comité d'éthique interne. La répartition des missions et des fonctions entre la direction et ces comités est claire et bien acceptée par les membres de l'unité, l'instance statutaire de l'unité demeurant le conseil de laboratoire.

Le management transversal actuel est plus adapté pour formuler les lignes directrices de l'institut.

Le fonctionnement est bien rodé, avec une vie d'unité de grande qualité incluant les aspects formation, de sécurité des personnels et de valorisation.

L'animation scientifique est bien partagée, de nombreux séminaires en lien avec les formations (surtout le master BME de l'Ensam).

Si la composition en deux sous-entités reste présente, on soulignera les interactions inter-équipes fortes : partage d'équipements, de thématiques. Ce point va dans le sens du regroupement en cours.

## *1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'IBHGC, acteur de la biomécanique humaine, a su accumuler au fil de son histoire de nombreuses compétences et savoir-faire autour des problématiques liées à la mécanique du système musculo-squelettique et à la biomécanique clinique, en accumulant une importante quantité de données sur le corps humain. Son expertise en biomécanique du mouvement, de l'accompagnement du sportif et du handicap se traduit par de réels succès comme, sans être exhaustif, la chaire BiomecaM, la participation à des projets Carnot Arts, ou l'ANR JCJC HandiVib. Si la volonté de proposer des recherches à visée translationnelle est prégnante, l'institut mène également une recherche amont, attitude qu'il s'agira de préserver.

Ayant agrégé autour de ses activités plusieurs partenaires cliniques et intégré de nouvelles compétences en imagerie biomédicale associant des méthodes d'apprentissage ou en mécanique du sport, l'institut propose des approches multimodales associant couplage entre formulations théoriques, simulations et caractérisations expérimentales de haut niveau, tout en gardant une volonté de pratiquer une recherche à visée translationnelle et intégrative de la biomécanique, et donc aiguillée par une application clinique ou sociétale.

### Points faibles et risques liés au contexte

Au cours du dernier quinquennat, en dépit de progrès notoires, un déséquilibre apparent entre les indicateurs d'activité des deux équipes demeure. Toutefois, la croissance des activités transverses entre celles-ci est significative, chacune des deux équipes s'enrichissant des forces de l'autre.

Le risque est de ne pas arriver à maintenir une diversité des activités dans ce contexte piloté par une volonté partagée d'aborder assez systématiquement les problématiques scientifiques sous un angle translationnel. De même, si la valorisation pouvait être un marqueur encore plus saillant des activités, le souci de maintenir l'équilibre entre une recherche fondamentale et des activités plus appliquées demeure fragile et nécessite une vigilance accrue.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Pendant la période évaluée, l'IBHGC a pu bénéficier d'un soutien concret en termes de ressources humaines permanentes d'enseignants-chercheurs de la part de ses deux tutelles. À ces personnels se sont ajoutés une dizaine de chercheurs associés, notamment issus de la clinique, illustrant la politique partenariale particulièrement performante, ce d'autant plus qu'elle ne semble pas induire une dispersion des thématiques de recherche. Le soutien de l'Ensam avec sa filiale de valorisation Amvalor, permettant le recrutement de personnels supplémentaires comme l'ingénieur en CDI, est un atout pour l'institut.

Par ailleurs, les locaux semblent adaptés aux activités décrites, notamment pour les plateformes expérimentales remarquables (le « banc rachis », par exemple).

### Points faibles et risques liés au contexte

La politique de gestion des ressources humaines de l'institut présente quelques points à améliorer.

Le point crucial à corriger concerne la situation critique de certains personnels, notamment ceux liés au support technique et administratif (une personne) et surtout à l'ingénierie (deux personnes), impliquant un risque majeur

pour la continuité normale des activités de l'institut. En l'état, l'activité administrative et technique repose sur trois personnes suppléées par l'implication accrue des autres personnels de l'unité. Ainsi, tout aléa négatif au niveau de ces personnels critiques pourrait mettre à mal la poursuite d'une grande partie des activités du laboratoire. Il apparaît, en outre, que cette charge importante limite la possibilité, pour les personnels concernés, de profiter de formations continues en vue d'évolution et de perspectives de carrière. Par ailleurs, le fait que certains contrats de ces personnels reposent sur une capacité continue à générer des ressources propres, est un facteur limitant de leur capacité à se projeter. Cette situation difficile est aussi expliquée par l'incapacité à pourvoir le poste de technicien ouvert à candidature depuis plusieurs mois, certainement du fait d'un niveau de rémunération trop limité en regard du coût de la vie en Île-de-France.

D'autre part, les accès à certains moyens diffèrent selon le site de rattachement des agents. Un lissage des modalités administratives semble nécessaire.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe de direction de l'institut a su impulser une politique de sécurisation des personnes et moyens par la mise en place de bonnes pratiques et de procédures. Compte tenu de l'envergure des activités impliquant des moyens expérimentaux importants, ces mesures garantissent un niveau d'hygiène et de sécurité élevé. Depuis 2022, un Comité d'Éthique Interne (CEI) a été instauré en vue de l'évaluation continue des règles d'éthique et de sécurité dans les activités de recherche de l'Institut, permettant d'intégrer en amont certaines contraintes fortes inhérentes aux activités biologiques et cliniques.

Concernant la parité au niveau des permanents de l'institut, elle est globalement respectée avec 45 % de femmes. Notons que cet équilibre apparaît aussi à l'échelle des personnes investies dans le pilotage de l'IBHGC.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Un point de vigilance doit être porté à la politique des ressources humaines qui s'appuie en partie sur des personnels financés sur les ressources propres de l'institut. Ceci induit une hétérogénéité des statuts et augmente l'exposition de certains personnels à la performance économique de la structure et aux aléas conjoncturels.

La parité au niveau des doctorants de la structure est correcte (30 % de femmes) mais pourrait être améliorée, la tendance étant à la baisse au cours de la période.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité, de par sa forte expertise dans son domaine de recherche, est attractive et fait l'objet de nombreuses visites par des chercheurs venant de l'étranger. Néanmoins, cette attractivité peut être renforcée en tirant encore plus avantage des collaborations internationales avec des projets de recherche en commun, notamment à l'échelle européenne.

L'IBHGC a mis en place une politique d'accueil des nouveaux personnels, dont en particulier les jeunes chercheurs, qui se traduit concrètement par l'existence de procédures adaptées.

*1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*

*2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*

*3/ L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*

*4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

L'institut a mis en place des procédures d'accompagnement de ses nouveaux arrivants et de ses invités.

Ses activités sont reconnues aux échelles nationale et internationale, notamment du fait de l'implication importante de certains de ses membres dans des instances scientifiques (Société de Biomécanique, implication forte au ministère dans la thématique de la médecine du sport, trois comités éditoriaux dans des journaux à forte visibilité, etc.). Cette attractivité est illustrée par la capacité de l'unité à agréger autour de ses projets de recherche de nombreux partenaires cliniques et institutionnels, notamment diverses fédérations sportives (Rugby, Gymnastique, Tennis, Cyclisme, Golf, Aviron, etc.).

En outre, l'institut a accumulé au fil de ses années d'existence une importante base de données tissulaires et a su se doter d'une plateforme technique lui permettant d'être performant, notamment en regard des succès à des appels d'offre (chaire BiomecaM, 4 ANR, contrat DGA, projet Carnot).

De plus, des succès aux différents appels à projets (ANR, DGA, Carnot, Chaire BiomecaM) ont marqué ce dernier quinquennal avec, en plus des réussites liées aux chercheurs seniors, une montée en puissance des plus jeunes.

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

Si l'institut a su tisser des collaborations internationales traduites par des publications communes, une marge de progrès demeure pour concrétiser ces partenariats au niveau européen. L'unité n'utilise pas assez l'environnement propice offert par les moyens de support des tutelles comme l'Ensam grâce à sa cellule d'accompagnement. En parallèle, pour ce qui est de l'accompagnement des personnels de soutien à la recherche, il est nécessaire, en accord avec les tutelles, de finaliser le recrutement de technicien ouvert, et de pérenniser les personnes en place. Les moyens d'action sont essentiellement en rapport avec un aménagement de nature salariale.

### DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

#### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique est d'excellente qualité avec des indicateurs bibliométriques montrant une implication constante et soutenue des acteurs de l'institut autour de ses problématiques.

Les disparités de production entre les deux équipes de l'institut demeurent, mais l'écart tend à se résorber, avec plus de 15 % des articles partagés par des enseignants-chercheurs issus des deux équipes.

L'institut accorde une attention particulière à la production des jeunes chercheurs, en particulier des doctorants.

L'IBHGC a mis en place, notamment par le biais des politiques de ses tutelles et de son comité d'éthique, une politique quant à l'éthique et la science ouverte. Chaque membre de l'institut a été formé ou, a minima sensibilisé, à la problématique de l'intégrité scientifique.

*1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*

*2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*

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

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

La production scientifique est d'excellente qualité (soit plus de 4 ACL/ETP/an), dans des revues phares de la biomécanique comme « Journal of Biomechanics », « Clinical Biomechanics », « Biomechanics and Modeling in Mechanobiology », plus généralistes comme « Scientific Reports », ou cliniques ou biologiques telles que « Plos One ». La dynamique est sensible, passant par exemple de plus de 185 ACL pour la période de référence contre 153 pour le quinquennal précédent pour un niveau de personnels hors associés équivalent. De même, les communications à l'occasion de conférences sont un indice de la bonne activité vers la communauté scientifique aux échelles nationale et mondiale.

Il est à noter que la liste des publications présentée n'est volontairement pas exhaustive puisque certaines publications certes écrites par les membres de l'institut, mais hors des thématiques directes de ses axes scientifiques (exemple : publications de protocoles cliniques) n'ont pas été comptabilisées.

Les doctorants, post-doctorants et personnels d'appui à la recherche sont associés aux publications et communications.

L'intégrité scientifique demeure une priorité des membres de l'institut, comme le montre la mise en place en 2022 du comité d'éthique.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

En dépit d'une amélioration et d'un niveau global de production remarquable, le déséquilibre entre les deux équipes demeure. Le regroupement des deux équipes permettra de facto de corriger cette situation.

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

### Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'unité présente de fortes interactions avec la société dans les domaines cliniques (nombre important de cliniciens directement associés), sportifs (multiples projets phares avec différentes fédérations sportives nationales), et industriels à travers une forte activité de recherche partenariale. La participation au projet Prisme montre une volonté de maintenir et prolonger ces liens.

*1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.*

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

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

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

Grâce à ses activités visant à accompagner le geste sportif et limiter le risque lésionnel inhérent à l'activité sportive auprès des fédérations et des clubs de rugby, de tir sportif, de tennis, de golf, de gymnastique, de tennis de table, etc., ou celles portées sur la problématique du handicap, l'IBHGC est concrètement impliqué dans des enjeux allant au-delà du monde académique. Ses moyens expérimentaux sont à ce titre pleinement valorisés.

## Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

L'investissement de l'institut au niveau de l'élaboration des politiques de recherche scientifique dans le domaine du handicap n'est pas assez étendu à d'autres domaines d'expertises de ses acteurs.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Les deux équipes ont décidé de fusionner, la séparation actuelle étant devenue assez artificielle du fait des recouvrements thématiques et de la volonté de construire trois axes de recherche impliquant l'ensemble des personnels : « Modélisation Géométrique et Mécanique », « Exploration Quantifiée et Fonctionnelle », et « Comportement Mécanique des Tissus et des Structures ». Le comité apprécie le mode opératoire transversal mis en place afin d'harmoniser les points de vue. Cette démarche résulte du constat d'une forte hybridation actuelle d'acteurs des deux équipes autour de problèmes scientifiques identifiés. En ce sens, la fusion décidée offre une structuration adaptée pour mieux répondre à des problématiques complexes et se positionner sur des projets de grande envergure.

Le mode opératoire transversal mis en place afin d'harmoniser les points de vue offre un cadre bien adapté à la réussite d'un tel projet. L'enjeu du prochain quinquennal sera de réussir à faire adhérer l'ensemble des acteurs de l'institut à cette approche partagée de la recherche.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

### *Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité*

L'unité a décidé pour la suite de fusionner les deux équipes autour de trois axes de recherche. Une vigilance particulière de la part de la direction et des tutelles devra être portée à la réussite de cette entreprise. Le modèle proposé intègre de forts éléments de recherche translationnelle, ce qui offrira certainement des opportunités de financements afin de permettre d'atteindre les objectifs scientifiques avancés dans cette trajectoire. En parallèle, il faudra maintenir une recherche amont susceptible, à plus long terme, d'offrir de nouvelles opportunités de développement.

La mise en place de ce nouveau modèle de fonctionnement devra atteindre sa maturité grâce à une identification des animations scientifiques des trois axes qui, en plus de l'activité propre à chacun de ceux-ci, devra veiller à garantir une animation transverse afin d'éviter un fonctionnement en silo.

Un point essentiel pour l'unité sera la gestion de ses ressources humaines, d'abord en cherchant à harmoniser les usages et procédures malgré l'hétérogénéité des statuts, des sites et des tutelles, mais surtout en renforçant le personnel de soutien à la recherche présent.

Une attention particulière devra être portée au fait que la croissance des moyens financiers ne se fasse pas au détriment de l'identité scientifique de l'institut, particulièrement dans la recherche de moyens remplaçant la chaire qui se termine.

Il conviendra également d'accompagner les possibles mutations induites par la création du Prisme dans le fonctionnement de l'unité. Il pourra être nécessaire de rationaliser le pilotage par comité en ciblant les actions et les publics associés, afin d'éviter la surcharge d'activités.

Compte tenu des restructurations actuelles, le comité recommande de faire un bilan à l'horizon d'un an et d'explorer les possibilités de rapprochement avec des instituts nationaux (Inserm, Inria, voire CNRS), ce qui permettrait de mieux concrétiser la politique d'association de partenaires cliniciens à l'activité de l'institut.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Le comité recommande de s'appuyer sur les points forts de l'unité, à savoir sa bonne implication dans les sociétés savantes et son tissu partenarial assez dense, pour prendre part à divers appels d'offre d'envergure internationale, et ainsi accroître sa visibilité et son attractivité à cette échelle.

Pour cela, les acteurs de l'institut ne devront pas s'autocensurer pour proposer des réponses à des appels à projets européens en s'appuyant sur la cellule d'accompagnement dédiée au niveau de la tutelle Ensam.

En outre, il est conseillé de poursuivre l'amélioration des procédures d'accueil et de mise à disposition des moyens matériels et administratifs.

Un important travail reste à faire pour ce qui est d'accroître l'attractivité vis-à-vis des personnels d'appui à la recherche.

### *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

Le comité encourage l'institut à maintenir le niveau d'excellence quant à sa production scientifique, tout en prolongeant ses efforts de projets collaboratifs (ANR, UE, etc.) et de valorisation au plan national (projets communs sport, handicap et cliniques). Le comité recommande de préserver l'implication dans des activités plus fondamentales, garantes d'une vitalité scientifique à long terme.

### *Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société*

Compte tenu du caractère translationnel et à forte portée sociétale des activités, il est recommandé à l'unité de plus s'investir dans des actions de vulgarisation vers le grand public.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** Modélisation neuro-musculo-squelettique, innovation clinique et chirurgicale

Nom des responsables : M. Claudio Vergari / M. Philippe Wicart

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe « Imagerie, modèles personnalisés, innovation clinique & chirurgicale » s'intéresse essentiellement à la personnalisation des modèles de l'être humain sous ses aspects morphologiques, ses propriétés biologiques et de la commande neuro-musculaire. Intégrant une grande part de collecte des données et d'imagerie (avec outils d'apprentissage), cette équipe poursuit les travaux historiques de l'institut autour des problématiques du mouvement, de la posture & du vieillissement, tout en maintenant une recherche fondamentale et amont.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Ayant maintenu un niveau de publication élevé, l'équipe a adapté, conformément à la demande du précédent comité, son animation scientifique avec des réunions mensuelles. De même, l'équipe a consolidé ses compétences en imagerie biomédicale, domaine identifié comme à renforcer lors de la précédente évaluation, via l'accueil d'un nouvel enseignant-chercheur permanent dédié à cette thématique.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	6
Maitres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>12</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	6
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	14
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>20</b>
<b>Total personnels</b>	<b>32</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Les thématiques de recherche de l'équipe 1 correspondent aux activités historiquement reconnues de l'unité et s'appuient donc sur les savoirs et savoir-faire construits au fil des ans. En dépit de mouvements internes des personnels, l'activité scientifique est restée soutenue avec une production scientifique de très bon niveau, marquée notamment par une augmentation du nombre de publications et de leur qualité.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Comme illustré par le choix des articles présentés dans le portfolio, l'équipe poursuit des recherches à caractère fondamental à côté de ses activités plus translationnelles et proches de la clinique. On soulignera que ces

dernières sont irriguées par un excellent réseau de collaborateurs cliniques. L'activité partenariale avec le monde de l'entreprise a aussi été renforcée par rapport au quinquennal précédent, amenant à un total de 525 k€ générés par contractualisation industrielle.

Par ailleurs, de réels succès tels la chaire BiomeCAM ou l'organisation du congrès CMBBE 2023 (18<sup>th</sup> International Symposium on Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering), associés à la forte visibilité de certains membres de cette équipe dans les sociétés savantes (Société de Biomécanique, Association Française de Mécanique AFM, European Pressure Ulcer Advisory Panel EPUAP, InterAcademy Partnership - Science Education Programme SEP-IAP, Integrated Safety Network ISN) sont des indicateurs d'une bonne santé et d'une maturité scientifique de l'équipe.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le fait que l'équipe manque de personnel d'appui à la recherche, limitant sa capacité à répondre aux demandes du monde industriel, induit une gestion des ressources humaines essentiellement basée sur l'utilisation de fonds propres.

Par ailleurs, si des collaborations internationales ont été tissées, elles paraissent désormais assez mûres pour se concrétiser dans des approches formalisées. Des réponses communes à des appels d'offre ou la mise en place de structures de recherche internationales sont des pistes de réflexion envisageables.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

Comme mentionné pour l'analyse de la trajectoire de l'unité, les deux équipes ont décidé de fusionner, la séparation actuelle étant devenue assez artificielle du fait des recouvrements thématiques et de la volonté de construire ensemble des axes de recherche impliquant l'ensemble des personnels. Le comité apprécie la proposition d'une organisation transversale afin d'harmoniser les points de vue.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Comme précédemment indiqué, les deux équipes ont décidé de fusionner. Le comité apprécie favorablement ce regroupement. Quant aux recommandations spécifiques, le comité renvoie à celles relatives à l'unité.

**Équipe 2 :** Sport, Mobilité, Handicap

Nom des responsables : Mme Hélène Pillet / Mme Patricia Thoreux

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe « Sport, Mobilité et Handicap » propose quant à elle des études à visée pratique et opérationnelle autour de la prévention du risque lésionnel chez le sportif et l'aide à la locomotion des personnes handicapées. La quantification du mouvement humain, des spécificités matérielles & géométriques des individus et la compréhension des interactions entre le corps et des dispositifs d'assistances sont des enjeux scientifiques clés offrant des ponts naturels avec l'équipe 1.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Comme demandé par le précédent comité, les activités communes aux deux équipes ont bien été mises en exergue. En outre, du fait du soutien de l'université Sorbonne Paris Nord, cette équipe a vu ses effectifs accroître, ce qui permet de consolider ses thématiques scientifiques.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maitres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>9</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	8
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	3
Doctorants	19
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>31</b>
<b>Total personnels</b>	<b>40</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Créée au démarrage du dernier quinquennal, l'équipe 2 a su se structurer et intégrer de nouveaux arrivants autour de ses thématiques scientifiques : le sport (prévision du risque lésionnel) et l'assistance aux handicaps.

La production scientifique de l'équipe a progressé par rapport au dernier quinquennal, passant de 18 à 41 publications en propre et 22 publications partagées avec l'équipe 1. On note un déséquilibre quant à l'investissement des personnels sur chacune des deux thématiques d'application, sport et assistance aux handicaps.

Les partenariats tissés dans le domaine du sport offrent un champ d'applications pertinentes, nouvelles, et prometteuses, conférant à l'équipe un grand dynamisme. Le succès aux appels d'offre de type ANR (par exemple HandiVib) confirme remarquablement ce constat.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est jeune et s'articule autour d'une plateforme expérimentale remarquable, des partenariats pertinents dans le domaine du sport et du handicap. Pendant la période, elle a bénéficié de recrutements qui seront certainement fructueux, comme l'illustrent déjà les récents succès aux appels d'offre.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'attractivité de l'équipe repose sur sa capacité à mobiliser pleinement ses ressources expérimentales. Les sous-dotations en termes de personnels dédiés à l'utilisation de ces moyens expérimentaux constituent un facteur de risque important. Par ailleurs, le taux de production scientifique pourra être renforcé avec la perspective du regroupement des deux équipes autour de trois axes thématiques avec des interfaces émergentes.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Comme mentionné pour l'analyse de la trajectoire de l'unité, les deux équipes ont décidé de fusionner, la séparation actuelle étant devenue assez artificielle du fait des recouvrements thématiques et de la volonté de construire ensemble des axes de recherche impliquant l'ensemble des personnels. Le comité apprécie la proposition d'une organisation transversale afin d'harmoniser les points de vue.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Comme précédemment indiqué, les deux équipes ont décidé de fusionner. Le comité apprécie favorablement ce regroupement. Quant aux recommandations spécifiques, le comité renvoie à celles relatives à l'unité.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATE

**Début :** 9 janvier 2024 à 8h45

**Fin :** 9 janvier 2024 à 17h15

**Entretiens réalisés en présentiel et en distanciel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

08h45 – 09h15 Réunion des membres du comité de visite à huis clos  
09h15 – 10h00 Présentation de l'unité et présentation du bilan à l'échelle de l'unité  
10h00 – 10h35 Présentation du bilan de l'équipe 1  
10h35 – 10h50 Pause  
10h50 – 11h25 Présentation du bilan de l'équipe 2  
11h25 – 12h00 Présentation de la trajectoire de l'institut  
12h00 – 13h00 Repas et réunion des membres du comité de visite à huis clos  
  
13h00 – 13h30 Entretien avec les personnels IT-Biatss à huis clos  
13h30 – 14h00 Entretien avec les doctorants et post-doctorants à huis clos  
14h00 – 14h30 Entretien avec les enseignants-chercheurs et chercheurs à huis clos  
14h30 – 15h00 Entretien avec les tutelles à huis clos  
15h00 – 15h30 Entretien avec la direction de l'institut

Fin de la visite à 17h15

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Ivan Iordanoff**

Directeur Général Adjoint à la recherche et à l'innovation  
Arts et Métiers Sciences et Technologies

**A**

**HCERES**

Département d'évaluation de la recherche

Paris, le 04 Juin 2024

**Objet :** Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation du laboratoire DER-PUR250024507 - IBHGC - Institut de biomécanique humaine Georges Charpak

Madame, Monsieur,

Nous souhaitons remercier l'ensemble des membres du comité d'experts ainsi que M. Lebon pour leur implication dans l'important travail d'évaluation du laboratoire IBHGC qu'ils ont effectué.

Le rapport confirme notre vision sur la très bonne dynamique de l'IBHGC dans ses domaines d'excellences avec une production scientifique remarquable par sa qualité et sa quantité alliée à une recherche à fort impact vers le monde socio-économique, notamment dans les domaines hospitaliers, du sport et du handicap.

Le laboratoire sera accompagné pour la prise en compte des remarques pertinentes du comité. Du point de vue du rayonnement international, l'IBHGC est actuellement accompagné sur des montages de projets européens et l'établissement d'un laboratoire international. Le besoin en accompagnement technique est identifié et les tutelles étudieront avec le laboratoire les possibilités de renforcements internes ou externes via l'établissement de partenariats avec des organismes de recherche du domaine.

**Ivan Iordanoff**



Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://www.hceres.fr)

Évaluation des universités et des écoles  
Évaluation des unités de recherche  
Évaluation des formations  
Évaluation des organismes nationaux de recherche  
Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T.33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

 [@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

 [Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)