Évaluation de la recherche

# RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LGI — Laboratoire génie industriel

# SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

CentraleSupélec/Université Paris-Saclay
Université Paris-Saclay

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025**
VAGUE E

Rapport publié le 18/03/2025

Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur

Au nom du comité d'experts :

Laure Morel, présidente 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, maitre 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

| | |
|---|---|
| **Présidente :** | Mme Laure Morel, Université de Lorraine, Nancy |
| **Experts :** | M. Samir Lamouri, Arts et métiers Paristech — École nationale supérieure des arts et métiers, Paris<br>M. Daniel Llerena, Université Grenoble Alpes, Grenoble<br>Mme Laure Morel, Université de Lorraine, Nancy<br>M. Frédéric Vanderhaegen, Université Polytechnique Hauts-de-France, Valenciennes, (CNU 61) |

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Francine Fayolle

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

Paul-Henry Counède, CentraleSupélec

# CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire génie industriel
- Acronyme : LGI
- Label et numéro : EA 2606
- Nombre d'équipes : quatre
- Composition de l'équipe de direction : Bernard Yannou (directeur), François Cluzel (Responsable équipe IC), Oualid Jouini (Responsable équipe MO), Anne Barros (Responsable équipe R3), Pascal da Costa (Responsable équipe ED)

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST5 Sciences pour l'ingénieur
SHS1 Marchés et organisations

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité comporte quatre équipes relevant de plusieurs sections du CNU (60, 61, 62, 27, 05, 06) : IC (Ingénierie de la conception), MO (Management des Opérations), R3 (Risk, Resilience, Reliability) et ED (Économie Durable). Les équipes partagent une recherche de type « ingénierie dirigée par les modèles » conduisant à étudier les systèmes de production, d'activité ou encore cyber-socio-physiques, notamment les organisations industrielles et les chaines de valeur. Ces études se font tout au long de leur cycle de vie pour les rendre plus performantes d'un point de vue technique, économique, environnemental et social, en tenant compte des urgences climatiques et environnementales, et des ambitions de souveraineté nationale et européenne.

Les quatre équipes sont structurées en plusieurs axes scientifiques comme suit :
Équipe IC : Conception de systèmes socio-techniques complexes ; Conception de systèmes durables ; Ingénierie de l'innovation.
Équipe MO : Management des opérations pour la production et la distribution de biens ; Management des opérations pour la production et la distribution de services.
Équipe R3 : Modélisation des systèmes de systèmes et optimisation de la résilience ; Maintenance prédictive, pronostic et management de la santé ; Systèmes de santé, risque et facteur humain.
Équipe ED : Économie et gestion de l'innovation ; Économie et gestion de la mobilité durable ; Économie et gestion des systèmes énergétiques décarbonés.

À cela se rajoute une organisation scientifique selon deux autres strates. La première strate est constituée de cinq thèmes transverses industriels et sociétaux : les systèmes énergétiques, les systèmes de santé, l'industrie du futur, les systèmes de mobilité, l'économie circulaire. La seconde strate comporte des chaires de recherche qui varient au cours de l'histoire. Il y en avait huit actives au 31 décembre 2018. Il y en a cinq au 31 décembre 2023 : Supply Chain, RRSC, Open Lab Stellantis, FlexTech, et Alliance CircularIT.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le Laboratoire Génie Industriel (LGI) est aujourd'hui une des dix-huit unités de recherche de CentraleSupélec. L'unité est située sur le campus de Gif-sur-Yvette, au 2e étage du Bâtiment Bouygues.

Créée en 1990 à l'École Centrale Paris autour de la thématique du Génie Productique-Logistique, l'unité a peu à peu évolué vers le Génie industriel entre 2000 et 2004 créant de fait deux équipes historiques, IC (Ingénierie de la Conception) et AD (Aide à la décision pour les systèmes de biens et Services), renommée MO (Management des Opérations). Puis, les thématiques se sont enrichies avec des aspects risques et économie industrielle donnant lieu, courant 2010, à la création de deux équipes supplémentaires portant les noms aujourd'hui de R3 (Risk, Resilience, Reliability) et ED (Économie Durable). Ce sont ces quatre équipes qui ont été évaluées lors de la précédente évaluation.

Si en 2018, la thématique de l'unité portait sur la modélisation et l'analyse (simulation, optimisation) des systèmes industriels, et sur les aspects techniques et organisationnels, la direction, dans un souci de se rapprocher des trois enjeux stratégiques définis par CentraleSupélec : participer (i) aux transitions écologiques et énergétiques, (ii) à la souveraineté nationale et européenne, (iii) à la santé, a fait évoluer ses recherches qu'elle définit aujourd'hui comme : « étudiant les systèmes de production, d'activité ou encore cyber-socio-physiques, notamment les organisations industrielles et les chaines de valeur, tout au long de leur cycle de vie, pour les rendre plus performantes d'un point de vue technique, économique, environnemental et social, en tenant compte des urgences climatiques et environnementales et des ambitions de souveraineté nationale et européenne ».

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le Laboratoire Génie Industriel a pour seule tutelle CentraleSupélec, membre de l'Université Paris-Saclay. L'unité bénéficie ainsi d'un environnement de recherche élargi propice à sa stratégie de développement d'une recherche partenariale grâce à des chaires. L'unité est également rattachée à deux Écoles Doctorales : ED 573 Interfaces et ED 630 DEM (Droit, Économie, Management). Le comité note à la marge l'existence de deux autres ED dans lesquelles sont inscrits deux doctorants : ED 575 EOBE (Electrical, Optical, Bio - physics and Engineering) et ED 581 ABIES (Agriculture, Alimentation, Biologie, et Santé).

L'unité est très investie dans des réseaux d'excellence ou stratégiques et des sociétés savantes au niveau national comme le GDR MACS (Groupement de recherche modélisation, analyse et conduite des systèmes dynamiques), la SAGIP (Société d'Automatique, de Génie Industriel et de Productique), S.mart (Systems Manufacturing Academics Resources) ou l'Alliance Industrie du Futur et international : Design Society , AFIS/INCOSE (Association Française d'Ingénierie Système/International Council on Systems Engineering), IAEE (International Association for Energy Economics) notamment.

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 12 |
| Maitres de conférences et assimilés | 6 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 3 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **21** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 10 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Postdoctorants | 7 |
| Doctorants | 56 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **73** |
| **Total personnels** | **94** |

## RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

| Nom de l'employeur | EC | C | PAR |
|---|---|---|---|
| CENTRALESUPELEC | 18 | 0 | 3 |
| Autres | 0 | 0 | 0 |
| **Total personnels** | **18** | **0** | **3** |

# AVIS GLOBAL

Le Laboratoire Génie Industriel (LGI) de CentraleSupélec développe une recherche de type « ingénierie dirigée par les modèles » conduisant à étudier les systèmes de production, d'activité ou encore cyber-socio-physiques tout au long de leur cycle de vie pour les rendre plus performants d'un point de vue technique, économique, environnemental et social. Malgré la petite taille de l'unité (18 EC permanents et 10 EC/C assimilés par convention d'accueil totale ou partielle), le comité souligne son grand dynamisme dans les collaborations avec les entreprises industrielles, les acteurs du territoire et ses partenaires à l'échelle nationale majoritairement.

Les quatre équipes de l'unité montrent une structuration complémentaire sur certaines thématiques et sur d'autres en redondance, ce qui pose la question du maintien de quatre équipes. Par rapport à la précédente évaluation, le comité voit clairement que les thèmes de recherche émergents ont été : la mobilité et

notamment les véhicules électriques, l'économie circulaire, la résilience, et un retour de la conception centrée utilisateur. Sur ces thématiques, l'unité a de très bons, voire d'excellents indicateurs, que ce soit en matière de production scientifique (plus de 400 articles dans des revues de référence), d'activité partenariale avec le monde socio-économique (5 chaires partenariales) ou de formation doctorale (74 thèses soutenues et 137 doctorants accuueillis dans l'unité au cours de la période).

À l'inverse, il y a un recul sur les thèmes des véhicules autonomes, du nucléaire, de l'innovation. Les publications et l'activité scientifique ne sont pas homogènes entre les équipes, notamment l'équipe historique IC. En effet, à l'exception de cette dernière qui a néanmoins une production qui peut être qualifiée de bonne (1 revue/EC/an), le niveau de publication est excellent pour les trois autres équipes, avec en moyenne, plus de quatre publications de revue par an et par enseignant-chercheur (EC), et une implication notable des doctorants dans une grande majorité des articles publiés.

Le caractère interdisciplinaire et multidisciplinaire des travaux de l'unité entraine une dispersion importante des revues dans lesquelles les travaux sont publiés (40 revues), ce qui tend à limiter la visibilité internationale de l'unité de recherche. De plus, l'objectif de l'unité de renforcer les thématiques de l'industrie du futur, l'économie circulaire et la santé va potentiellement ajouter de nouveaux journaux.

L'unité a su maintenir ce qui constitue depuis longtemps son originalité et sa force, à savoir qu'une partie importante de ses recherches s'effectue dans le cadre de chaires industrielles soutenues par des partenaires très variés et sur des périodes longues. Elle s'est diversifiée en ayant des participations accrues dans des programmes ANR et européens. Le comité note l'obtention de trois projets financés par l'ANR JCJC et la participation à quatre projets financés par l'ANR et sept projets européens ce qui permet d'accroitre la visibilité de l'unité notamment au plan européen. Ainsi, l'origine des financements est diversifiée, ce qui lui permet de bénéficier d'un budget pour fonctionner très confortable (en moyenne, 2,15 M€ par an).

Compte tenu de la taille réduite de l'unité, le comité tient à souligner l'importance d'anticiper les départs des EC mais aussi et surtout des personnels de soutien administratif et technique permanents de l'unité. Les modalités permettant de pallier ce déficit en personnel ne sont pas encore identifiées au sein de l'unité, qui n'a pas choisi pour l'instant d'effectuer un prélèvement sur les contrats permettant le maintien de certaines compétences collectives.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

Les principales recommandations du précédent comité encourageaient l'unité à réduire la disparité significative du niveau de publication entre les équipes et à diversifier les origines de financement. En effet, l'unité, au cours des précédentes périodes, a favorisé le développement de chaires entrainant à la fois une dépendance de sa politique scientifique à ces relations et pourrait conduire à certaines fragilités, en matière d'emplois notamment. En ce sens, une participation à des contrats européens ou institutionnels français était vivement recommandée.
Un effort sur la durée des thèses (42 mois), le taux d'abandon (10,4 %) ainsi que l'accueil des thèses de l'équipe Économie Durable dans une ED du domaine des Sciences Humaines et Sociales (SHS) avaient été suggérés par le précédent comité.
L'organisation de la vie de l'unité devait être revue afin de limiter les surcharges de travail et de clarifier les rôles de chaque instance dans le processus de décision.
Enfin, le projet scientifique proposé bien que pertinent devrait être l'occasion de renforcer le cœur de métier de l'unité en recherchant notamment, au travers de collaborations, les compétences manquantes.

L'unité a tenu en partie compte des recommandations précédentes.
La durée moyenne des thèses a été réduite de 42 mois à 38 mois (en dépit de l'épisode covid), tout en conservant l'implication des doctorants dans l'effort de publication. Cependant, les disparités de publication entre les équipes perdurent : d'une revue/an/EC pour l'équipe IC à quatre revues/an/EC pour les autres équipes. Si les chaires sont passées de huit à cinq, elles continuent à influencer fortement la politique scientifique de l'unité du fait qu'elles sont « équipes dépendantes ». Enfin, le comité note le rattachement de l'unité à une ED SHS (ED 630 DEM).

## B — DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

Les objectifs scientifiques sont clairs et contribuent pleinement aux enjeux stratégiques de l'écosystème auquel il participe sur le site de Paris-Saclay. Le fait que l'unité soit structurée selon trois équipes en ingénierie et une en éco-gestion confirme le positionnement du LGI comme une unité travaillant sur des problématiques système à forts impacts socio-économiques et environnementaux. Le comité a noté que la politique scientifique est fortement dépendante des problématiques industrielles auxquelles les chaires partenariales doivent répondre. Il en résulte que les thématiques de l'unité dépendent des équipes même si des efforts notables de partage de thématiques transversales ont été réalisés (santé, économie circulaire, industrie du futur, mobilité et énergie) avec la nomination d'ambassadeurs issus des quatre équipes pour assurer la transversalité.

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

Le LGI affiche des ressources humaines et budgétaires en parfaite adéquation avec ses projets et ses ambitions actuelles de contribuer aux problématiques liées aux transitions écologiques et sociétales. Ceci est notamment dû au fait que l'unité a pérennisé ses activités et a répondu à ses objectifs au travers du maintien de son modèle de financement par des chaires industrielles (5) et sa participation à des appels d'offres compétitifs (3 projets financés par l'ANR JCJC, 4 projets financés par l'ANR et 7 programmes européens). De fait, une proportion importante des personnels sont des doctorants en lien avec ces contrats (64 %). Les enseignants-chercheurs sont des personnels de CentraleSupélec et l'on peut louer leur forte implication dans des tâches administratives et pédagogiques. La diversité des origines ou des sections disciplinaires des personnels de l'unité qui travaillent dans le domaine du génie industriel conduit à une forte sollicitation de ces derniers, dans la conduite de travaux pédagogiques interdisciplinaires ou dans la tenue de conférences et autres séminaires de vulgarisation scientifique.

## Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le LGI est doté de deux instances de gouvernance : un CODIR (Conseil de direction) et un COLAB (Conseil de laboratoire). Le comité a apprécié que leurs missions aient été récemment réajustées (définition de la stratégie de l'unité et aux orientations budgétaires pour le premier, rôle consultatif et d'information du directeur sur des attendus des équipes pour le second) afin de mieux soutenir la direction, notamment sur des sujets liés au bien-être des personnels et à la préservation de l'environnement en développant une politique environnementale propre et de regagner en légitimité. Ce fonctionnement apparait comme pertinent au regard du choix d'avoir plusieurs équipes et non une seule, qui induit que la gouvernance de l'unité se traduit en premier lieu à l'échelle des équipes et non de la direction. Ce nouveau fonctionnement permet d'assurer une représentativité accrue des différentes catégories de personnel (permanents ou affiliés) dans la prise de décision collective.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est structurée selon trois équipes en ingénierie et une en éco-gestion ce qui permet d'aborder les problématiques selon plusieurs points de vue complémentaires. Le comité note des thèses co-dirigées en inter-axes des équipes qui confirment le positionnement du LGI comme une unité travaillant sur des problématiques systèmes à forts impacts socio-économiques et environnementaux.

L'unité présente les résultats d'une analyse comparative des programmes et départements les mieux classés en « industrial engineering » aux USA, en Europe et en France au regard des axes scientifiques et recherches menées par les quatre équipes. Cette analyse confirme que l'unité s'inscrit dans les problématiques du génie industriel en général avec quelques originalités notables portant sur les thèmes de la gestion des risques et de la résilience des systèmes complexes, de la transition énergétique, de l'analyse économique et les modèles d'affaires ainsi que l'intégration du comportement humain et de ses impacts dans l'analyse d'un système en général.

L'unité a réalisé une cartographie de ses publications les plus significatives en matière de développement durable au cours de la période 2018-2022 qui atteste l'impact de ses recherches sur des sujets liés à la gestion des systèmes de santé, de l'énergie, de l'économie circulaire, de l'industrie du futur et des mobilités durables.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Chaque équipe développe une dynamique qui lui est propre (en matière de ressources et de stratégie scientifique) du fait notamment de ses contrats industriels et chaires (représentant plus de 70% des ressources financières), portées à l'échelle d'une équipe.

Des évènements collectifs sont réalisés, cependant le comité a noté un recours important au télétravail sans stratégie au niveau de l'unité pour maximiser les taux de contacts entre les différentes catégories de personnel afin de maintenir une cohésion, non pas uniquement à l'échelle des équipes, qui sont par ailleurs localisées deux à deux dans deux open spaces distants (équipes 1 et 4 d'un côté et 2 et 3 de l'autre), mais aussi à l'échelle de l'unité.

Certains doctorants sont affiliés à l'unité, mais dirigés par un membre externe ce qui complique leur intégration dans l'animation de l'unité.

### *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

Avec des revenus de 2,15 millions d'euros en moyenne par an, le LGI dispose des capacités financières pour développer son activité. Elles sont composées à 74 % de contrats industriels, 12 % d'AAP internationaux, 10 % de projets nationaux, moins de 4 % de la dotation école et de moins de 1 % d'AAP régionaux. Des partenariats forts ont été élaborés avec des acteurs industriels et académiques majeurs dans le cadre des chaires industrielles comme Total, EDF, RTE ou le CEA dans le domaine de l'énergie (chaire Risques et Résilience des Systèmes Complexes, chaire TotalEnergies, etc.).

L'unité est monosite, ce qui permet de maitriser les couts avec une logistique d'accès aisé aux bureaux et équipements en fonction du statut des gens : personnels présents ou personnels de passage (doctorants en dispositif CIFRE, EC rattachés, etc.)

### Points faibles et risques liés au contexte

Les chaires ont leur logique propre de fonctionnement et une indépendance budgétaire qui amène à ne financer que des contrats doctoraux ou postdoctoraux. Bien qu'en manque, l'unité ne bénéficie pas d'un soutien de la part des chaires dans le financement de personnels support à la recherche comme un technicien ou un ingénieur. Le comité note que les ressources dépendent à 74 % de financements industriels, dont ces chaires, ce qui induit un manque de diversité des origines de financement, car trop « contexte industriel parisien dépendant ».

La mise en place de la protection du patrimoine scientifique et technique est un risque pour l'unité dont une grande partie des doctorants et postdoctorants sont étrangers : 27 nationalités chez les doctorants et seulement 39 % de Français, 19 % de Chinois (contre 34 % la période précédente), 15,1 % de Magrébins (Tunisie, Algérie, Maroc), 7,7 % de Sud-Américains.

Le comité note une volonté de l'unité de diversifier ses origines de contrats avec notamment une participation en hausse à des ANR.

## *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

Chaque année, le LGI présente deux plans emplois à sa tutelle CentraleSupélec (CS), tant pour les EC que pour les personnels administratifs, qui va effectuer des arbitrages au regard des dix départements d'enseignement et dix-huit unités qui la composent. Du fait d'être une unité de CS, le LGI peut recruter des EC sous statut contractuel avec des salaires supérieurs à la fonction publique.

Les EC de l'unité contribuent à deux départements : GIO (Génie Industriel et Opérations) et le département SHS (Sciences Humaines et sociales). Le comité note que ce sont les équipes d'ingénierie IC, MO et R3 qui contribuent à GIO et l'équipe d'économie-gestion ED à SHS. Les quatre équipes ont donc un adossement aux structures d'enseignement (formation ingénieur de CS en Génie Industriel, Masters [Ingénierie des Systèmes Complexes et Économie de l'environnement, de l'énergie et du développement durable], École et formations doctorales) et aux structures de recherche de l'Université Paris-Saclay (Graduate School SIS [Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes] et Parcours Entrepreneuriat Deeptech de la Maison du Doctorat).

Concernant la parité, l'unité est dans la moyenne nationale (35 %).

L'unité développe des actions afin de favoriser le bien-être des personnels notamment en accordant une certaine souplesse aux différentes demandes des personnels administratifs et techniques comme les congés, un aménagement en télétravail ou un soutien à la promotion.

L'unité est très fortement engagée dans la préservation de l'environnement en développant une politique environnementale qui lui est propre et établie sur onze engagements volontaires, comme réaliser le bilan carbone annuel de l'unité, réaliser les diverses fresques et ateliers couramment réalisés dans les écoles, réduire les émissions liées aux déplacements domicile-travail.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité fait face à des départs d'EC et notamment de PR associés, qui sont d'autant plus visibles pour une unité de cette taille. De plus, elle a perdu trois personnels de support sur six. La situation la plus préoccupante est le départ en mobilité de l'ingénieur informatique eu égard aux recherches menées dans l'unité. La volonté de développer une plateforme-vitrine des résultats informatiques de la recherche semble peu réaliste dans le contexte décrit.

L'unité note une surcharge chronique des personnels administratifs et techniques et pourtant elle n'a pas opté pour un financement sur fonds propres de postes supports afin d'y pallier.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

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

Le comité tient a souligner la qualité du rayonnement scientifique des EC de l'unité dans la communauté de l'industrial engineering. Le comité note positivement l'affiliation des équipes à des réseaux ou des sociétés savantes comme la Design Society, l'AFIS, GDR MACS, ESRA, IEEE Pronostics and Health Management notamment. Les membres de l'unité sont très souvent récompensés par les sociétés savantes et réseaux nationaux et internationaux auxquels ils contribuent, que ce soit pour leur investissement ou la qualité d'une recherche. Ils participent à des instances de pilotage de la recherche au niveau local (direction adjointe de la recherche responsable de la valorisation et du transfert technologique des projets pour CS), participation au conseil d'ED et autres Graduates Schools et au niveau national (CNU, ANR). Le comité note des responsabilités éditoriales réparties dans chacune des équipes. De même, si l'attractivité de l'unité au niveau des doctorants est indéniable, le comité note que, l'attractivité en matière de recrutement d'EC est un sujet qui devient compliqué. L'unité est attractive pour des EC/Chercheurs en poste dans d'autres universités qui demandent leur affiliation à celle-ci (10 à ce jour).

*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

Les équipes sont investies dans l'organisation de manifestations scientifiques, et ce de façon homogène, comme les conférences ICED (2019 et 2023), DESIGN (2018-2023), EURO (2019, 2022) IFAC et IEEE GOL (2022). Les EC sont très souvent conviés à donner des présentations plénières ou à organiser des séminaires de recherche dans les sociétés savantes et réseaux auxquels ils contribuent (par exemple pour l'équipe IC, AI4SE & SE4AI 2023 workshop, IFIP 2022, INCOSE EMEA 2021 ; pour l'équipe MO, keynote à la conférence TORS23 et réalisation de séminaire dans des universités à Hong Kong, Montréal, Amsterdam ; pour l'équipe R3, conférences plénières à MIMAR 2021, ESREL 2023, IEEE ICSR 2021, 22 et 23 ; et pour l'équipe ED, ELAEE 2022, IAEE 2018 et des séminaires invités dans les universités du Maryland et Imperial College en 2023 et OHIO en 2022). Ceci amène de fait à de nombreux prix et distinctions (Best Paper Awards dans des congrès et Fellow Award par exemple) afin de récompenser l'investissement ou la qualité d'une recherche.

L'unité accueille un nombre remarquable (19 sur la période) et diversifié de professeurs invités, en provenance d'universités prestigieuses comme McGill, Illinois University, University of Kent, Berkeley par exemple, ce qui confirme son attractivité. Le comité souligne l'affiliation de dix EC/C par convention qui amènent le renforcement des compétences détenues par les EC permanents de l'unité, comme l'affiliation d'un PU/PH pour soutenir l'axe santé.

Le comité note des responsabilités éditoriales (23) réparties dans chaque équipe, dans des revues comme Design Science Journal et International Journal of Design Creativity and Innovation, Service Science et Supply Chain Forum, Journal of Risk and Reliability and Health Systems, Energy et sustainability. Les EC participent à des instances de pilotage de la recherche au niveau local (direction adjointe de la recherche [à mi-temps] responsable de la valorisation et du transfert technologique des projets pour CS, participation au conseil d'ED et autres Graduates Schools et au niveau national [CNU, ANR, Hcéres]).

L'image de qualité scientifique véhiculée par la tutelle CS est un atout indéniable pour le recrutement de doctorants notamment internationaux, cœur du vivier de l'unité. L'unité a mis en place un processus d'accueil

des doctorants notamment dans la phase de lancement de la thèse afin de les accueillir au mieux et de les aider dans le choix des formations doctorales en lien avec leur sujet. L'unité a diminué les inégalités salariales bien connues selon la typologie de thèse et les financeurs associés.

Comme déjà souligné, l'unité avait jusqu'alors une faible participation aux appels à projets compétitifs nationaux et européens, ayant privilégié la recherche avec des partenariats industriels (environ 75 %) alliant des industriels prestigieux comme L'Oréal, Saint-Gobain, Safran, EDF, Orange, SNCF, Thalès, etc. Si la politique de création et renouvellement des chaires a été poursuivie, le comité note une inflexion au cours de la période évaluée avec une implication croissante des EC, notamment les jeunes recrutés, dans des appels à projets compétitifs nationaux de type ANR JCJC. Plus globalement, l'unité participe à quatre projets financés par l'ANR (ANR GreenLocal 3D sur le recyclage de matériaux plastiques, ANR EcoFresh Chain traitant de la logistique de la chaine du froid pour l'alimentaire, ANR-AMI PEPR TASE — projet PowDev portant sur la résilience de systèmes électriques et l'ANR RHU RÉMISSION dans le domaine des immunothérapies en oncologie), cinq projets européens de type Erasmus/Erasmus Mundus en pédagogie innovante pour l'industrie 4.0, l'économie circulaire et le digital et deux projets européens de recherche (AVENUE et ULTIMO portant sur les véhicules autonomes). Le début de développement d'une plateforme mini-usine dans le cadre d'un ANR JCJC est un point positif du dossier, bien que restreint à ce jour en matière de thématiques à l'équipe R3.

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

L'unité n'a aucun équipement ou plateforme technique à ce jour, ce qui est dommageable au regard des thématiques en lien avec des industriels. Elle ne possède pas non plus à l'heure actuelle le personnel d'appui à la recherche qui permettrait le montage et la maintenance d'une telle plateforme. L'unité a dû faire face à un départ de l'informaticien.

Le sujet du recrutement est un sujet sensible du fait de la diversité des voies possibles : fonctionnaires ou contractuels et du peu de perméabilité entre elles. Si les doctorants sont au rendez-vous du fait de l'image de CS et de l'université, le recrutement comme EC reste plus aléatoire.

Le site internet de l'unité souffre d'un manque de réactualisation et de maintenance afin de pouvoir diffuser en temps réel les résultats de la recherche, aspect important pour l'attractivité de l'unité.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

La production scientifique d'audience internationale est excellente, que ce soit quantitativement ou qualitativement (plus de 400 articles dans des journaux de référence). L'unité a fait le choix de publier en majorité dans des journaux extrêmement sélectifs comme Applied Energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, International Journal of Production Research, Journal of Cleaner Production, IEEE Transactions on Industrial Informatics. L'unité participe à des conférences de renoms comme l'IFAC/INCOSE et diverses conférences IEEE. Cependant, si tous les enseignants-chercheurs de l'unité participent à la production scientifique, les disparités entre équipes restent fortes, notamment au niveau de l'équipe IC.

*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

Le niveau de publication est excellent, tant en qualité que dans le choix assumé de l'unité quant aux revues retenues pour partager les résultats avec la communauté de l'« Industrial Engineering ». Ainsi, le comité note une production de 423 articles, de 479 congrès, de seize ouvrages et de 45 chapitres d'ouvrage pour 28 EC et

137 doctorants au cours de la période. Les équipes MO et R3 ont une stratégie intensive de publication (respectivement 4,2 et 4,9 revues par EC et par an) contre 1 et 2,1 revues par EC et par an pour IC et ED ; cette dernière équipe étant plus investie dans les colloques et congrès (4 articles par EC et par an) et des revues cibles plus exigeantes.

L'unité présente des avancées scientifiques majeures dans ses différentes recherches portant sur comment les technologies peuvent aider à soutenir les transitions durables pour mieux répondre aux urgences du changement climatique. Ainsi, dans le cadre de la Chaire Anthropolis, il est présenté une perspective originale du sujet de la mobilité urbaine alliant de nouvelles méthodes de conception de systèmes de mobilité soutenable et centrée usager du futur. L'ouvrage collectif Sustainable Urban Mobility Futures. Palgrave Macmillan, 2023, en est un des résultats majeurs.

Dans la même veine, le comité tient à mettre en valeur une belle initiative des économistes de l'unité qui ont créé un événement appelé le **Marcel Boiteux Annual Lecture at CentraleSupélec** qui rend hommage à l'ancien président de l'EDF, ingénieur-économiste, reconnu internationalement pour ses contributions en économie de l'énergie. Le 18 avril 2023 après-midi, le premier invité était le Pr Shmuel Oren (U. Californie, Berkeley), économiste de renommée mondiale notamment depuis sa collaboration avec Robert Wilson, Prix Nobel d'Économie. Pour la seconde édition, c'est le Pr Paul Joskow (MIT et ancien président de l'International Society for New Institutional Economics, et membre de plusieurs sociétés savantes) qui a répondu favorablement à l'invitation.

Les recherches originales portant sur la transition verte des systèmes énergétiques sont récompensées puisque la poursuite des ses travaux vont pouvoir se faire dans le cadre d'un projet européen Training42phase (un des partenaires est l'Imperial College of London) dont l'objectif est de former les scientifiques et notamment des doctorants à la mise en œuvre d'un certain nombre de nouvelles technologies émergentes de conversion d'énergie fondées sur des turbomachines à flux diphasique.

L'unité a réalisé une analyse pointue des revues dans lesquelles les quatre équipes publient afin de s'assurer de la reconnaissance de ces dernières dans les communautés d'appartenance des équipes et d'éviter les revues prédatrices. La politique de l'unité est claire sur ce point.

L'équipe IC publie dans des revues comme Journal of Cleaner Production, Computer in Industry, Resources, Conservations and recycling ; l'équipe MO se concentre sur des revues comme International Journal of Production Research, Journal of Manufacturing Systems, European Journal of Cancer, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems ; l'équipe R3 s'investit notamment dans les revues Reliability Engineering and System Safety, European Journal of Operational Research, Applied Soft Computing; l'équipe ED a choisi des revues comme Renewable and Sustainable Energy Reviews, Applied Energy, Energy Economics, Cleaner production. Il s'agit de revues qui font référence dans les thématiques portées par les quatre équipes.

Les doctorants sont impliqués dans la politique de publication.

L'université Paris-Saclay est très engagée en matière d'intégrité scientifique et de science ouverte. Elle impose un cours de formation doctorale obligatoire sur ces deux aspects à tous les doctorants.

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

Il existe une grande disparité entre les équipes tant en nombre de publications par EC et par an qu'en nombre de participation à des congrès. Si les équipes MO, R3 et ED ont quantitativement une excellente production, respectivement 4, 4 et 2,1 publications par EC et par an, l'équipe IC n'est qu'à une par EC malgré le fait qu'elle soit la plus grosse équipe (11,25 EC) et quasi celle dotée du plus grand nombre de doctorants, postdoctorants et ATER (27,25 personnes sur 91). Elle compense en partie avec plus d'ouvrages (7), de chapitres d'ouvrage (16), et une participation importante en congrès. Cette disparité s'explique partiellement par la charge en enseignements et responsabilités collectives des EC de l'équipe IC, et ce malgré les mesures en cours de mise en place (recrutement d'un MCF à venir, cours en standby, etc.).

L'unité publie dans des revues étant reconnues comme faisant partie des 10 % des meilleures du domaine. Cependant, le spectre est un peu large eu égard à sa taille.

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

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

Les activités de vulgarisation scientifique sont un point fort de l'unité. L'interaction avec le monde non académique est remarquable et c'est indéniablement une raie brillante de l'unité. Si la stratégie de recherche partenariale développée historiquement par le LGI impliquait une grande diversité d'acteurs, de grands groupes aux PME, ETI et cabinets de conseil, le comité apprécie l'ouverture vers des acteurs différents comme des start-ups, des collectivités territoriales et autres acteurs institutionnels et des sociétés à mission. La relation avec ces dernières montre la volonté de l'unité de mieux comprendre et accompagner des modèles économiques émergents, aspect retenu et fortement apprécié par le comité.

*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

L'interaction avec le monde non académique est remarquable tant au niveau quantitatif que qualitatif. D'un point de vue qualitatif, les recettes sont de 2,15 M€ dont 75 % environ sont issues des partenariat industriels. D'un point de vue qualitatif, la stratégie de recherche partenariale développée historiquement par le LGI implique une grande diversité d'acteurs : des grands groupes comme L'Oréal, Safran, Saint-Gobain, EDF (par des dispositifs CIFRE pour 37 % ou comme partenaires de chaires pour 27,7 %), mais également des PME, ETI (Style et Design), des cabinets de conseil (Deloitte, Capgemini, Ikos). On trouve plus récemment, en plus de ces acteurs historiques, des start-ups (Greenly, Arawa), des collectivités territoriales et autres acteurs institutionnels et des sociétés à mission comme l'Assistance Publique et les Hôpitaux de Paris, La Pitié Salpétrière, le Cancer Campus du Grand Paris, Institut Gustave Roussy, la Silver Valley, Emmaüs ou l'agglomération Paris-Saclay.

Les recherches dans le domaine de la santé s'opèrent avec des acteurs (des hôpitaux notamment) peu coutumiers avec les financements classiques comme l'ANR ou les dispositifs CIFRE, ce qui demande un effort supplémentaire à l'équipe afin de partager et développer des connaissances communes.

L'unité a développé une activité de promotion de ses recherches au travers d'ouvrages, de MOOC et SPOC et de jeux sérieux. Le comité note la production de rapports ou d'études à destination de ministères (note de prospective sur l'impact énergétique de la guerre en Ukraine produite en 2022 pour le CEPII — cabinet du Premier ministre), de la banque mondiale ou de la Commission européenne (brève technique « Towards a circular economy for platinum in Europe » produite par M. Saidani en 2019). La participation à des commissions de normalisations ou des projets de normes montre le souci des EC de l'unité de contribuer à des projets en lien avec les problématiques du climat et du développement durable. La feuille de route Climat de CS pour 2023 a été rédigée par des EC du LGI.

Les activités de vulgarisation scientifique sont souvent un point fort des EC adossés à une école d'ingénieurs. Le LGI s'inscrit dans cette démarche en contribuant à des manifestations pilotées par le Campus de CS à destination des étudiants, lycéens, alumnis. Entre 2021 et 2023, un EC a été administrateur d'une association à but non lucratif, Ile de Science, dont l'objet est de favoriser l'accès aux sciences à tous les publics. Les EC écrivent des articles ou participent à des interviews dans des radios comme Europe 1, à des émissions TV comme ARTE ou à des débats publics. Enfin, l'unité a sa propre chaine YouTube.

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

Aucune mention n'est faite sur des actions spécifiques à destination des jeunes filles et jeunes femmes pour leur faire découvrir les sciences. Si la création de start-ups issues des travaux de l'unité avait été remarquée et appréciée lors de la précédente évaluation, c'est un point en suspens dans la période étudiée.

# ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Depuis 2015, le LGI a choisi d'ancrer ses recherches sous une thématique commune aux quatre équipes, l'ingénierie des systèmes complexes (ISC), privilégiant de fait les approches de modélisation (ingénierie dirigée par les modèles) pour diagnostiquer, modéliser, simuler, (re) concevoir, industrialiser, évaluer, déployer, opérer et gérer la fin de vie des systèmes socio-techniques. Cinq thèmes transverses applicatifs ont été créés : « Systèmes de Santé », « Systèmes Energétiques », « Systèmes de Mobilité », « Industrie du Futur », « Économie Circulaire ». En 2018, la direction a ajouté deux nouveaux thèmes sur lesquels toutes les équipes doivent intervenir : « Systèmes de systèmes » et « Digitalisation ». Le premier thème a clairement trouvé sa place au sein des équipes comme en témoignent les dispositifs CIFRE, ANR, projets européens et chaires obtenus (10 dispositifs CIFRE sur le thème de la transition énergétique, ANR JCJC ROSCA, ANR Mindset-Clean-H2, Projet européen ULTIMO, Chaire Risque et Résilience des Systèmes Complexes qui commence en 2019 et se poursuit). Le second reste en retrait par rapport au projet de 2018 de l'équipe IC avec l'abandon d'une partie du projet portant sur la réalité virtuelle. Cependant, le comité note la volonté de l'unité de développer une activité de recherche liée à la digitalisation des processus de conception, de production et de pilotage de systèmes variés (santé, énergie, supply chain, etc.) et à l'élaboration de jumeaux numériques pour l'industrie du futur, les territoires, la chaine de valeur circulaire et les hôpitaux.

La reconnaissance de l'unité dans les réseaux nationaux et internationaux de la communauté de l'Industrial Engineering est prouvée tant sur la dimension recherche que formation.

Pour les cinq prochaines années, les équipes IC, MO et ED prévoient de maintenir leurs axes de recherche existants alors que R3 envisage une restructuration de son activité. Ainsi, les équipes vont poursuivre des recherches de type méthodologiques sur les deux thématiques de la période écoulée, « Systèmes de systèmes » et « Digitalisation » tout en explorant deux nouvelles thématiques : « Durabilité » et « Facteur humain ». Elles vont contribuer aux domaines d'application retenus par l'unité, les Systèmes de Santé, Systèmes Energétiques, Systèmes de Mobilité, Industrie du Futur, Économie Circulaire.

L'unité affiche clairement l'ambition de devenir un acteur clé sur la thématique de la durabilité en désignant cette dernière comme l'élément fédérateur devant influencer les dynamiques de recherches de toutes les équipes au cours de la prochaine période. La thématique sur le « facteur humain » apparait explicitement dans les trajectoires des quatre équipes, avec cependant moins d'ambition affichée en matière de résultats.

# RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

La prochaine période sera l'occasion de plusieurs changements organisationnels qui peuvent perturber le bon fonctionnement de l'unité : après deux mandats, le directeur va changer à la tête du LGI ainsi que les responsables d'équipes. Même s'il est annoncé que l'unité gardera le même fonctionnement, le comité recommande à la future direction de prendre ses marques et de ne pas hésiter à faire des changements. À titre d'exemple, le COLAB sous sa forme actuelle n'a jamais trouvé sa place. Il en résulte que la gouvernance de l'unité se traduit en premier lieu à l'échelle des équipes qui font remonter leurs discussions et besoins en postes à la direction de l'unité sans avoir une réelle visibilité sur les critères de décision. Une utilisation plus construite et concertée de ces deux organes semble importante à mettre en œuvre dès le début du nouveau mandat. Ce pourrait être aussi l'occasion d'engager une réflexion sur la pertinence de rester quatre équipes avec des dynamiques indépendantes dans le futur et de la remplacer par une équipe avec un cœur de recherche commun et des spécificités liées aux chaires portées par chacune des équipes.

L'unité est clairement en sous-effectifs aujourd'hui au regard de la charge en activités de recherche et en activités d'enseignement qui pèsent sur les EC. Les personnels supports ne sont pas non plus nombreux. Il serait bienvenu que les financements obtenus dans le cadre des chaires ou de futurs programmes compétitifs permettent, outre l'emploi de doctorants et postdoctorants, d'alléger les EC dans leurs missions. Le comité suggère d'envisager la définition et la mise en place d'un nouveau modèle d'affaires permettant à l'unité de disposer de fonds propres autres que la dotation d'état et de l'école. Un travail va devoir être mené en interne pour faire changer le fonctionnement indépendant des chaires, afin de permettre un financement collaboratif d'un poste, notamment d'informaticien dans le futur, *a minima*.

Le comité invite la direction à mieux se coordonner avec ses écoles doctorales de rattachement afin d'identifier les doctorants affiliés à l'unité, mais dirigés par un membre externe afin de les intégrer dans l'animation de l'unité, et de définir une politique d'affichage des affiliations des auteurs et de suivi de ces doctorants au sein de l'unité.

Le recours massif au télétravail du fait de la localisation de l'unité doit être regardé et discuté entre les équipes afin de maintenir un minimum de présentiel pour assurer une dynamique collective au niveau de l'ensemble de l'unité et non plus au niveau des équipes qui sont par ailleurs localisées deux à deux dans deux open spaces distants (équipes 1 et 4 d'un côté et 2 et 3 de l'autre) sans logique scientifique.

Les doctorants se sont emparés de la question du bien-être au travail en développant une cellule spécifique. Bien que des EC se soient impliqués dans cette cellule, Il apparait opportun de travailler à une participation accrue de ces derniers et des autres personnels.

## *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

L'unité doit poursuivre sa dynamique de développement par chaire industrielle (2 sont en cours de signature) et réponses à l'ANR (autres que JCJC) et son implication dans des comités ANR par exemple CE10 Industrie du futur. Dans l'avenir, le comité suggère, outre des participations, de développer le portage de projets, notamment européens afin de confirmer le caractère original des recherches menées au niveau européen, voire international.

Le comité recommande à l'unité d'amplifier les synergies entre les équipes afin de confirmer le caractère intégrateur et intégré d'une recherche-action interdisciplinaire et de renforcer l'adossement recherche et formation des chaires afin de mieux mettre en valeur et donc de pouvoir communiquer sur la contribution de l'unité à la formation en économie circulaire et sa contribution aux ODD, que soit par des cours et ateliers (fresque du climat) ou par l'offre de master ou de stage à laquelle elle contribue au sein de CS et de l'Université Paris-Saclay.

Une attention particulière devra être portée sur un accès facilité aux subventions et projets de l'unité aux personnels rattachés par convention.

L'unité a mis en place un processus d'accueil des doctorants notamment dans la phase de lancement de la thèse qui mériterait d'être partagé avec la communauté, par exemple sur la limitation des inégalités salariales bien connues selon la typologie de thèse et les financeurs associés.

Si l'unité est très attractive pour les doctorants et les chercheurs rattachés sous contrat, elle l'est moins pour le recrutement d'EC. Un rayonnement scientifique accru et bien inséré dans l'espace européen de la recherche par des succès à des appels à projets compétitifs pourrait y contribuer. Le comité recommande à l'unité de rendre prioritaire la réflexion autour du développement d'équipements et de compétences techniques en lien avec les besoins des équipes (data sciences, jumeaux numériques, prototypage, recyclage, etc.).

Les efforts mériteraient de porter sur le développement de la plateforme technologique qui à ce jour, du fait de son inexistence limite les perspectives d'évolution, à long terme sur des sujets en lien avec l'IA, les jumeaux numériques.

Le comité recommande donc à l'unité de poursuivre sa participation au dépôt de projets ou de réponse à des AMI permettant le financement des espaces d'innovation comme le CMA Design déposé par l'université auquel participe CS et le LGI.

Le maintien d'un site internet à jour devrait être la priorité afin de maintenir la communication en interne et assurer l'attractivité de l'unité vers l'extérieur.

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

L'unité présente une production scientifique exceptionnelle depuis plus de dix ans. Le comité ne peut qu'encourager l'unité à poursuivre cette dynamique en y incluant aussi bien les EC que les doctorants. Cependant, si tous les enseignants-chercheurs de l'unité participent à la production scientifique, les disparités entre équipes restent fortes, notamment au niveau de l'équipe IC qui affiche un ratio d'une revue/pers/an contre quatre en moyenne pour les trois autres équipes.

Le comité recommande de poursuivre le référencement de texte intégral sur HAL, bien qu'il soit aujourd'hui plus que correct (55 % sur les 3049 publications de HAL).

L'unité n'a pas à ce jour déployé de procédure particulière pour archiver les données expérimentales et les codes sources. Ce pourrait être une mission donnée à un futur recrutement d'informaticien.

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

Comme souligné précédemment, c'est dans l'ADN de l'unité d'être en interaction forte avec le monde socio-économique, les collectivités territoriales et la société civile. Le comité ne peut que soutenir ce parti pris et encourager chaque équipe de recherche à poursuivre leurs relations avec un jeu d'acteurs institutionnels ciblés.

Les EC de l'unité portent une attention toute particulière à ce que leurs recherches soient partagées notamment par un processus de vulgarisation scientifique au travers de MOOC et de SPOC à destination des étudiants de CS ou dans le cadre des projets Erasmus/Erasmus+ auxquels participe l'unité. À nouveau, le comité recommande de poursuivre cette culture du transfert de la recherche vers la formation ou vers le monde socio-économique (formation de cadres aux enjeux d'un leadership responsable et transformant par exemple). Le comité préconise d'accentuer ce processus à destination des jeunes filles et jeunes femmes afin de leur faire découvrir les sciences, car c'est un enjeu majeur aujourd'hui quand on regarde les statistiques qui ne cessent de décroitre.

La création de start-ups issues des travaux de l'unité avait été remarquée et appréciée lors de la précédente évaluation, elle mérite d'être poursuivie.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** Ingénierie de la Conception (IC)

Nom du responsable : M. François Cluzel

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le domaine de l'équipe IC est celui de l'Ingénierie de la Conception ou Design Engineering. L'équipe s'intéresse aux modèles, théories, méthodes et outils pour concevoir des produits, services, organisations ou systèmes en règle générale. L'équipe est structurée en trois axes de recherche, qui sont la conception de systèmes socio-techniques complexes, la conception de systèmes durables, et l'ingénierie de l'innovation, axe historique de l'unité.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a globalement répondu aux recommandations concernant la production de connaissances et la diversification des origines de financements : évolution d'une recherche dépendante des chaires industrielles à une recherche plus collaborative sur AAP concurrentiel au niveau national (ANR, ADEME, etc.) et international (programme européen).

L'équipe a déployé de nombreux efforts afin d'amplifier les interactions avec l'environnement non-académique et la société en général. Cependant, la structure vitrine annoncée lors de la précédente évaluation (Fablab du type Design Lab) qui permettrait de renforcer sa visibilité n'est plus d'actualité.

Comme demandé par le précédent comité, l'organisation de l'équipe a été revue afin d'assurer un ancrage des recherches, notamment des doctorants dans l'un des cinq thèmes stratégiques de l'unité.

Le précédent comité avait pointé, à juste titre, le caractère (trop) ambitieux du projet notamment du fait de l'inclusion de problématiques liées au digital (data sciences et réalité augmentée) qui éloignaient l'équipe de son cœur métier. L'équipe a recentré ses efforts uniquement sur l'aspect Data sciences.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 4 |
| Maitres de conférences et assimilés | 3 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **7** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 5 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Postdoctorants | 1 |
| Doctorants | 15 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **21** |
| **Total personnels** | **28** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

Les thématiques de l'équipe IC s'inscrivent pleinement dans les problématiques sociétales actuelles : santé, économie circulaire, innovation durable, place de l'humain dans les systèmes technologiques et la façon de les conduire avec une approche « système ». La production scientifique est de bonne qualité, dans des revues faisant référence dans le domaine (Journal of Cleaner Production, Computers in Industry, Resources, Conservation and Recycling, Technological Forecasting and Social Change). Elle reste cependant en deçà de la moyenne de l'unité.

Le comité souligne positivement la forte implication des EC et doctorants dans la participation à des congrès et des conférences (146 sur la période). Tout en ayant continué à développer ses collaborations avec le monde socio-économique grâce à des chaires partenariales, l'équipe a diversifié ses collaborations de recherches et de fait ses origines de financement (participation à des projets européens, ANR et Ademe notamment), ce qui est très positif. L'équipe a une activité à destination du monde non-académique remarquable et variée. Cependant, elle souffre d'un déficit de communication et valorisation de ce qui est fait.

Les EC de cette équipe sont sursollicités en formation et en responsabilités administratives (direction d'unité, responsabilités à l'échelle de l'université).

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est structurée autour de trois axes de recherche collaborant tous à amener une contribution système au domaine de l'ingénierie de la conception. Si l'équipe a poursuivi ses thématiques historiques « conception produit-projet » et l'ingénierie de l'innovation en général, elle a aussi investi dans de nouvelles thématiques émergentes comme l'intégration humain-systèmes, l'économie circulaire et la mobilité durable. Cet aspect est important, car si l'équipe a continué sa stratégie de chaire partenariale, elle a aussi noué de nouvelles collaborations avec des acteurs institutionnels et des collectivités territoriales qui lui permettent de diversifier ses origines de financement (ANR, projets européens). Ainsi, ce sont plus de vingt thèses qui sont soutenues par quatre chaires industrielles (Alliance CircularIT, TotalEnergies, Anthropolis, Flextech), un projet financé par l'ANR (GreenLocal 3D) et cinq projets de recherche collaboratifs EcoSD/ADEME. L'équipe contribue à deux projets européens Erasmus + (EUSL- Energy avec le Sri Lanka par exemple).

Cela lui a aussi permis d'être totalement alignée avec les trois enjeux stratégiques de CS au regard des grandes transitions écologiques, sociétales et de santé. Pour ce faire, l'équipe a rattaché en 2023 une PU-PH de l'AP-HP, titulaire d'un doctorat en Génie industriel soutenu au LGI en 2016. Le comité souligne l'implication remarquable, car volontaire de l'équipe en matière de contribution aux objectifs de développement durable tant en recherche qu'en formation (ODD 3 Santé et bien-être, 9 Industrie et Innovation, 11 Villes et Communauté durables, 12 Consommation et production responsables, 13 Changements climatiques, 17 Partenariats).

La reconnaissance de l'équipe est attestée par les nombreuses responsabilités des EC dans les réseaux et sociétés savantes du domaine (Design Society, AFIS/INCOSE, Société française de dermatologie, etc.), par les prix et distinctions reçus (Prix de thèse EcosSD/ADEME en 2023 et 2024, prix de thèse AFIS en 2023, INCOSE Fellowship en 2022), ainsi que la participation à quatre comités éditoriaux de revues (Design Science, Research in Engineering Design et International Journal of Design Creativity and Innovation). Le comité note la participation au CNU 60 et à la CTI.

L'équipe IC représente 40 % des effectifs de l'unité en matière d'enseignants-chercheurs ou équivalent. L'encadrement doctoral et postdoctoral est important : l'équipe a fait soutenir vingt doctorats et a accueilli cinq postdoctorants. De plus, une HDR a été soutenue, ce qui a renforcé la capacité d'encadrement de l'équipe.

L'adossement de l'équipe aux dispositifs d'enseignements de CS (cycle d'ingénieurs, master, Université Paris-Saclay) permet d'attirer de très bons candidats en thèse.

## Points faibles et risques liés au contexte

Bien que la production de l'équipe IC soit dans des revues qualitatives, elle est bien en deçà de la moyenne de l'unité avec une revue par an par EC contre quatre au niveau de l'unité.

Même si l'origine des financements a été diversifiée, le comité note que le portage par l'unité de projets de type européen ou ANR reste très en dessous de la capacité que pourrait avoir cette équipe au regard de sa taille. Les nombreuses responsabilités administratives et participations aux instances locales et nationales qui incombent à des EC de cette équipe ne se régulent pas depuis la dernière accréditation qui avait déjà noté ce point. Si l'on rajoute à cela la forte sollicitation en enseignements transverses au sein de CS et de l'école doctorale de rattachement, de ces mêmes personnes, le comité s'inquiète sur le risque de surcharge à la fois physique et mental des personnels.

Le choix de l'unité de ne pas financer sur fonds propres un personnel informatique a impacté l'équipe directement. La participation des chaires de l'équipe à la dynamique collective est encore au stade embryonnaire, même si le comité a noté une initiative en 2023 pour faciliter la vision des moyens financiers à disposition des membres de l'équipe selon la nature de leurs contrats.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

Pour les cinq ans à venir, l'équipe IC prévoit de maintenir ses axes de recherche existants et d'explorer de nouvelles thématiques au sein de ces axes. Elle souhaite renforcer ses activités sur les thématiques de l'économie circulaire et de l'ingénierie système.

Ainsi, l'équipe porte deux ambitions majeures, celle de poursuivre les recherches historiques sur la gestion de projets de conception de systèmes socio-techniques complexes avec une amplification de l'étude de la relation produit-projet avec des approches multidisciplinaires et une contribution significative sur le thème durabilité qui concernent deux de ses axes. L'équipe présente notamment dans sa trajectoire un axe « Conception de systèmes durables », qui est entièrement consacré à l'économie circulaire (ANR GreenLocal3D notamment) avec un lien fait avec le thème de la digitalisation (Alliance CircularIT) et à la mobilité durable (projet PHC Imhotep INFUSE France-Egypte, PEPR « solutions pour la ville durable et le bâtiment innovant »). In fine, l'équipe ambitionne de développer durant la prochaine période des approches de diagnostic et d'accompagnement systématique pour transformer une organisation ou un territoire en organisation/territoire circulaire/éco-concevant.

Le comité tient à relever le choix pertinent de l'équipe de focaliser une partie de ses travaux dans le domaine de la santé (2 dépôts de projets FHU sur la modélisation des parcours de soin et l'évaluation médico-économique, et lancement du projet MALIC sur l'éco-conception de dispositifs médicaux).

Enfin, l'équipe a choisi de poursuivre le développement de sa méthodologie d'innovation tirée par les usages : « Radical Innovation Design (RID) » qui a déjà largement montré sa pertinence au cours de la période précédente, en s'intéressant plus profondément à la digitalisation des processus et outils d'innovation, et en particulier sur l'apport très prometteur des IA génératives dans la structuration et l'alimentation du modèle de données sous-jacent à la méthodologie. De même, elle poursuivra ses travaux sur la gestion des connaissances et sur le HSI (Human-System Integration) afin d'étudier la collaboration humain-IA par le développement de représentations multi-agents basées sur des métriques de confiance, collaboration et performance opérationnelle (projet de chaire FlexTech 2).

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'initiative de 2023 permettant aux enseignants-chercheurs de l'équipe de disposer d'une vision très claire de leurs budgets de recherche et de leur ligne de « ressourcement » est à poursuivre afin de permettre et soutenir l'émergence de thématiques originales. Ce point est à consolider notamment pour financer en fonds propres des recherches originales et émergentes.

La diversification des origines de financement est à maintenir, notamment pour permettre le soutien de sujets originaux qui ne peuvent être réalisés quand la recherche est issue d'une demande industrielle.

Le lien formation-recherche est une spécificité des recherches en génie industriel. Il serait opportun de trouver un équilibre entre les différentes missions et sélectionner les initiatives qui permettraient d'assumer les deux rôles afin de réduire la pression sur les personnels fortement mobilisés sur tous les registres : enseignement, recherche et charges administratives et ce notamment en prévision des futurs départs en retraite qui auront pour conséquence de reporter la charge sur les plus jeunes.

Le comité s'interroge sur la pertinence pour l'équipe, déjà en surcharge et qui va aussi voir plusieurs départs en retraite durant la prochaine période, de s'investir dans de nouveaux sujets qu'elle ne pourra traiter qu'à la marge comme les jumeaux numériques ou la thématique intégration humain-systèmes. Sur la précédente évaluation, la même recommandation avait été faite avec justesse puisque plusieurs sujets n'ont pas été traités et sont abandonnés pour le présent dossier (utilisation de la réalité virtuelle/augmentée en phase amont du

processus d'innovation, conception de systèmes d'observation et de captation de données d'usage en milieu naturel).

**Équipe 2 :** Management des Opérations (MO)

Nom du responsable : M. Oualid Jouini

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche de l'équipe Management des Opérations (MO) se concentrent sur l'élaboration d'approches, de méthodes et d'outils pour la conception, la planification et le pilotage des systèmes de production et de distribution, couvrant à la fois les biens et les services. L'équipe axe ses travaux sur des enjeux cruciaux dans les domaines de l'industrie, la production ainsi que la gestion des chaines logistiques (supply chain). Ces enjeux incluent non seulement les produits, mais aussi des services complexes tels que la santé, la gestion des centres d'appels ou encore la gestion du trafic aérien.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait souligné que le non-renouvellement des chaires pourrait poser des défis financiers, tout en notant avec intérêt les nouveaux projets en cours. L'équipe MO s'est mobilisée pour renouveler sa chaire principale, la chaire Supply Chain, en 2019 et 2023, avec des partenaires industriels français prestigieux (Air Liquide, L'Oréal, Safran, Saint-Gobain), garantissant ainsi une stabilité financière et permettant la poursuite des projets.

Le comité avait recommandé de maintenir des publications de qualité et de renforcer les collaborations nationales et internationales. L'équipe a suivi ces recommandations en continuant à publier dans des revues internationales reconnues et en consolidant ses partenariats.

Concernant les récents départs et la délocalisation de deux professeurs associés, le comité avait insisté sur la nécessité d'adapter l'organisation de l'équipe. Celle-ci a réagi en maintenant une animation scientifique régulière (réunions mensuelles, séminaires de recherche bimensuels, aide à la rédaction d'articles) et en favorisant la collaboration sur des projets communs. Les professeurs associés délocalisés participent activement en venant une fois par mois.

Le comité jugeait crucial de rétablir le potentiel de l'équipe en gestion des opérations. Bien que reconnue, la situation reste fragilisée par les départs, augmentant les défis à relever.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 2 |
| Maitres de conférences et assimilés | 0 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **2** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 2 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Postdoctorants | 3 |
| Doctorants | 11 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **16** |
| **Total personnels** | **18** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MO, reconnue pour son excellence scientifique et ses collaborations industrielles stratégiques, a su s'imposer comme un acteur clé dans le domaine du management des opérations. Forte de publications dans des revues de renom (Computers & Industrial Engineering, Computers in Industry, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, etc.) et de sa forte participation à des projets de recherche financés à hauteur de plusieurs millions d'euros, elle est également impliquée dans des projets financés par l'ANR et des partenariats industriels innovants.

Le comité a fortement apprécié que, en dépit d'une réduction récente de ses effectifs, l'équipe soit restée et reste déterminée à poursuivre ses travaux de pointe. Le comité ne peut que soutenir son ambition de maintenir son leadership en s'appuyant sur la qualité de ses recherches, sa capacité à attirer des financements compétitifs et son rayonnement académique et professionnel.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe MO possède une expertise reconnue dans le supply chain management et le management des opérations de biens et services. Elle mobilise des outils variés, comme l'optimisation, la simulation, la théorie des jeux et le data analytics, appliqués à des problématiques clés de ces domaines. Cette maitrise est validée par de nombreuses publications dans des revues renommées et des distinctions prestigieuses (Best Poster Award [ICORES, 2023], Master Thesis Award [IEOM, 2021], OpenHealth Institute Award [2019] sur l'amélioration des flux patients à l'hôpital, IBM Faculty Award [2017/2018] pour un projet sur les traumatismes sévères).

Les recherches de l'équipe se concentrent sur le développement de modèles d'aide à la décision, prenant en compte les aspects environnementaux, tels que la conception et la réorganisation des réseaux logistiques, ainsi que la mutualisation des flux. L'intelligence artificielle et le data analytics sont employés pour résoudre des problèmes complexes dans la logistique, la santé et l'e-commerce. L'équipe explore des solutions innovantes pour optimiser la logistique urbaine, réduire les congestions et minimiser l'impact environnemental.

Dans le secteur de la santé, elle développe des outils pour améliorer la qualité des soins et la satisfaction du personnel en optimisant les parcours patients et la gestion des flux hospitaliers. Les recherches de l'équipe, enrichies par des collaborations pluridisciplinaires, génèrent des innovations à la croisée des disciplines.

Entre 2018 et 2023, l'équipe a publié 119 articles dans des revues indexées JCR, cinq chapitres d'ouvrages et 102 articles en conférences internationales. Cela illustre la résilience et la qualité exceptionnelle du travail accompli par l'équipe. Le renouvellement de la chaire Supply Chain témoigne de la confiance des partenaires industriels, d'autant plus remarquables dans un contexte de sous-effectif. L'équipe bénéficie également de deux financements ANR, renforçant ainsi sa capacité à mener des projets de recherche ambitieux et innovants. Les projets ANR Ecofresh Chain et ANR RHU REMISSION illustrent des collaborations pluridisciplinaires. Dans Ecofresh Chain, l'équipe apporte son expertise en complément de domaines variés tels que le génie des procédés, les sciences des aliments et des matériaux, ainsi que la sociologie du consommateur. Dans RHU REMISSION, elle intervient aux côtés d'experts en oncologie, bases de données, statistiques et supply chain.

L'équipe s'investit dans l'enseignement avec des responsabilités pédagogiques importantes. Elle coordonne plusieurs programmes prestigieux, dont la mention SCOM (70 élèves), le pôle projet Supply Chain & Operations (80 élèves), et le Master Ingénierie des Systèmes Complexes (300 élèves par an). Elle assure aussi la responsabilité des cours de supply chain du Mastère spécialisé MIPSC et des programmes de formation exécutive en supply chain à CentraleSupélec.

L'équipe joue un rôle majeur dans la formation doctorale, coordonnant la formation pour la Graduate School d'ingénierie (900 doctorants) et la formation doctorale en IA (4500 doctorants). Vingt thèses ont été soutenues au cours de la période avec une durée moyenne de trois ans et demi.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe MO fait actuellement face à plusieurs défis. Le premier d'entre eux, et de loin le plus important, est lié au sous-effectif auquel elle est confrontée. Cette insuffisance de ressources humaines limite sa capacité à conduire des projets d'envergure et à maintenir un rythme soutenu en matière de production scientifique et d'enseignement.

De même, les collaborations pluridisciplinaires, indispensables dans le contexte actuel, représentent un autre défi. La coordination avec des experts issus de différents domaines requiert des efforts supplémentaires pour aligner les objectifs et harmoniser les méthodes de travail.

L'équipe a identifié plusieurs défis majeurs, notamment la transition écologique, les évolutions sociétales et technologiques dans le management des opérations, ainsi que la gestion des urgences et la coordination des soins en santé. Bien que cette diversité thématique soit une force, elle comporte un risque de dispersion des efforts si des axes stratégiques ne sont pas définis.

### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe MO traverse une phase de transition marquée par des départs importants et une réorganisation stratégique de ses thèmes de recherche. Les récents départs de plusieurs membres ont creusé un vide considérable dans l'effectif, mettant à mal sa stabilité. Le décès d'un EC, pilier historique de l'équipe, a accentué cette crise de sous-effectif, créant une forte pression sur ses membres actuels pour maintenir les nombreuses activités de recherche et d'enseignement.

En réaction, l'équipe s'efforce de se réorganiser autour de ses deux membres permanents et deux membres rattachés. Un poste de maitre de conférences contractuel en supply chain a été ouvert, et l'équipe souhaite renforcer ses compétences par le recrutement d'un maitre de conférences et d'un professeur plus expérimenté en management des opérations.

Ce renforcement des ressources est crucial pour soutenir l'équipe et la stratégie qu'elle vise à mettre en œuvre qui est celui de se concentrer sur ses deux thématiques phares liées à la supply chain et aux services, deux secteurs clés pour répondre aux défis économiques actuels. L'objectif est non seulement de compenser les départs, mais aussi d'assurer sa position avérée dans ces domaines en pleine expansion, maintenant ainsi sa pérennité et sa visibilité.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Pour redynamiser l'équipe MO et relever les défis actuels, plusieurs actions stratégiques sont nécessaires. Tout d'abord, le recrutement est crucial pour éviter une situation de sous-effectif qui compromettrait ses activités. Sans ces renforts, l'équipe risque de ne plus pouvoir assurer ses missions actuelles et futures. Il est aussi essentiel de favoriser des collaborations académiques et industrielles, afin d'attirer des talents externes et d'augmenter la visibilité de l'équipe.

Afin de minimiser l'impact de l'intégration des nouveaux recrutés sur la productivité de l'équipe, il serait judicieux de mettre en place un plan d'accueil structuré, incluant des formations spécifiques, un mentorat et une répartition progressive des responsabilités.

Le développement de partenariats interdisciplinaires est également primordial. Renforcer les collaborations avec d'autres équipes du LGI ou avec des unités externes pourrait ouvrir la voie à des projets de recherche communs et innovants.

Par ailleurs, l'attractivité pour les doctorants doit être renforcée. La réouverture du Master recherche, piloté par l'équipe, ainsi que la création de nouveaux programmes autour de thématiques actuelles comme la digitalisation et la durabilité des opérations offriraient un vivier de jeunes talents. En complément, la mise en place de bourses et de partenariats avec des entreprises permettrait de recruter de jeunes chercheurs talentueux, contribuant ainsi à la revitalisation et à la stabilité de l'équipe. Ces actions renforceraient le dynamisme de l'équipe MO et lui permettraient de rester compétitive dans des secteurs en pleine évolution.

Pour maintenir une expertise spécialisée tout en proposant des innovations pertinentes, l'équipe pourrait établir des priorités claires en fonction de l'impact stratégique de chaque sujet, et favoriser des collaborations internes et externes pour mutualiser les compétences et enrichir ses approches méthodologiques.

**Équipe 3 :** Risks, Reliability and Resilience (R3)

Nom du responsable : Mme Anne Barros

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les travaux de recherche de l'équipe R3 sont des contributions dans le domaine de la sureté de fonctionnement et de la recherche opérationnelle. L'équipe est structurée en trois axes : 1/ Modélisation des systèmes complexes et Optimisation de la résilience qui comprend trois sous-axes ; 2/ Maintenance prédictive, pronostic et management de la santé, décomposé en deux sous-axes ; et 3/ Systèmes de santé, risque et facteur humain, nouvel axe créé en 2023.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Plusieurs faits marquants montrent que l'équipe a pris en considération les recommandations ou des points de vigilance du précédent rapport :
– Concernant le risque de perte de financement des chaires industrielles : la chaire Risques et Résilience des Systèmes Complexes, a été renouvelée en 2024 et inclut deux partenaires industriels supplémentaires.
– Concernant la politique incitative de soutien et de préparation à l'HDR et la direction des thèses : deux HDR ont été soutenues dans la période et l'encadrement des thèses est mieux réparti entre les membres de l'équipe.
– Concernant le budget fortement dépendant de la poursuite des chaires industrielles : l'équipe porte quatre projets nationaux (3 projets financés par l'ANR JCJC, 1 projet financé par l'AMI PEPR TASE) et participe à un projet européen (Doctoral Network MCSA).
– Concernant la diversité des interactions avec le monde non-académique : en complément des interactions avec les partenaires industriels de la chaire RRSC, quatre financements sous dispositifs CIFRE ont été obtenus.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 3 |
| Maitres de conférences et assimilés | 2 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **5** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 1 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Postdoctorants | 0 |
| Doctorants | 11 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **12** |
| **Total personnels** | **17** |

# ÉVALUATION

## Appréciation générale sur l'équipe

L'activité de l'équipe est remarquable et dynamique sur le plan des publications (147 articles de revue sur la période dont 60 en 2018 et pour lesquels les auteurs sont des membres permanents de l'équipe) et des projets financés sur appels à projets nationaux. Le taux de publication entre les membres permanents est hétérogène. L'autonomie financière de l'équipe est excellente. Celle-ci gère un budget de plus de neuf millions d'euros, la majorité provenant à 70 % de la chaire Risques et Résilience des Systèmes Complexes (RRSC).

## Points forts et possibilités liées au contexte

Le taux de publication est remarquable avec un nombre de publications exceptionnel en 2018 (60 publications), et un total de 4,9 publications/an/EC. Les membres de l'équipe publient dans des revues internationales de qualité (par exemple, IEEE Transactions on Industrial Informatics, Reliability Engineering and System Safety, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Expert Systems with Applications, Applied Soft Computing, European Journal of Operational Research, Safety science).

Trois membres permanents sont régulièrement invités dans des manifestations internationales pour des conférences en session plénière (PHMChina 2019 ; MIMAR 2021 ; IEEE ICSRS 2021, 2022, 2023 ; ESREL 2023).

L'équipe a une autonomie financière permettant le financement et l'accompagnement de thèses de doctorat (par exemple 4 dispositifs CIFRE, 3 doctorants sur chaire industrielle, 5 doctorants sur financement ANR). Elle a obtenu le renouvellement d'une chaire industrielle qu'elle dirige et qui lui permet d'accroitre ses interactions entre le milieu industriel et les travaux de recherche qu'elle mène. Elle est porteuse de trois projets financés par l'ANR JCJC (RoSCaResilience 2022-2026, DFT 2022-2026, ReSuSpace 2023-2027) et un projet financé par l'AMI PEPR.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe est structurée en trois axes principaux et cinq sous-axes. Il y a un risque de dispersion thématique vu la taille de l'équipe.

Le 3e axe est récent et a été créé avec l'arrivée d'un nouveau membre dont les recherches peuvent être marginales par rapport à celles menées dans les deux premiers axes.

Le taux de publication dans des revues internationales entre les membres de l'équipe est très variable (même si le temps de présence dans l'unité est lui-même variable), avec jusqu'à 106 articles pour un seul EC.

L'implication de cinq membres de l'équipe dans la mention ORRA du cursus CentraleSupélec risque d'augmenter la charge de travail.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le comité tient à souligner la qualité et la pertinence du projet présenté et ce pour plusieurs raisons : l'équipe a pris la décision de diversifier les sources de financements de thèse qui reposent principalement sur la chaire RRSC pour les cinq années à venir, mais aussi sur plusieurs projets financés (ANR JCJC, ANR PEPR PowDev, ITN MSCA Training42Phase, Future Cities Lab). Le projet prévoit également le financement de dispositifs CIFRE par les partenaires industriels de cette chaire. En ce sens, elle a annulé toute potentielle dépendance à un seul financeur.

L'équipe prévoit aussi d'améliorer son mode de gouvernance. Elle a décidé d'organiser une réunion hebdomadaire pour aborder plusieurs points : suivi des doctorants, stratégie de recherche, séminaire de partage de connaissance, vie d'équipe. Outre les activités de recherche, les membres de l'équipe seront fortement impliqués dans la nouvelle mention ORRA (Operations Research and Risk Analytics) en 3e année d'ingénieur.

Les trois axes de recherche du projet sont parfaitement alignés avec les compétences et financements détenus par l'équipe : 1/ modélisation des systèmes pour les risques, la résilience et la fiabilité, 2/ aide à la décision pour les risques, la résilience et la fiabilité et 3/ enjeux sociétaux. Ce troisième axe est redondant avec les orientations

de deux premiers sur par exemple la résilience, la gestion de crise ou les principes de l'industrie du futur, et relatifs aux domaines d'application.

Enfin, la trajectoire de l'équipe vise l'intégration des nouveaux membres de l'équipe (2 nouveaux membres en 2023) afin d'exploiter au mieux les compétences de tous les membres et de ne plus se limiter aux ressources issues de la chaire industrielle. Cette intégration est portée par les différents projets financés par l'ANR JCJC des nouveaux membres. Le comité ne peut que soutenir cette démarche qui de fait va limiter les risques en matière de compétences nécessaires pour assurer les thématiques de l'équipe, car portées par des titulaires d'ANR JCJC.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe devra être vigilante sur l'intégration des nouveaux membres en matière d'implication dans les axes de recherche, dans la rédaction de publications communes dans des revues internationales relevant des communautés scientifiques des 27e et 61e section du CNU, et dans l'équilibre du taux de publication entre ses membres.

L'équipe devra renforcer sa visibilité et son rayonnement au sein de communautés scientifiques telles que « Resilience Engineering » ou « System of Systems » en lien avec ses thématiques et projets de recherche. Le comité l'encourage vivement à prendre des responsabilités dans les sociétés savantes ou groupes de recherche dont elle est membre (e.g., SAGIP, IMDR, ESRA), ce qui renforcera ses capacités d'animation de la recherche sur le plan national et sur le plan international.

Le comité recommande de veiller à la charge de travail des membres de l'équipe au regard des différents projets de recherche et d'enseignement portés par l'équipe et des responsabilités administratives actuelles ou à venir.

**Équipe 4 :** Économie Durable (ED)

Nom du responsable : M. Pascal da Costa

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ED développe ses activités autour de trois axes : économie et gestion de l'innovation ; économie et gestion de la mobilité durable ; économie et gestion des systèmes énergétiques décarbonés. Les travaux menés s'inscrivent dans les domaines des sciences économiques et de gestion, avec une ouverture particulière aux sciences de l'ingénieur. La question des impacts des innovations et du progrès technique (aussi bien au niveau microéconomique qu'au niveau sectoriel) est au cœur des recherches, avec un accent sur les éco-innovations et la transition écologique, pour deux secteurs clés de la mobilité et de l'énergie.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe ED, évaluée en 2018 alors qu'elle était relativement jeune, a particulièrement bien répondu aux recommandations, notamment « une augmentation des publications de rang A et du nombre de thèses ». La montée en puissance et en compétence de l'équipe par des promotions et recrutements de PR a permis un accroissement du nombre de doctorants par HDR (3,7) et une progression significative de la qualité des publications dans le domaine de l'économie de l'énergie. L'évolution de l'équipe est remarquable et répond à toutes les attentes du précédent rapport.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

| Catégories de personnel | Effectifs |
|---|---|
| Professeurs et assimilés | 3 |
| Maitres de conférences et assimilés | 1 |
| Directeurs de recherche et assimilés | 0 |
| Chargés de recherche et assimilés | 0 |
| Personnels d'appui à la recherche | 0 |
| **Sous-total personnels permanents en activité** | **4** |
| Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés | 3 |
| Personnels d'appui non permanents | 0 |
| Postdoctorants | 3 |
| Doctorants | 19 |
| **Sous-total personnels non permanents en activité** | **25** |
| **Total personnels** | **29** |

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe ED a connu une évolution très positive avec une production scientifique de qualité exceptionnelle (revues de premier rang mondial comme Energy Journal, Energy Policy ou Energy Economics) et une activité soutenue de partenariats riches sur des thématiques qui sont au centre des préoccupations sociétales (mobilité décarbonée, innovation dans les systèmes énergétiques, etc.). L'insertion de l'équipe dans le contexte local est un atout majeur, aussi bien au niveau pédagogique qu'au niveau des collaborations scientifiques. L'équipe s'investit avec succès dans des activités de rayonnement au niveau international avec l'organisation de manifestations majeures dans le domaine de l'économie de l'énergie (IAEE 2021) ou la participation à des comités éditoriaux de revue de tout premier rang.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de recherche — innovations/énergie/mobilité — sont particulièrement porteuses de projets et correspondent aux grands enjeux des sociétés industrielles. Elles rejoignent en cela les thèmes transverses du LGI et les enjeux stratégiques de CS.

L'équipe ED est reconnue au niveau national et au niveau international pour ses travaux originaux à l'interface entre les SHS et les sciences de l'ingénieur dans le domaine de l'énergie, avec une forte prégnance des outils formalisés de l'économie, tout en gardant des approches qualitatives. Avec des personnels quasi exclusivement de rang A, les capacités d'encadrement de doctorants et de coordination de programme de recherche (3 chaires — comme la Chaire Armand Peugeot, 2 projets européens — comme le Projet ULTIMO, des partenariats industriels et académiques) ont connu une forte progression au cours de la période d'évaluation. L'insertion dans des réseaux industriels liés à CS et les chaires développées par l'équipe permet à ses membres de bénéficier de terrains souvent très recherchés par les SHS.

La reconnaissance scientifique est très remarquable avec des publications (89 publications dans la période, soit 2,12 publications par EC et par an), dont certaines dans les meilleures revues du domaine (comme Energy, Energy Policy ou Ecological Economics), d'autant plus que les EC de l'équipe sont également très impliqués dans les activités pédagogiques. De manière générale, l'équipe a tiré profit de la proximité méthodologique et thématique des autres équipes du LGI non SHS pour confirmer sa spécificité dans le paysage français et européen de la recherche.

## Points faibles et risques liés au contexte

La place importante des activités partenariales avec le monde socio-économique (chaires, dispositifs CIFRE, etc.) laisse peu de place aux participations à des programmes de recherche publique (comme les PEPR). Même si les finalités scientifiques dans ces partenariats restent sous contrôle des EC de l'équipe, le financement hors partenariat industriel ne peut qu'accroitre la visibilité et la contribution de l'équipe aux débats de politique publique.

Le dynamisme de l'équipe ED à tous les niveaux de la vie scientifique (attractivité, implication pédagogique, production scientifique, inscription dans la société) semble atteindre ses limites compte tenu des effectifs de l'équipe. Si les promotions au rang PU ou équivalent de l'équipe pendant la période sont une preuve de la qualité du travail accompli, on peut noter que des recrutements de jeunes EC vont être plus difficiles à l'avenir, nécessitant *in fine* de « freiner » le dynamisme actuel au risque d'une saturation de l'équipe.

Le devenir des doctorants est principalement lié à l'industrie ou aux services, avec seulement deux jeunes MCF sur les 22 doctorants de la période (et 3 autres en postdoctorats qui se destinent à une carrière d'EC). Ceci est certainement lié à la nature et au contexte des recherches à fort partenariat dans les écoles, mais on peut regretter que l'originalité de la formation doctorale du LGI (ingénieur-économiste) ne se retrouve pas dans les établissements d'enseignement supérieur par des carrières académiques.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe ED est très satisfaisante avec notamment une consolidation de l'équipe durant le quinquennat et une stratégie de stabilisation des effectifs claire pour les années à venir (une quarantaine de membres). La recherche d'une production scientifique de haute qualité (revues académiques, activités éditoriales, organisations scientifiques internationales, etc.) est confirmée et reste un objectif important pour l'équipe. L'insertion dans les activités scientifiques et pédagogiques du site est confirmée avec une volonté de profiter de l'attractivité de l'Université Paris-Saclay, aussi bien au niveau des partenariats avec les entreprises du site qu'au niveau des formations (notamment dans deux Schools Paris-Saclay et deux écoles doctorales).

Au niveau des thématiques scientifiques, les orientations actuelles sont maintenues, tout en évoquant une évolution vers des thématiques en lien avec le vivant et la santé. Après avoir doublé le nombre de doctorants, associé trois chercheurs HDR supplémentaires, ainsi qu'une augmentation du nombre de post-doctorants internationaux, l'équipe souhaite stabiliser les effectifs. De nombreuses sollicitations industrielles et de projets de recherche sont programmés dans les années à venir, confirmant ainsi l'attractivité de l'équipe au sein de l'Université Paris-Saclay et la qualité du projet présenté.

Le comité attire cependant l'attention sur les investissements nécessaires pour les membres l'équipe dans la thématique du vivant et de la santé si cette évolution devait se confirmer. Cette thématique est relativement éloignée des compétences actuelles et risque de détourner un temps précieux pour des résultats incertains.

# RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de veiller à la répartition de la charge de travail des membres de l'équipe entre les activités partenariales et les projets de recherche institutionnelle ou d'enseignement. Une meilleure répartition devrait permettre ainsi à l'équipe de participer à des programmes nationaux à forte visibilité.

De plus, le comité appelle à une vigilance dans le développement de la thématique du vivant et de la santé tant sur les investissements à mettre en œuvre que sur les compétences nouvelles à trouver et à intégrer à l'équipe.

# DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

## DATE

**Début :** 11 décembre 2024 à 8 h

**Fin :** 11 décembre 2024 à 18 h

**Entretiens réalisés en hybride : deux experts en présentiel (L. Morel et S. Lamouri) et deux experts à distance.**

## PROGRAMME DES ENTRETIENS

| | |
|---|---|
| 8 h - 8 h 15 | présentation de l'évaluation par conseillère scientifique |
| 8 h 15 - 9 h 15 | Bilan de l'unité (Présentation 30 mn + 30 mn de discussion) |
| 9 h 15 - 10 h 45 | présentation des équipes (10 min de présentation — 10 min de question par équipe) :<br>– IC : 9 h 15 - 9 h 35<br>– MO : 9 h 35 - 9 h 55<br>– R3 : 9 h 55 - 10 h 15<br>– ED : 10 h 15 - 10 h 35 |
| 10 h 45 - 11 h 15 | pause |
| 11 h 15 - 12 h | Trajectoire de l'unité (présentation 20 min + 25 min discussion) |
| 12 h - 13 h | repas/buffet-discussion autour de posters |
| 13 h - 13 h 30 | réunion du comité à huis clos |
| 13 h 30 - 14 h 5 | entretien avec les chercheurs/EC |
| 14 h 5 - 14 h 25 | entretien avec les PAR |
| 14 h 25 - 15 h | entretien avec les doctorants |
| 15 h - 15 h 20 | pause |
| 15 h 20 - 15 h 50 | entretien avec la tutelle |
| 15 h 50 - 16 h 20 | entretien avec la direction de l'unité (actuelle et à venir) |
| 16 h 20 - 17 h | débriefing du comité à huis clos |

# OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

L'établissement responsable du dépôt, également responsable de la coordination de la réponse pour l'ensemble des tutelles de l'unité de recherche, n'a pas déposé d'observations de portée générale.

Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : 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**

Évaluation • Recherche • Enseignement supérieur
Hcéres

19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00