

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LINEACT - Laboratoire d'innovation numérique  
pour les entreprises et les apprentissages au  
service de la compétitivité des territoires

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET  
ORGANISMES :

CESI

---

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

Rapport publié le 05/06/2024



Au nom du comité d'experts :

Frédéric Kratz, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

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

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

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

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

**Président :** M. Frédéric Kratz, Institut national des sciences appliquées Centre-Val de Loire, Bourges

**Experts :** Mme Hind Bril El Haouzi, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy  
Mme Pascale Desrumaux, Université de Lille, Villeneuve-d'Ascq  
M. Brice Isableu, AMU - Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence  
Mme Laetitia Jourdan-Vermeulen, Université de Lille, Villeneuve-d'Ascq  
M. Christophe Plot, Nantes Université, Carquefou  
M. Bruno Vallespir, Université de Bordeaux, Talence  
M. Marc Zolghadri, SUPMECA, Saint-Ouen

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Catherine Berrut

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

M. Jean-Louis Allard, CESI  
M. Vincent Cohas, CESI  
Mme Sophie Crespy, CESI

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire d'Innovation Numérique pour les Entreprises et les Apprentissages au service des Territoires
- Acronyme : LINEACT
- Label et numéro : UR 7527
- Nombre d'équipes : 2 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Bélahcène Mazari, directeur CESI LINEACT

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication - STIC

ST5 : Sciences pour l'ingénieur

SHS4 : L'esprit humain et sa complexité

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le LINEACT est organisé en deux équipes :

- l'équipe 1 AI pour « Apprendre et Innover » (relevant principalement des Sciences cognitives, Sciences sociales et des Sciences de Gestion) dont l'objectif est de produire des connaissances sur les écosystèmes d'apprentissage et d'innovation pour une expérience et un développement responsable des individus, des organisations et des territoires.
- l'équipe 2 ION pour « Ingénierie et Outils Numériques » (relevant des Sciences du numérique, du Génie Industriel et des Sciences de l'ingénieur) structurée en trois thématiques : Modélisation, architecture et décisions des systèmes cyberphysiques ; Digitalisation des interactions, environnements et processus ; Gestion énergétique - Conforts et Santé dans le bâtiment.

Les deux équipes développent et croisent leurs recherches dans deux domaines applicatifs : l'Industrie du Futur et la Ville du Futur.

Les enjeux scientifiques traités par le LINEACT trouvent leurs sources dans l'adossement des formations et des pédagogies actives de CESI ainsi que dans l'accompagnement des entreprises proches de CESI. Les actions de recherche sont orientées recherche appliquée, proche du besoin des entreprises, en partenariat avec celles-ci. L'approche proposée est une recherche transversale mettant l'humain, ses besoins et ses usages, au centre de la recherche et des problématiques traitées.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LINEACT a été créé en 2016 dans sa forme actuelle, suite au regroupement de trois laboratoires propres du CESI. Si le LINEACT est officiellement basé à Paris La Défense, siège social de CESI, la recherche se décline sur l'ensemble de ses six régions (Région Nord-Ouest, Région Île-de-France, Région Est, Région Sud-Ouest, Région Ouest, Région Sud Est) et 23 campus.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le personnel de l'unité est exclusivement composé d'enseignants-chercheurs contractuels car la tutelle CESI ECOLE est une association de droit privé. CESI ECOLE est membre de HESAM Université, qui porte l'École Doctorale Sciences des Métiers de l'Ingénieur (SMI, ED 432) où sont inscrits les doctorants du LINEACT.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	0

Personnels d'appui à la recherche	16
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>22</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	65
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	47
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>113</b>
<b>Total personnels</b>	<b>135</b>

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

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
CESI	0	6	16
<b>Total personnels</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>16</b>

## AVIS GLOBAL

Le LINEACT est une jeune unité en cours de structuration qui connaît une dynamique très positive. Il se particularise par une dispersion géographique très forte sur 23 campus sur le territoire national. L'unité se construit actuellement une identité scientifique en s'impliquant dans un très grand nombre de projets de recherche.

La production scientifique est globalement très bonne, voire exceptionnelle pour l'équipe « Apprendre et Innover ». Cette production a gagné en quantité et en qualité, mais reste cependant très inégalement répartie entre les enseignants-chercheurs (EC) de l'unité. Bien qu'ayant eu sept séjours internationaux pendant la période, le rayonnement de l'unité est essentiellement national et reste limité à quelques invitations d'EC dans des conférences ou à de courts séjours à l'étranger.

L'équipe « Apprendre et Innover » développe une recherche de très bon niveau répondant aux besoins et usages en technologies numériques dans la formation des ingénieurs CESI et dans les pratiques d'ingénierie des entreprises partenaires, et également à la créativité (innovation/adoption) mise au service des lieux de formation et des organisations. Elle a une excellente implication dans la diffusion de la connaissance illustrée par la publication d'un guide pratique de l'alternance à destination de tout public. Les interactions de l'équipe avec les milieux socio-économiques sont également excellentes, avec en particulier, les dépôts de six brevets, la chaire CESI-AVELIS et les différentes publications de normes.

L'équipe « Ingénierie et Outils Numériques » développe une recherche de très bonne qualité qui s'inscrit dans les domaines applicatifs de l'Industrie du futur, la Ville du futur et les services numériques. Elle dispose des plateformes « usine du futur » et « bâtiment du futur » de l'établissement, ce qui constitue une situation extrêmement favorable. Son implication avec les milieux socio-économiques (par le biais de prestations ou de contrats de R&D, de thèse en convention Cifre, chaire Industrielles) est très bonne. L'équipe a une bonne attractivité attestée par le recrutement de nombreux doctorants ayant fait leur master à l'extérieur du CESI et à l'étranger. Son implication dans la diffusion de la connaissance est en retrait.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

De manière générale, l'unité a répondu aux recommandations du précédent rapport d'évaluation, toutefois sur certains points, la prise en compte de ces recommandations peut encore progresser, par exemple, le nombre de soutenances d'Habilitation à Diriger des Recherches.

Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

*R1 : « Les indicateurs de rayonnement et de production scientifique sont très inégaux entre les EC. Les chercheurs les moins actifs doivent être accompagnés de manière à les amener à une activité de recherche plus soutenue. ».* Le laboratoire a mis en place une action spécifique (définition claire et priorisée des objectifs de production) dont un des buts est d'accompagner ses membres non-publiants. Le comité encourage à poursuivre cette politique de manière à permettre à plus de membres un retour à la publication.

*R2 : « Une politique d'incitation des chercheurs et des doctorants à publier dans des journaux et conférences de qualité doit être mise en place. ».* L'action citée ci-dessus définit les cibles de publication tant en qualité qu'en quantité. Le comité a constaté une augmentation, pendant la période concernée, des publications dans des revues sélectives qui font référence dans leur domaine.

*R3 : « Les EC seniors doivent être incités à soutenir une Habilitation à Diriger des Recherches en étant accompagnés pour cela par l'unité à travers une politique incitative. ».* Une action spécifique, accompagnement vers le passage de l'HDR, a été mise en place et quatre Habilitations à Diriger des Recherches ont été soutenues dans la période.

*R4 : « Il est nécessaire que l'unité établisse de fortes relations pérennes avec un petit nombre d'unités de recherche d'excellence sur chacun de ses sites, plutôt que de multiples collaborations ponctuelles d'opportunité. ».* Le laboratoire a recentré ses relations sur une douzaine d'unités en France et quatre pays à l'international.

*R5 : « L'intégration forte de l'unité dans des ED doit être l'un de ses objectifs vitaux à court terme. Actuellement, la stratégie de l'unité est d'adhérer à de multiples ED de site (plus d'une dizaine à l'heure actuelle), avec comme schéma directeur la carte de ses implantations nationales. Une autre stratégie consisterait à privilégier un nombre beaucoup plus réduit d'ED (par exemple une par région) disposées à accueillir en son sein des EC et des doctorants répartis sur plusieurs sites. Le comité encourage l'unité à étudier cette solution alternative qui lui permettrait sans doute de développer des relations plus profondes et plus pérennes avec un plus petit nombre d'ED ».* Cette recommandation a été suivie puisque membre fondateur de l'HESAM Université, le laboratoire est membre de l'École Doctorale Sciences des Métiers de l'Ingénieur - ED 432 (ED SMI) où tous les doctorants sont inscrits.

*R6 : « Il convient de veiller à ce que le choix des thématiques de recherche traitées au sein de l'unité ne soit pas trop souvent guidé par les contextes applicatifs ou les opportunités contractuelles, mais bien par le projet scientifique de l'unité. ».* La réponse à cette recommandation se trouve dans deux actions définies par le laboratoire et sur lesquelles repose sa politique scientifique : axe 2 une recherche avec et pour la société et axe 3 une recherche appliquée et intégratrice à la frontière des mondes numériques et physiques au service des spécificités territoriales.

*R7 : « Le rayonnement de l'unité est pour l'essentiel limité à l'invitation de quelques EC dans des conférences et colloques. Le comité encourage vivement l'unité à développer des collaborations internationales dans les axes d'excellence qu'elle se propose de privilégier. ».* La réponse à cette recommandation rejoint la recommandation R4 ci-dessus, où quelques pays et établissements sont ciblés pour les collaborations. Les premiers résultats sont encourageants et à intensifier, collaborations dans le cadre de projets européens et codirections voire cotutelles à l'international.

Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'unité

*R1 : « La répartition géographique de l'unité risque d'amplifier le risque de dispersion thématique des recherches. La direction de l'unité doit être vigilante sur ce point. ».* Cette remarque a été prise en compte que très partiellement par le laboratoire. En effet, le nombre de personnels a augmenté pendant cette période d'évaluation et l'unité est passée de trois thèmes au niveau de l'équipe ION à huit thèmes.

R2 : « La constitution actuelle du conseil scientifique semble à la fois pléthorique et trop disparate pour qu'il soit à même de jouer efficacement son rôle. Notamment, on ne peut attendre d'un conseil dont la compétence des membres couvre un tel périmètre qu'il puisse aider l'unité à conduire la démarche de resserrement thématique que le comité d'expert lui conseille de mettre en place. ». Le DAE et les entretiens n'ont pas permis de savoir si cette recommandation a été suivie ou non : confusion entre le CS de l'établissement et celui de l'unité.

R3 : « L'augmentation générale du nombre de personnels, en particulier d'appui à la recherche, doit être accompagnée par la mise en place d'une politique pluriannuelle de ressources humaines veillant à optimiser leur répartition, tant sur le plan thématique que géographique, qui soit conforme aux attentes. ».

Le comité a constaté avec satisfaction la mise en place, par les ressources humaines, d'une politique efficiente de suivi du personnel d'appui à la recherche au travers, entre autres des entretiens annuels et entretiens professionnels ainsi que la mise en place d'une cellule de prévention et d'écoute sur les RPS (Risques psychosociaux).

R4 : « Le comité recommande la mise en place au sein de l'unité d'une démarche qualité et d'une politique de sûreté d'accès et de sauvegarde des données stratégiques pour le bon fonctionnement de l'unité (productions logicielles, développements, productions numériques, archivage). Ces missions pourraient apparaître clairement dans la fiche de poste d'un des personnels d'appui à la recherche. Cette mission pourrait être couplée avec une action hygiène et sécurité, prévention des RPS, en particulier au niveau du FABLAB avec une production de documents d'évaluation des risques. ». Cette remarque n'est pas encore prise en compte par le laboratoire, les aspects démarche qualité sont présents dans la trajectoire future de l'unité.

Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

R1 : « Le projet scientifique de l'unité doit être précisé dans ses contours, dans ses objectifs scientifiques et dans son positionnement international. Il est par ailleurs indispensable de limiter la dispersion des thèmes de recherche à aborder que le projet risque d'engendrer. »

R2 : Il conviendra de veiller à ce que la croissance rapide programmée de l'unité soit maîtrisée. En particulier, il faudra veiller au bon choix des profils recherche des futurs recrutements. Il paraît également important que le recrutement massif de jeunes chercheurs soit combiné avec le recrutement, ponctuel et géographiquement réparti dans les différentes centres de l'unité, de chercheurs confirmés, dont l'expérience sera indispensable à la conduite des projets et à l'encadrement des doctorants. »

Ces deux recommandations ont été bien prises en compte, en gardant deux équipes avec des thématiques resserrées, pour la recommandation R1 et par le recrutement de quatre EC possédant l'HDR pour la recommandation R2.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

Les objectifs scientifiques des deux thèmes de l'unité sont imposés par les demandes liées à la formation délivrée par le CESI tant sur les pratiques d'apprentissage que sur les évolutions des contenus pédagogiques. L'émergence d'un nouveau thème se fait par opportunisme suivant les demandes de formation des entreprises partenaires ou, voire dans certains cas, suivant le recrutement d'un nouvel EC. Ceci représente un risque pour la cohérence scientifique de l'unité.

L'unité se positionne scientifiquement à un très bon niveau, en adéquation avec la compétition internationale.

### Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources financières de l'unité sont excellentes, en particulier grâce à l'implication de sa tutelle au travers de la dotation et grâce à une excellente activité contractuelle.

Au niveau RH, l'unité est en pleine croissance et s'appuie sur le CESI pour tout ce qui relève des fonctions supports.

L'unité dispose de différentes plateformes et bâtiments intelligents, développés et maintenus par du personnel dédié. Ces plateformes, en particulier celle de l'industrie du futur, sont d'un excellent niveau et sont composées d'équipements très récents.

### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'organisation scientifique de l'unité est rigoureuse et vise à assurer une coordination efficace de ses activités, même si ses différents sites sont géographiquement dispersés. Les membres de l'unité témoignent tous d'un environnement agréable et harmonieux au sein de celle-ci.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Les objectifs de l'unité ont été déclinés au regard des champs disciplinaires de la formation d'ingénieurs du CESI et plus particulièrement dans le cadre du développement soutenable des individus et des organisations. Pour atteindre ses objectifs dont la visibilité et la reconnaissance, l'unité a compris la nécessité de travailler avec d'autres laboratoires, suivant les localisations des divers campus du CESI mais également avec des laboratoires étrangers (Royaume uni, Algérie). Pour accompagner sa croissance d'effectifs et continuer à soutenir l'enseignement du CESI, l'équipe Ingénierie et Outils numériques (principale bénéficiaire de la hausse des effectifs) s'est structurée de trois en huit thèmes suite à l'émergence de cinq nouveaux thèmes.

#### Points faibles et risques liés au contexte

La croissance actuelle et annoncée présente un risque sur l'intégration des nouveaux recrutés au sein des thématiques ouvertes, des déséquilibres en termes d'effectifs, certains thèmes n'auront pas la masse critique pour une recherche visible et un encadrement efficient de doctorants.

L'émergence d'un nouveau thème se fait par opportunisme suivant les demandes de formation des entreprises partenaires ou, voire dans certains cas, suivant le recrutement d'un nouvel EC. Ceci représente un risque pour la cohérence scientifique 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

Le LINEACT reçoit en moyenne 2 522 k€/an de dotation du CESI (dotation qui a connu une augmentation de 133 % entre 2017 et 2022) et dégage 1 105 k€/an de ressources propres (également en augmentation de 96 % entre le début et la fin de la période observée) grâce à une excellente activité contractuelle. La croissance en termes de personnel est importante au cours de cette période.

L'unité dispose de très bonnes plateformes, telles que la plateforme « Industrie du Futur » installée sur le campus CESI de Rouen, un ensemble d'équipement RA/RV intégrés aux jumeaux numériques, un ensemble de plateformes robotiques très riches : Robots mobiles de type AMR (Autonomous Mobile Robots), de robots collaboratifs et une chaîne flexible multipostes. Elle a également créé un bâtiment intelligent et un Centre HPC DIGITALAB.

L'unité a du personnel d'appui à la recherche relativement important pour gérer, développer les plateformes et les mettre à disposition des chercheurs, des étudiants ainsi que pour faire des démonstrations à des entreprises.



L'unité a une stratégie de développement, de maintenance et de jouvence de ces équipements ainsi que d'ouverture à des tiers.

Seule unité de recherche de l'établissement, l'unité a recours pour ses fonctions supports aux personnels CESI.

### Points faibles et risques liés au contexte

Un déséquilibre très fort entre les deux équipes du point de vue personnel risque d'entraîner une perte de visibilité dans les décisions de l'unité pour l'équipe la plus petite (Apprendre et Innover). Le recrutement sur les sites délocalisés risque de générer des chercheurs isolés qui vont s'éloigner de l'unité voire de la recherche.

*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

Le LINEACT a mis en place, grâce à sa tutelle, des outils de conduite et de gestion de la recherche qui lui permettent de décliner sa politique scientifique et en particulier d'avoir une coordination territoriale forte.

Le laboratoire est dirigé par un directeur de laboratoire qui est épaulé par des responsables de pôles régionaux et par des responsables d'équipes de recherche. À la direction de l'unité est associé un service administratif composé d'une assistante de direction, d'un responsable des programmes recherche. Le laboratoire est doté d'un conseil de laboratoire dans lequel l'ensemble des personnels sont représentés. Les entretiens avec les différentes catégories de personnel montrent que la gouvernance du laboratoire est fluide, bienveillante et ouverte sur les échanges.

Concernant les personnels d'appui à la recherche, la gestion des ressources humaines est très bonne, la parité est globalement assurée. Des entretiens professionnels ont lieu tous les ans avec les responsables hiérarchiques, pendant lesquels sont évoqués les besoins en formation. Ces formations peuvent être choisies dans un catalogue interne ou demandées en externe. Le budget formation annuel est de 1,8 % de la masse salariale. En complément, des entretiens biannuels ont lieu pour évoquer avec les personnels les évolutions de carrière et les mobilités éventuelles.

Les conditions matérielles de travail sont excellentes, les locaux sont récents, le respect des règles de sécurité est assuré. Le matériel numérique fourni est à la hauteur des exigences, en particulier en matière de travail nomade ou de télétravail.

L'ensemble de ces points, ainsi que la prévention des risques psycho-sociaux, sont formalisés dans une charte particulièrement détaillée. La gouvernance est attentive et bienveillante sur ces points.

Au niveau de la protection du patrimoine scientifique, la DSI assure une gestion nationale des aspects « protection des données ». La gestion des applications et des données sont assurées par la DSI de façon centralisée et unifiée. La séparation des réseaux informatiques sans passerelles (recherche, entreprises et pédagogie) est une réalité.

Au niveau des plateformes, une sauvegarde sécurisée des données est assurée par les personnels d'appui.

L'unité s'est dotée d'une politique de déplacement fortement incitative. L'utilisation massive de visioconférence permet les échanges entre les différents sites. Certaines thématiques de recherche sont naturellement liées à la sobriété carbone. Les choix des solutions informatiques matérielles de l'unité s'inscrivent aussi dans cette démarche (ces derniers points sont pilotés par un ingénieur qualité).

### Points faibles et risques liés au contexte

Le mode de gouvernance « ouverte » reposant sur la jeunesse de la structure et sur l'excellente communication intrapersonnel et avec les instances peut être fragilisé par la montée en puissance prévue dans la trajectoire 2030.

Les différentes instances ne sont pas directement identifiables (Conseil scientifique, commission investissements, ...)

La protection des données scientifiques n'est pas standardisée entre les plateformes. La sauvegarde et la protection des dataset sont assurées localement. Il n'existe pas à proprement parler de « cahier de laboratoire » numérique.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

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

L'unité a un très bon rayonnement scientifique concernant les invitations dans des laboratoires scientifiques, l'invitation de chercheurs étrangers pour l'équipe ION ou l'organisation de colloques scientifiques pour les deux équipes. Son rayonnement est par contre en retrait, notamment pour l'équipe ION par rapport aux invitations dans des congrès majeurs ou la participation à des comités éditoriaux.

L'attractivité au niveau des ressources humaines est très bonne, voire excellente concernant le recrutement des doctorants dont les origines sont très variées et majoritairement exogènes à plus de 90 % et dont plus de 25 % proviennent d'un master effectué à l'international.

L'unité a une excellente réussite aux appels à projet régionaux et participe activement au portage de projets européens pour le FEDER et à des ANR. L'unité est en retrait sur les appels à projets classiques de l'Europe.

L'unité a développé différentes plateformes et bâtiments intelligents qu'elle maintient avec du personnel dédié.

Il n'y a aucun prix ou distinction obtenu pendant la période par les chercheurs de l'unité.

La durée des thèses est très longue.

- 1/ *L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ *L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ *L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ *L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

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

L'unité participe très bien à la vie scientifique par l'organisation de quatre colloques (Solutions for Smart Cities Challenges, CONFERE 2019, ...), quatre conférences (SSCC 2020, SIAS 2021, International Symposium on "Hybrid Energy Systems for Integrated Smart Buildings and Cities" International Symposium : Sustainable Buildings and Construction 4.0n QPES 2022). Elle a également organisé deux sessions dans des conférences internationales (Modelling and Control of Sustainable Production Taking into Account the System Reliability Integrating Human/motions and IA in the Context of Industry 4.0 à MIM 2022).

La participation à des instances de pilotage de la recherche et d'expertise scientifique est bonne. Ainsi le comité note la participation au Comité français de qualification en fabrication additive. Les membres de l'unité participent également à des pôles de compétitivité (AerospaceValley, Normandie AeroEspace, NextMove, I-Trans, France Additive, Campus de l'aéronautique de Toulouse...).

Certains membres participent à des évaluations pour l'ANRT, pour l'ANR, pour les régions ou pour des projets à l'international (Belgique, Canada).

L'attractivité de l'unité pour les doctorants est excellente avec 81 doctorants de provenances très diverses dont 24 ayant effectué leur master à l'étranger et 90 % ont effectué leur cursus à l'extérieur d'une école CESI. 25 thèses ont été soutenues durant la période.

L'attractivité des enseignants-chercheurs est très bonne. 54 enseignants-chercheurs (dont quatre déjà titulaires de l'HDR) ont rejoint le CESI pendant la période et onze sont partis. L'unité a ainsi fortement augmenté ses effectifs d'enseignants-chercheurs passant de 27 EC à 70 EC notamment pour ION qui a quasiment multiplié par trois son nombre d'enseignants-chercheurs.

Le comité note une bonne proportion de femmes parmi les enseignants-chercheurs avec 25 femmes pour 70 EC soit 35 %. Le nombre d'HDR est en progression avec quatre HDR soutenues pendant la période et quatre recrutements d'enseignants-chercheurs ayant une HDR passant ainsi le nombre d'HDR à quatorze sur 70 soit 20 % d'HDR,

L'attractivité de l'unité est très bonne pour l'invitation de chercheurs et enseignants-chercheurs de renom. 28 chercheurs et enseignants-chercheurs ont effectué un séjour au sein de l'unité dont dix-huit pour des séminaires. La provenance des invités est majoritairement (23/28) internationale avec des invités venant notamment de l'Université d'Exeter (UK), Université de Greenwich (UK), Vellore Institute of Technology (Inde), Nottingham Trent University (UK), Universidad Rey Juan Carlos (Espagne), Aalborg university (Denmark), Université de Sherbrooke (UK), ETH-Zurich (Switzerland), University De Montford University Leicester (UK), Université du Québec-ETS (Canada), KTH Royal Institute of technology Stockholm (Sweden), Université de Porto (Portugal), Université de Batnan, Université de Sidi bel Abbès et Université de Tlemcen (Algérie).

L'accueil des post-docs, doctorants, chercheurs et enseignants-chercheurs est très bon, chaque nouvel arrivant dispose d'un pack d'outils de travail : PC portable individuel, téléphone portable, espace de bureau, comptes informatiques avec accès immédiats aux services numériques offerts par la structure. Des rendez-vous avec les responsables sont organisés pour travailler sur l'intégration.

Avec la participation à quatre contrats européens (COROT Interreg V FMA, VISTA AR Interreg V FMA, UV ROBOT Interreg V NWE (équipe ION) et Interreg C-CARE transverse aux deux équipes), dont le portage de COROT, l'unité est très active.

L'unité participe activement aux PIA avec quatre contrats financés (DEFI&Co, JENII, CMQ Aéronautique et Spatial, ECOLE DE LA BATTERIE) dont le portage du CDC DEFI&Co. Les projets sont répartis entre les deux équipes et deux (DEFI&Co, JENII) sont transverses.

L'unité est également bien impliquée dans les ANR avec une implication dans deux ANR (ANR AAPG PRC CREAM, JENII ANR) et le portage de l'ANR ROBOTIQUE ASTRID SCOPES. L'ANR JENII est transverse entre les deux équipes. Les autres ANR sont répartis entre les deux équipes : SCOPES chez ION et CREAM chez AI.

Avec vingt projets régionaux, dont seize en tant que porteur, l'unité est excellente pour le succès aux appels à projet lancés par les collectivités locales. La majorité des projets sont portés par ION (16/20) et deux sont transverses.

Comme déjà décrit sur la partie ressource, l'unité possède de très bons équipements au niveau des plateformes. Plateformes pour lesquelles, l'unité a du personnel dédié relativement important pour les gérer, les développer et les mettre à disposition des chercheurs, des étudiants ainsi que pour faire des démonstrations à des entreprises.

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

Il n'y a aucun prix ou distinction obtenu pendant la période par les chercheurs de l'unité.

Les invitations dans des congrès internationaux sont peu développées pour la taille de l'unité et reposent sur peu de personnes.

Les responsabilités éditoriales dans des revues et des collections de haut niveau sont peu développées avec une seule revue (International Journal of Adhesion and Adhesives) et celles existantes (deux) sont dans des journaux au rayonnement faible (The Journal of Adhesion, Guest Editor Frontiers in Computer Science).

Un point faible sur l'attractivité des doctorants est le grand nombre d'abandons (9 abandons sur 81, soit 11 %) et une durée des thèses trop longue, 4,3 ans en moyenne avec des thèses allant jusqu'à 8,8 années.

La participation et le montage de projets européens sont majoritairement portés par ION et en retrait pour AI. La participation et le montage de projets régionaux sont majoritairement portés par ION et en retrait pour AI.

Le comité relève le manque de participations à des instances de pilotage de la recherche et d'expertise scientifique.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

La production scientifique est excellente pour l'équipe AI et très bonne pour l'équipe ION tant dans la quantité que dans la qualité bien que très dispersée au niveau des revues ciblées. Cette production est de plus très hétérogène, dans les deux équipes, entre enseignants-chercheurs et parmi les doctorants.

- 1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*
- 2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*
- 3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.*

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

La production scientifique du laboratoire est très bonne avec 115 publications dans des revues internationales à comité de lecture (ACL) et 252 communications dans des conférences à comité de lecture (ACTI) au cours de la période de référence, soit 0,55 ACL/ETP/an et 1,20 ACTI/ETP/an. En termes de qualité, le comité remarque que les journaux ciblés sont, en grande majorité (70 %), des journaux considérés comme du meilleur niveau et reconnus des communautés (Savoirs : Revue internationale de recherches en éducation et formation des adultes ; Creativity and Innovation Management ; Reliability Engineering and System Safety ; Expert Systems with Applications ; Computers & Industrial Engineering ; Robotics and Autonomous Systems ; Building Simulation).

Sur les dix-neuf enseignants-chercheurs n'étant pas auteurs d'un article de revue ou de congrès international, ce qui représente environ 1/5 de l'effectif, dix-sept ont été recrutés après le 01 juillet 2021 (dont douze en 2022) donc le comité considère que seulement deux personnes sont non-produisant, ce qui est très bien.

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

Durant la période, l'unité a produit 115 articles en revue, dans 88 revues différentes. Manifestement, l'unité n'a pas encore défini une politique concernant les « revues cibles ».

Le comité souligne un déséquilibre de production entre les deux équipes ION et AI. En effet, l'équipe AI affiche un taux de production de 4,1 publication/ETP/an contre 2,2 pour l'équipe ION.

La production de publications n'est pas homogène entre les enseignants-chercheurs, 17 % des EC concentrent 80 % de la production scientifique.

Seuls 32 % des doctorants ont publié en revue. L'objectif fixé par l'unité que l'ensemble des doctorants soient publiant n'est pas atteint.

Le comité relève le manque d'implications dans des responsabilités éditoriales des revues et des collections de haut niveau.

## 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 interactions de l'unité avec les milieux socio-économiques sont excellentes. L'investissement dans la médiation scientifique est très variable. Il est exceptionnel pour l'équipe Apprendre et Innover et très bien pour l'équipe Ingénierie et Outils Numériques.

- 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'unité développe des sujets à haute valeur scientifique et impact sociétal dans ses domaines applicatifs privilégiés : formations du futur, services numériques, industrie 5.0, ville durable et construction 4.0.

Elle se distingue par l'excellence de ses relations avec le monde socio-économique, grâce en particulier à ses trois chaires industrielles (Chaire CESI - AVELIS « Construction hors-site et industrialisée, pour l'humain et l'environnement » ; chaire CESI – ESSOR « Ville du Futur et Economie circulaire » et CESI-Cisco-Vinci Energies intitulée « Industries et services de demain ») et son ancrage dans le tissu socio-économique avec par exemple de grands acteurs non académiques comme CISCO, Vinci Energies, la SNCF, KORIAN, Capgemini, BNP Paribas Cardif, ESSOR et AVELIS. De plus, l'unité a participé de manière active à douze hackathons permettant de contribuer au développement de solutions dans les domaines de l'architecture, de la santé, mais également pour des entreprises comme Safran, Zeiss ou Bayer.

Sa production de brevets (7 pendant la période de référence) ainsi que ses relations avec des fédérations professionnelles (UIMM, FFB, FNTP, FFIE et Syntec Numérique) et des pôles de compétitivités (l'unité est membre de 20 pôles avec l'organisation de 15 séminaires par les pôles ou filières) sont remarquables. Le comité souligne aussi la bonne dynamique de thèses en convention Cifre (11 thèses, soit 16 % des thèses de l'unité pendant la période).

Les actions de communication et de diffusion de la culture scientifique sont excellentes (31 actions de communication) et des articles web sur des supports comme l'Usine Nouvelle, A3DM principalement pour l'équipe « Apprendre et Innover ». L'unité intervient également dans les débats de société sur le Handicap (conférence HANDICAP2022) et de mixité dans les entreprises des secteurs industriels et technologiques (« Elles bougent »).

Les activités de sensibilisation à destination des jeunes (élèves, collégiens, lycéens) sont très bonnes (17 actions de sensibilisation à destination des jeunes).

Toutes les interventions sont réalisées sous couvert et dans le respect de la charte adoptée par l'unité : « Charte française de déontologie des métiers de la recherche ».

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

Malgré son ancrage dans le monde socio-économique et la diversité de ses activités de transfert, l'unité n'a pas été à l'origine de la création d'entreprise permettant de créer de nouveaux emplois et valoriser potentiellement ses brevets.

Il est également à noter le manque de contribution dans des instances de normalisation, ou de référentiels, reconnus par des instances compétentes (AFNOR, HAS, ISO, etc.).

Au niveau de l'apport d'expertises en appui à des acteurs sociaux, le volet international/européen est très peu présent.

Le recours massif à des contrats de prestation (11 pendant la période de référence) devrait procurer des retombées autres que financières ; or ces retombées ne sont pas soulignées.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La particularité de cette unité est avant tout le choix délibéré d'une recherche finalisée, orientée par les besoins et les utilisations des technologies numériques dans la formation des ingénieurs CESI et dans les pratiques d'ingénierie des entreprises partenaires. Cette approche se matérialise par la structuration du projet scientifique en deux équipes et deux domaines applicatifs croisant les approches des sciences humaines et sociales (SHS) et des sciences pour l'ingénieur (SPI).

Le comité pense que les perspectives scientifiques présentées s'inscrivent bien dans les points forts du laboratoire, et intègrent pleinement les enjeux sociétaux majeurs d'aujourd'hui. Les deux équipes sont conservées, elles ont une légitimité scientifique.

L'équipe Apprendre et Innover continue sur sa dynamique. Elle dispose de points forts et d'opportunités qu'elle peut mobiliser afin d'atteindre ses objectifs. Le comité estime que cette équipe doit également bénéficier de la croissance des effectifs de l'unité pour continuer à augmenter sa reconnaissance nationale et internationale.

L'équipe Ingénierie et outils numériques va augmenter ses thèmes, passant ainsi de trois à huit :

- Modélisation, conception et Architecture des CPS
- Interactions Humains systèmes
- Digitalisation et industrialisation de l'acte de construire
- Gestion et décision : Planification, Ordonnancement dynamique et Pilotage
- Pronostic et maintenance prédictive
- Intégration de matériaux et procédés
- Gestion énergétique -Confort et santé dans le bâtiment
- Gestion des systèmes de transports multimodaux

Cette ouverture de nouveaux thèmes est accompagnée d'un recrutement important d'EC déjà engagé et à venir.

Bien que la stratégie présentée soit convaincante, le comité pense que cette ouverture de thèmes est précoce. Le comité recommande de se concentrer, au début sur quatre ou cinq des thèmes proposés, de réaliser les recrutements juniors et seniors de manière à assurer un équilibre et avoir la masse critique suffisante dans chacun des thèmes pour que l'activité scientifique soit visible. Cette manière de procéder devrait éviter une dispersion des forces. L'ouverture des autres thèmes pourra être réalisée en bénéficiant de l'expérience des thèmes initiaux.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Compte tenu de la montée en puissance de l'unité, le comité recommande de mettre en place une gestion structurée des ressources humaines dédiées à chaque site en mettant en place des niveaux d'encadrement hiérarchiques intermédiaires. Certaines fonctions et compétences mériteraient d'être développées afin d'identifier clairement des missions qui sont pour le moment assurées de façon sporadique par le personnel en place. *Plus précisément, la gestion de proximité des moyens informatiques mériterait d'être identifiée, cette mission relevant d'un correspondant informatique local.*

D'autre part, le comité recommande de mettre en place des procédures et une culture de protection du patrimoine et des données de la recherche (politique unifiée de sauvegarde de données, capitalisation à l'échelle de l'unité des résultats, cahier de laboratoire, etc.). *Ces différentes missions pourraient être assurées par le correspondant informatique et apparaître dans l'organigramme structurel.*

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

Le comité recommande à l'unité d'amplifier le rayonnement scientifique de l'unité au national et à l'international, notamment avec la participation à des responsabilités éditoriales dans des revues majeures des domaines thématiques des équipes et par la participation à des comités de programme des grandes conférences internationales de leur thématique.

Concernant les doctorants, le comité recommande à veiller à ce que la durée des thèses se rapproche des trois ans et d'accompagner les doctorants afin de diminuer les abandons.

Le comité recommande à l'unité de poursuivre son implication dans la réponse à des appels à projet nationaux et internationaux notamment pour l'équipe AI.

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

Il est essentiel que l'unité persévère dans ses efforts pour augmenter le volume de publications de qualité. Les équipes sont invitées à se concentrer sur les journaux et les conférences qui correspondent le mieux à leurs objectifs scientifiques.

De plus, il est essentiel que l'unité continue de soutenir les membres dans leurs activités de production scientifiques de manière à homogénéiser la production entre les membres.

Le comité recommande d'impliquer plus fortement les doctorants dans la production d'articles en revue.

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

Compte tenu de la qualité de ses relations industrielles et le nombre important de ses brevets, le comité recommande à l'unité de développer davantage ses activités de transfert au travers de la création d'entreprises.

Concernant la partie expertises, le comité encourage l'unité à continuer ses implications dans les instances nationales tout en développant le volet international. En outre, le comité recommande une meilleure répartition de ses implications entre les chercheurs.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** A&I - Apprendre et Innover

Noms des responsables : Mme Stéphanie Buisine et M. Solveig Fernagu

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le thème « Apprendre et Innover » relève et s'appuie sur les paradigmes des Sciences cognitives, des Sciences sociales et des Sciences de gestion pour conduire une recherche transversale visant à produire des connaissances sur les écosystèmes d'apprentissage et d'innovation, pour une expérience et un développement responsable et durable des besoins et des usages des individus, des organisations et des territoires.

Le thème « Apprendre et Innover » porte principalement sur deux champs de recherche : les liens entre apprentissage et environnements numériques, d'une part, et les processus de création et d'innovation, d'autre part.

Les enjeux spécifiques propres à la thématique :

- « Apprendre » portent sur le développement des contenus et des modalités de formation du futur (notamment pour ses formations d'ingénieurs), au cœur de la stratégie de CESI.
- « Innover » sont davantage tournés vers les entreprises partenaires de CESI, afin d'accompagner celles-ci dans les défis industriels, environnementaux et économiques qu'elles rencontrent.

Les deux thèmes « Apprendre et Innover » affichent une complémentarité et des synergies intra équipe au regard de la recherche au service des formations et des entreprises partenaires de CESI / l'étude des objets et processus d'apprentissage.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

### Les recommandations faites à l'équipe étaient :

*« Les EC du thème, autres que ses deux responsables, produisent très peu (2 articles dans des journaux, 3 conférences invitées, 5 autres communications). »*

Cette recommandation a été prise en compte comme l'atteste l'évolution des publications (34 ACL) dont des ACL co-publiées avec les enseignants-chercheurs.

*« Les publications des doctorants sont également à renforcer (1 article dans un journal, 13 conférences internationales). »*

Les publications et communications par et avec les doctorants ont progressé (8 ACL & 24 communications communes) mais l'effort doit perdurer.

*« Le caractère interdisciplinaire des recherches menées est mis en avant sans qu'il soit pensé en tant que tel, en ce sens qu'une approche interdisciplinaire ne se décrète pas, elle se construit. Un travail de compréhension et de modélisation est essentiel pour "fabriquer" les principes, les outils et les manières de travailler en commun. L'interrogation de la construction d'une culture scientifique et technologique partagée (par des chercheurs du domaine des SPI, des SHS et des praticiens) pourrait même constituer une question structurant la dimension "analyse compréhensive" du thème 1 du projet scientifique. »*

Les conférences traduisent un travail d'interdisciplinarité (10 communications partagées) entre AI et ION. L'effort doit davantage se répercuter sur les publications (une seule ACL commune). Cette interdisciplinarité est de plus en plus visible dans le nombre de projets qui associent AI et ION (Defi&Co, JENII...). Les réponses aux appels à projet associent quasi systématiquement les deux équipes, ce qui témoigne d'une synergie et d'un effort de construction d'une culture scientifique et technologique partagée entre SPI et SHS.

*« La recherche relative au thème est polarisée par le "Transfert". Or, il faudrait d'abord se préoccuper d'une recherche plus fondamentale dont les connaissances produites pourraient (ou non) être réinvesties dans les domaines d'apprentissage et d'innovation. En ce sens, deux problèmes sont à traiter : le faible nombre de membres du thème et la dispersion géographique de ses forces. »*

Le recrutement de la responsable du thème « Apprendre » qui est spécialisée sur les questions de l'apprentissage et de l'alternance répond à cette recommandation. De la même façon, le thème « Innover » contribue au développement et à la validation de modèles théoriques de l'innovation très prometteurs pour le laboratoire.



« L'enjeu de la formation par et à la recherche au sein du thème se retrouve limité d'abord par sa taille : 2 HDR accompagnés de 8 EC dont la production scientifique est faible. La difficulté d'accès aux ED, ainsi que la diversité des ED où sont inscrits les doctorants, constituent également une limite importante. La mise en place d'un comité d'harmonisation des pratiques doctorales ne peut être qu'une solution provisoire. »

L'équipe AI s'est étoffée passant à 11 enseignants-chercheurs (7 EC pour Innover et 4 EC pour Apprendre) mais cette évolution n'est valable que pour Innover qui a vu son effectif doubler passant de 3 à 7. Le thème Apprendre a vu son effectif diminuer, passant de 6 à 4. Le nombre d'HDR a progressé passant à trois et un projet de soutenance d'HDR a été mentionné.

Concernant la demande d'harmonisation des pratiques d'inscription doctorale, cette recommandation a été suivie pour Apprendre et Innover comme l'attestent l'ensemble des inscriptions des doctorants de AI depuis 2019 au sein de l'École Doctorale Sciences des Métiers de l'Ingénieur - ED 432 (ED SMI).

« Le manque de précision dans la construction du projet, comme par exemple l'annonce d'une ouverture disciplinaire vers les sciences cognitives, les sciences sociales et les sciences de gestion, risque d'ouvrir la voie à des sujets de recherche trop nombreux, ou trop ouverts pour pouvoir être traités par l'équipe, dont les forces paraissent déjà très limitées au regard des ambitions du projet. »

Le recrutement de la responsable du thème Apprendre a permis de répondre à cette recommandation en recentrant et en valorisant la discipline phare (approche scientifique de l'Apprentissage par les sciences de l'éducation). La construction d'une mésologie de l'apprentissage au centre du projet du thème Apprendre s'est enrichie avec le recrutement d'une MCF en ergonomie cognitive en produisant des connaissances sur les interactions Organisations-individus. L'ambition du thème Innover centré sur la thématique de l'Innovation est maintenant de redéfinir l'innovation avec une vision multidisciplinaire pour y intégrer le sens et la notion d'impact afin de poursuivre des buts plus élevés, positifs, et durables. Le thème s'appuie sur la maîtrise des cadres théoriques et méthodologiques de l'innovation, du développement humain, social, de la transformation des organisations. Pour maîtriser cette vision multidisciplinaire, l'approche économique a d'ailleurs été internalisée au sein du thème Innover avec le recrutement d'une EC HDR en économie.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	1
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>3</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	9
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	11
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>21</b>
<b>Total personnels</b>	<b>24</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Dans l'équipe, le thème Apprendre s'intéresse aux écosystèmes d'apprentissages étudiés en termes de processus, d'objets et de démarches, en formation ou dans le travail alors qu'Innover s'intéresse aux écosystèmes d'innovation relatifs à des produits, services, organisations, et territoires.

L'originalité du projet de recherche de l'équipe « Apprendre et Innover » tient à l'interdisciplinarité articulant SHS et SPI, ainsi qu'à la recherche répondant aux besoins et usages en technologies numériques dans la formation des ingénieurs CESI et dans les pratiques d'ingénierie des entreprises partenaires, et également à la créativité (innovation/adoption) mise au service des lieux de formation et des organisations.

La production scientifique est globalement excellente mais doit gagner en qualité pour le thème Apprendre et impliquer plus les doctorants pour le thème Innover.

Le rayonnement et l'attractivité sont excellents, notamment par les nombreux succès obtenus aux appels à projets, l'accueil de doctorants et les séjours à l'étranger.

L'implication dans les activités de recherche dans la société est excellente pour les deux thèmes, attestée par la chaire CESI-AVELIS et les différentes publications de normes.

Le comité note que l'implication dans la diffusion de la connaissance est aussi excellente pour les deux thèmes au travers de la publication d'un guide pratique de l'alternance pour tout public.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Fin 2022, l'équipe Apprendre et Innover est constituée de onze chercheur-e-s (4 pour Apprendre et 7 pour Innover), dont quatre HDR, un Directeur de Recherche émérite et dix doctorant-e-s. Dans la période 2017-2022, huit thèses ont été soutenues dans l'équipe.

### THEME APPRENDRE

Le rayonnement scientifique du thème « Apprendre » est excellent comme l'atteste son implication dans l'organisation de congrès internationaux majeurs, et dans les comités scientifiques de ces manifestations, à savoir les colloques « Comprendre et construire les nouvelles situations d'apprentissage instrumentées » NEO SAI 2019 (Paris), NEO SAI 2020 (à distance), et la co-organisation du colloque Questions de pédagogies dans l'enseignement supérieur (QPES 2022) à La Rochelle. Il est également excellent au niveau des responsabilités éditoriales dans des revues, qui se traduit par la coordination de quatre numéros de revues de très bonne qualité reconnues par la communauté (Transformation [2], Travail et Apprentissage [1], Phronesis [1]) et la participation à trois comités éditoriaux (Savoirs, Formation Emploi et Transformation, Distances et médiations des savoirs). La participation à des expertises scientifiques est excellente comme l'atteste sa participation dans des collaborations avec des instances (MESRI : Charte Alternance, Centre Inffo (Lab Centre Inffo)), associations de recherche (Association recherches et pratiques en didactique professionnelle (RPDP), Association pour la recherche sur le développement des compétences, Éducation et formation (Ardéco)) ainsi que dans d'autres institutions (Membre du CE2 (Collège des enseignants-chercheurs en Ergonomie), membre élu au CA du réseau Ingenium).

L'attractivité et l'accompagnement des post-doctorants et des doctorants sont de bon niveau avec cinq thèses soutenues dont deux contrats CESI, un financement par le projet JENII, un financement par le Campus des Métiers et Qualifications de l'aéronautique de Toulouse, un par les MFR (Maisons Familiales Rurales). L'attractivité de l'équipe « Apprendre » pour les chercheurs et enseignants-chercheurs sur poste permanent est très bonne, illustrée par l'arrivée de deux EC dont la responsable du thème MCF HDR, au titre d'une disponibilité de leur université d'origine (Paris 8, Paris Nanterre). Ces disponibilités ont été prolongées de deux ans. L'accueil, l'environnement et l'encadrement pour les post-doctorants, doctorants, chercheurs et enseignants-chercheurs sont excellents et attestés par les réponses lors des entretiens.

Le succès aux Projets PIA est excellent. Le thème « Apprendre » est très actif et est porteur du Projet Defi&Co (2017-2021), lauréat de l'appel à projets PIA – PFPE. Le thème est responsable du WP1 du Projet JENII (Jumeaux d'Enseignement Numériques, Immersifs et Interactifs) lauréat de l'appel à projet DemoES (programme financé par le dispositif France 2030). Les succès remportés aux autres appels à projets lancés par sa tutelle, les collectivités territoriales, des associations caritatives, etc. sont également excellents. Le thème « Apprendre » est porteur des projets : recherche Pédagogie de l'alternance financée par l'OPCO21 ; EVAL ACP (2021-2022) financé par la Région Occitanie ; PCA Confinement (fonds propres) ; NUMERILAB financement FEDER Région Normandie et LaVIE & CO financement FEDER Région IdF.

Le développement, la maintenance et la jouvence des équipements et des plateformes relèvent davantage de la stratégie politique de l'unité. Le thème « Apprendre » utilise des plateformes, tout en ayant participé à l'obtention de leurs financements, issues de projets structurants (par ex : DEFI&Co ; JENII ; NUMERILAB).

La production scientifique du thème « Apprendre » est excellente. Cette production s'articule autour de thématiques telles que celles de la formation en situation de travail, des organisations pour aider à apprendre (apprenantes, professionnalisantes, capacitanes), du lien entre travail et formation, de l'apprentissage avec

et par le numérique, des situations d'apprentissage instrumenté, de la pédagogie de l'alternance avec par exemple un état de l'art de la pédagogie, de l'alternance, un guide pratique de la pédagogie de l'alternance, un livre blanc sur les jumeaux numériques pour apprendre et enseigner (projet JENII). Le thème « Apprendre » permet d'asseoir le concept d'environnement capacitant dans le paysage scientifique national et international. Il est surtout centré sur les activités pédagogiques, contribue aux contenus et à l'évolution des formations, et surtout aux modalités de déploiement de ces formations. Les thèmes « Apprendre » et « Innover » affichent des proximités théoriques et méthodologiques solides issues des Sciences Humaines, Sociales, et des Sciences de Gestion, complémentaires à leurs travaux. Les supports ciblés du thème « Apprendre » sont globalement de très bonne qualité avec quatorze ACL dont quatre publications de très bonne qualité de la communauté et 44 communications en congrès (dont 34 ACTI / 44), ainsi que onze conférences invitées. Cela correspond à environ 0,42 article de revue par ETP/an et 1,3 article de conférence par ETP/an.

La production scientifique est très bien proportionnée au potentiel de recherche du thème et très bien répartie entre ses personnels. Les doctorants (4) participent activement à la production scientifique avec neuf ACL sur les quatorze de l'équipe dont une publication dans une revue de très bonne qualité, et dix-huit communications internationales dont trois conférences invitées. Les doctorants participent au rayonnement international du thème « Apprendre » comme l'attestent leurs treize participations à des congrès internationaux organisés dans des pays étrangers, dont deux conférences invitées. L'animation scientifique du thème est de bon niveau et s'organise autour de séminaires tri-annuels.

La qualité des relations non académiques est excellente. Ces relations sont de plus de nature variée : - institutionnelle (France Stratégie, Acteurs de la compétence, Excellence Pro, GREF Bretagne ... - associative (ANFRA, ADRHGV, SAVOIRS, ANVIE, Innovent, IT2i, etc.). L'impact du thème « Apprendre » en termes d'enjeux sociétaux et technologiques est de très bon niveau. Le thème est centré sur les activités pédagogiques, contribue aux contenus des formations et surtout aux modalités de déploiement de ces formations. L'accueil de doctorants dont la recherche est financée par des partenaires non académiques est très bon, et se traduit par une thèse financée par le projet JENII, une thèse financée par le Campus des Métiers et Qualifications de l'aéronautique de Toulouse et une dernière thèse financée en externe par les MFR (Maisons Familiales Rurales).

La contribution du thème « Apprendre » à la rédaction de normes, procédures, référentiels reconnus par des instances internationales est excellente, et se traduit par un état de l'art de la pédagogie de l'alternance, un guide pratique de la pédagogie de l'alternance, la diffusion des livrables dans tous les secteurs d'activité et instances, des communications auprès d'instances institutionnelles (Colloque annuel des IT2i, Colloque Excellence Pro, Séminaire Acteurs de la compétence, etc.), et académiques (RUMEF (Réseau des universités préparant aux métiers de la formation) ; UB Dijon), l'intégration d'un groupe de travail sur les indicateurs qualité de l'alternance au sein de la DGSIP, la construction d'une échelle de mesure des aptitudes et des comportements professionnels susceptibles de garantir une employabilité à long terme et une capacité d'évolution dans l'emploi.

Les contributions du thème « Apprendre » en ce qui concerne les actions de partage de la connaissance avec le grand public et le jeune public sont excellentes. Elles portent sur les apports relatifs à l'état de l'art de la pédagogie de l'alternance, un guide pratique de la pédagogie de l'alternance, la diffusion des livrables dans tous les secteurs d'activité et instances. Le guide de l'alternance a été conçu pour être attractif, abordable et compris par tous les publics concernés.

#### THEME INNOVER

Le thème Innover présente un très bon niveau de rayonnement et s'appuie sur un maillage très important avec treize autres laboratoires au plan national. La participation à des instances de pilotage de la recherche et d'expertise scientifique est de très bon niveau avec des expertises de projets de recherche internationaux, nationaux et régionaux, (Fonds de Recherche du Québec, ANR, Région Auvergne-Rhône-Alpes), relecture d'un ouvrage collectif (The Oxford Handbook of Open Innovation), une intervention au ministère de l'intérieur.

L'attractivité et l'accompagnement des post-doctorants et des doctorants sont excellents avec huit thèses soutenues et dix doctorants. L'attractivité de chercheurs et enseignants-chercheurs de renom est de très bonne qualité. L'accueil, l'environnement et l'encadrement sont de très bonne de qualité pour les post-docs, doctorants. En effet, l'unité a mis en place une politique d'accueil et d'accompagnement des personnels avec une dynamique vertueuse sur des indicateurs quantifiables.

Le succès aux appels est excellent notamment aux projets PIA (e.g., projet Defi&Co lauréat de l'appel à projet « formation professionnelle et l'emploi » ; projet Interreg France Manche Angleterre C-Care). Le niveau du thème Innover pour les projets ANR est excellent avec une ANR-Brevet-ANR-CREAM et un projet suite à l'appel à projet DemoES (programme financé par le dispositif France 2030), projet JENII (Jumeaux d'Enseignement Numériques, Immersifs et Interactifs). Les réponses aux autres appels à projets lancés par ses tutelles, les collectivités territoriales, des associations caritatives, etc., sont de très bon niveau profitant du maillage très important avec treize autres laboratoires au plan national.

Le niveau d'équipement est excellent car l'unité utilise des plateformes, des équipements, des démonstrateurs de pointe. En effet, les plateformes sont issues (plateforme bâtiment du futur) de projets structurants tels que le programme DEFI&Co ou le projet Micro Learning Factories (MLFs) (plateforme dédiée à la recherche et l'enseignement des domaines de la robotique, de l'automatisation et technologies).

La production scientifique est de très grande qualité car elle repose sur des fondements théoriques et méthodologiques solides, sur un investissement, un leadership scientifique remarquable des deux responsables et une très grande qualité des supports ciblés et un taux de publications important (2,6/ETP/an) dans de très bons supports : 21 articles dont quinze dans des revues de très grande qualité de la communauté ainsi que 28 communications dont sept en collaboration avec l'équipe ION. L'originalité de la production scientifique est de bon niveau, avec plusieurs atouts : le travail de recherche « favoriser la résilience des organisations » ou encore l'article IF5-insertion dans la communauté de recherche sur la créativité La production scientifique du thème Innover de très grande qualité est impressionnante au regard des ressources humaines donc du potentiel de recherche.

Pour le thème Innover, les relations non-académiques sont de très grande qualité avec une Chaire CESI- AVELIS « Construction hors-site et industrialisée, pour l'humain et l'environnement », avec un Dispositif MinInnov et avec une conférence au Ministère de l'Intérieur en juin 2022 sur la posture managériale pour favoriser l'innovation). Le thème Innover a un impact de grande qualité au niveau des enjeux sociétaux et technologiques avec une vision multi-disciplinaire au sein de l'équipe : humaine, sociale, technologique, managériale avec un Observatoire paritaire des compétences de la métallurgie et l'OPCO2i, avec un réseau existant de partenaires académiques et industriels qui partagent ces problématiques.

L'accueil des doctorants bénéficie de la recherche financée par des partenaires non-académiques grâce à, notamment, des contrats R&D (2) et des conventions Cifre (5 : Tactile Studio, SBT, Châlons Agglo, SNCF, AVELIS) dans le domaine du Management éthique et par la mise en place des formations de l'école d'ingénieurs (contrats doctoraux CESI).

Le thème Innover a déposé six brevets, ce qui est excellent, dont par exemple le Brevet-ANR-CREAM sur un Outil de conception de produits en fabrication additive et procédé associé à la rédaction de normes et procédures. Le thème contribue également à la rédaction de normes, d'un guide pratique de la pédagogie de l'alternance à destination des filières professionnelles, et est impliqué dans un projet Comeback2Me déposé in PPR Autonomie (Programme Prioritaire de Recherche de l'ANR) coordonné par l'INSA Rennes. Une centaine d'acteurs (Responsables CFA ou organisations professionnelles) sont impliqués.

Les actions de partage de la connaissance avec le grand public et le jeune public sont de très grande qualité (e.g., guide pratique de la pédagogie de l'alternance à destination des filières professionnelles) et une médiation scientifique de très bon niveau formalisée avec le Transfert-pédagogie-Innovation : Brief Projet Innovation – Formation d'Ingénieur sous Statut Apprenti. CESI.

Des actions de formation continue sont réalisées vers les entreprises : GRDF, Engie, EDF, SNCF, Lycée Pablo Neruda. La diffusion de la culture scientifique est excellente vers le Ministère de l'Intérieur, Salon du Management, Afterwork Fab&Co, Continuum à destination des lycéens, interviews, podcasts, Causeries CESI, MS Days (à destination des Masters Spécialisés), Fêtes de la Science, Pint of Science.

## Points faibles et risques liés au contexte

### THEME APPRENDRE

Il n'y a aucun prix ou distinction pendant la période.

L'activité de recherche du thème « Apprendre » repose fin 2022 sur un effectif de quatre enseignants-chercheurs sur poste permanent (contre six en 2020), majoritairement jeunes, en expérience ou en ancienneté, ce qui reste un facteur limitant pour le développement de projets dans le champ des sciences humaines en partenariat avec des laboratoires étrangers ou avec le reste de l'unité. Le thème « Apprendre » est donc fragile, d'autant plus que deux des quatre membres permanents sont en disponibilité (Université Paris Nanterre et Paris 8) dont la responsable du thème. Le nombre d'HDR au sein de l'équipe est également faible, ce qui limite les possibilités d'encadrement doctoral. De plus, la durée de thèse est trop longue (au-dessus de la moyenne avec 4,6 ans, et une durée max de 7,2 ans). Le nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs invités de renom est faible. Les responsabilités éditoriales dans des revues ou dans des collections internationales en langue anglaise de haut niveau sont peu développées.

Compte tenu de la qualité des plateformes de l'unité, des relations avec le thème « Innover » et l'équipe ION, le comité ne dénombre aucun projet européen ou international piloté par le thème « Apprendre ».

Les revues d'excellente qualité, de la communauté, ne sont pas assez ciblées (quatre sur quatorze ACL). Les articles à comité de lecture (1/14) et les conférences internationales (11/44) publiés en anglais sont en retrait. Les co-publications avec des partenaires du meilleur niveau international sont peu développées (1 ACL). La co-production scientifique intra unité entre le thème « Apprendre » se résume à un article en revue avec le thème « Innover » et à trois conférences internationales avec l'équipe ION.

Une thèse abandonnée était financée à titre individuel.

#### THEME INNOVER

L'organisation de congrès internationaux majeurs, la participation à des comités scientifiques ainsi que la prise de responsabilités éditoriales dans des revues et des collections de haut niveau sont en retrait, en regard du potentiel du thème.

Le portage et la participation à des projets européens et internationaux sont faibles.

Les doctorants et post-doctorants participent à la production scientifique, mais c'est encore en retrait avec seulement (pour les articles ACL) quatre doctorants sur quinze qui sont co-publiants des articles.

#### Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe AI a optimisé la maîtrise des cadres de recherche, théoriques et méthodologiques de l'innovation, le développement humain, social, et la transformation des organisations. Cette optimisation est mise au service de la transférabilité des technologies vers les terrains. L'équipe a accru son ouverture à l'international, a produit de nombreux brevets vers le monde socio-économique. La dynamique multidisciplinaire s'appuie sur le réseau existant de partenaires académiques et industriels qui partagent ces problématiques et qui apportent des ressources et des compétences. L'équipe propose de continuer à explorer les sujets phares qu'elle a initiés, tirant parti de sa dynamique actuelle et de sa visibilité.

Avec le concept d'environnement personnel d'apprentissage (EPA) notamment « capacitant », le projet vise à mieux comprendre comment les apprenants se construisent leurs propres EPA (e.g., grâce aux technologies « buissonnières » liées à l'intelligence artificielle, aux communautés en ligne). En parallèle, la mise en capacité à apprendre se traduit dans des milieux de formation 1) mobilisant les technologies pour (aider à) apprendre, 2) mobilisant le travail pour (aider à) apprendre.

Adossé à une production scientifique qui a évolué vers l'excellence (i.e., créativité), le projet est de poursuivre les recherches sur l'innovation need-seeker se déclinant en travaux sur les besoins fondamentaux dont le besoin d'autonomie, les besoins futurs, la résilience. La trajectoire à moyen et long terme vise à redéfinir l'innovation, en dépassant une vision économique pour y intégrer le sens et l'impact. Dans la dynamique de l'équipe AI, les travaux se poursuivent sur les processus de créativité : conception d'environnements technologiques et méthodologiques de créativité avec l'enrichissement apporté par les thèses et avec l'intensification des travaux sur les technologies de créativité de nouveaux enseignants-chercheurs en Interaction Humain-Machine et en Réalité Virtuelle.

Cette trajectoire, bien que dans la continuité est ambitieuse et repose sur un effectif faible qui peut être fragilisé par la non reconduction des membres en disponibilité.

Les membres de l'équipe AI apportent aux étudiants une vision riche et complémentaire relative aux sujets technologiques. Au niveau de l'unité, l'intérêt de l'apport des chercheurs de l'équipe AI est l'internalisation des dimensions ergonomiques, cognitives, sociales ou managériales. Cette complémentarité entre les thèmes Apprendre et Innover donne une cohérence, une prise de hauteur et une force qui permet un dialogue plus adapté et opérationnel entre les disciplines et les expertises.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de renforcer l'équipe pour répondre aux besoins en expérience, et en effectif afin de pouvoir maintenir un niveau de production et d'encadrement des thèses mais aussi pour assurer la transférabilité, la mise à la disposition des concepts et outils de recherche vers les étudiants et professionnels et la valorisation.

Il est recommandé d'optimiser encore le ciblage des revues de réputation internationale pour adosser les enseignements et organiser la négociation des conditions de transfert des technologies répondant à des besoins évolutifs.

Pour optimiser le rayonnement scientifique, le comité recommande une implication plus forte et réelle dans l'organisation de congrès internationaux majeurs, dans la participation à des comités scientifiques et dans des responsabilités éditoriales de revues ou collections de haut niveau pour gagner et renforcer la visibilité à l'international.

Le comité invite les doctorants à rejoindre les standards en termes de participation à la production d'ACL dans des revues internationales.

Le comité recommande de circonscrire les partenaires et les territoires en tenant compte des ressources qu'ils apportent, de la professionnalisation qu'ils permettent aux thèses, des fonctionnements de plateformes université-entreprises et d'une gestion « économique » et « écologique » des territoires afin de garder une maîtrise des zones géographiques d'implantation.

Une dernière recommandation concerne le développement de partenariats avec des laboratoires universitaires à l'international pour accentuer le rayonnement international de l'équipe.

**Équipe 2 :** ION - Ingénierie et Outils Numériques

Noms des responsables : MM. David Baudry et Yohan Dupuis

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe se découpe en trois thèmes : thème 1 (Modélisation, architecture et décisions des Systèmes Cyber-Physiques (CPS), thème 2 (Digitalisation des interactions, environnements et processus), thème 3 (Gestion énergétique – Conforts et Santé dans le bâtiment).

Les travaux du thème 1 « Modélisation, Architecture et Décision des CPS » de l'équipe ION ont pour but de créer des méthodologies innovantes, des outils et des solutions pour renforcer la résilience et la sûreté des systèmes cyber-physiques (CPS) notamment dans les secteurs de la production et de l'industrie, face à divers défis et perturbations.

Dans le cadre du thème 2 « Digitalisation et interactions humains systèmes », les problématiques étudiées concernent l'utilisation des jumeaux numériques, des réalités virtuelles ou augmentées et de l'intelligence artificielle comme supports aux interactions avec, notamment, l'augmentation visuelle de l'information pour l'opérateur ainsi que la représentation virtuelle des environnements de travail. Ce domaine correspond totalement à des enjeux actuels, la digitalisation des interactions étant au cœur des développements « du futur », que cela concerne l'industrie, la ville ou le bâtiment. Dans ce cadre, une part importante des travaux concerne les outils de modélisation des informations de la construction connus sous le sigle BIM (Building Information Modeling), correspondant à un thème central de la ville du futur et des bâtiments intelligents. Les autres domaines applicatifs sont l'industrie et, plus généralement, la robotique.

Les travaux réalisés dans le thème 3 « Gestion énergétique - Conforts et Santé dans le Bâtiment » s'intéressent aux enjeux liés à la réduction de la consommation énergétique des bâtiments tout en maintenant des conditions de confort et de qualité de l'air favorables au bien-être et à la santé des occupants. Les travaux de recherche ont été dirigés principalement vers l'amélioration de la performance énergétique et de la qualité des environnements intérieurs des bâtiments.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité n'a pas trouvé de réponse explicite aux recommandations clairement rédigées par l'équipe ION.

Concernant la recommandation portant sur « Le positionnement scientifique sur les champs "Usine du futur" et "Ville du futur" doit être précisé dans un contexte national, mais également international. Au vu de l'évolution des ressources humaines dédiées au thème, et du nombre de sujets et de verrous scientifiques mis en avant, un resserrement thématique s'avère nécessaire de façon à éviter la dispersion thématique, qui serait encore amplifiée par la multiplicité des sites de recherche. »

Une recherche de cohérence et de rapprochement entre les thèmes 1 et 2 serait souhaitable, notamment autour du sujet des « jumeaux numériques ».

Le DAE de l'unité ainsi que sa trajectoire ne montrent pas de volonté de rapprocher les thèmes. L'unité propose de plus de diviser l'équipe en huit sous-thèmes.

Concernant la recommandation portant sur « Les développements futurs et la maintenance de la plateforme expérimentale construite autour de la cellule flexible de production devront être pris en compte tant au niveau financier qu'humain. Actuellement le fonctionnement courant est assuré par les EC et par un technicien. L'organisation de ces tâches, les missions liées aux investissements futurs, devront être formalisées dans les définitions de poste, en particulier des personnels de soutien à la recherche. »

Le DAE et la visite ont permis de voir que l'unité a mis des moyens humains pour la gestion des plateformes avec notamment des IR. Des fonds sont également spécifiquement mis à disposition pour la maintenance et la jouvence de la plateforme.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>6</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	56
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	36
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>92</b>
<b>Total personnels</b>	<b>98</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique est très bonne quantitativement pour le thème 1, excellente pour le thème 2 et en retrait pour le thème 3. Les supports de cette production sont de qualité inégale entre les thèmes, très bon pour les thèmes 1 et 2 et en retrait pour le thème 3. La participation à la production scientifique n'est pas homogène entre les membres.

Il existe un certain nombre de collaborations internationales. Cependant, le rayonnement international de l'équipe est globalement faible.

L'attractivité est excellente pour les doctorants comme l'atteste le recrutement de nombreux doctorants ayant fait leur master à l'extérieur du CESI et à l'étranger.

L'équipe a eu un excellent succès aux appels à projets régionaux à gestion européenne (FEDER). Au niveau national, l'équipe a une très bonne participation à des PIA et est en retrait pour la participation aux ANR.

Les relations avec les collectivités territoriales sont très bonnes en région Normandie, mais moins visibles sur les autres campus.

L'activité de médiation scientifique et de diffusion de la connaissance destinée au grand public est inexistante pour l'ensemble de l'équipe.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Thème 1 : Modélisation, Architecture et Décision des CPS

La production scientifique est très bonne avec des publications dans des journaux reconnus de la communauté (European Journal of Operational Research, Annals of Operations Research, Operational Research, Expert Systems with applications) et des journaux à gros impact factors (International Journal of Production Economics, Computers in Industry). Le DAE indique 32 revues ACL de très bon niveau. Pour les conférences, le comité retrouve les conférences classiques de génie industrielles/RO comme MIM (Manufacturing Modelling, Management and Control) ou APMS (International Conference on Advances in Production Management Systems), et ainsi que les conférences de recherche opérationnelle moins sélectives (Euro - conférence de



l'Association of European Operational Research Societies, ROADEF - congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision) ce qui est classique pour le domaine. La production scientifique est bien proportionnée au potentiel de recherche de l'unité. Le thème CPS a produit 22 articles de revues et également onze articles avec le thème ION-2. Il a par ailleurs produit 86 articles de conférences et 53 autres avec d'autres thèmes. Cela correspond à environ 0,42 article de revue par ETP/an ; 1,8 article de conférence par ETP/an. La production implique très bien des doctorants pour les conférences avec au moins deux conférences par doctorant.

Le thème a également un bon niveau de développement logiciel avec le développement de deux outils FedGA-ICPS et Sec-IOT dans le cadre de ses travaux sur l'amélioration de la résilience et la sûreté des CPS ainsi que de quatre autres prototypes dans le cadre des projets de recherche.

Concernant les invitations dans des institutions académiques ou des congrès internationaux, le thème CPS de ION a une bonne visibilité avec deux invitations dans des universités en Chine et au Mexique. Les membres se sont également fortement impliqués dans l'organisation de conférences, workshop et session (MEDI 2021 International Workshops, Cpps 2018 : Cyber Physical Production Systems: Theory And Practices, SIAS 2021 : Symposium on Intelligent and Autonomous Systems , SCC 2021 : Symposium on Solutions for Smart Cities Challenges 2021, SSCC 2020 : Symposium on Solutions for Smart Cities Challenges 2020 (<https://www.sccc.fr/SSCC2020/>)), CymaEn 2021 : international conference on cyber management and engineering, Session de conférence MIM2022 : Modelling and Control of Sustainable Production Taking into Account the System Reliability, Session de conférence MIM2022: Integrating Human/motions and IA in the Context of Industry 4.

L'attractivité des doctorants est excellente avec 25 doctorants accueillis dont sept thèses soutenues. Les doctorants proviennent de différents masters français et également de l'étranger. Certains doctorants sont co-encadrés avec des HDR d'autres universités (UHA, INSA Rouen, ...)

Concernant les chercheurs et enseignants-chercheurs, l'attractivité est très bonne. CPS regroupe 26 enseignants-chercheurs et un enseignant-chercheur associé dans les sections CNU 27 et 61. Le thème a vu son effectif multiplié par quatre entre 2017 et 2022 en passant de sept à vingt-six enseignants-chercheurs dont seize ont été intégrés entre 2021 et 2022, deux HDR ont été soutenues pendant la période.

CPS a un très bon succès aux appels à projets régionaux à support européen avec le portage du contrat COROT Interreg V, FEDER et la responsabilité de package dans UV ROBOT Interreg V.

L'implication dans les PIA est bonne avec un PIA porté.

Le thème est excellent pour les appels régionaux avec neuf contrats passés avec la région Normandie.

Thème 2 : Digitalisation et interactions humains systèmes

La production scientifique est excellente et se situe dans la moyenne du laboratoire : 0,8 article dans des journaux/ETP/an et 1,4 conférences /ETP/an. Elle est de plus bien ciblée : 82 % des publications sont réalisées dans des journaux reconnus de la communauté. La production est ainsi conforme à la politique de publication définie par l'établissement.

Une part importante de l'activité de production scientifique s'appuie sur des collaborations avec des chercheurs d'autres laboratoires et établissements (Institut de Recherche en Systèmes Electroniques Embarqués, Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines (UMR 8201), Laboratoire d'Informatique, du Traitement de l'Information et des Systèmes, ...). À titre d'exemple, les 2/3 des articles dans des journaux sont co-signés dans ce cadre. Pour ce qui concerne les doctorants, ceux-ci sont activement associés à la production scientifique 48 % des présentations dans les conférences et 43 % des articles dans des journaux sont dans cette situation. Lorsque le thème d'un article de journal concerne les travaux d'un doctorant, celui-ci apparaît dans les auteurs en première position. Ces deux points sont très positifs.

D'un point de vue organisationnel, 20 enseignants-chercheurs sont engagés sur ce thème. Celui-ci étant récent, les effectifs sont en progression (12 enseignants-chercheurs en 2017). Le DAE fait état de 19 doctorants. Leur origine est très variée, en France et à l'étranger. Ces deux points traduisent une attractivité qui conduit à une véritable capacité de recrutement.

Parmi les 20 enseignants-chercheurs, six ont une HDR. Aussi, le thème est très bien encadré puisque l'on comptabilise trois doctorants par HDR. Une HDR a été soutenue pendant la période de référence.

L'activité du thème s'appuie beaucoup sur les appels à projets nationaux. Au cours de la période de référence, le thème a participé à deux projets PIA et à une ANR. En complément à cela, le thème s'appuie très fortement

sur les financements de la région Normandie : il a participé à deux projets de ce type. À cela, il faut ajouter trois projets FEDER. Ces résultats constituent un très bon niveau de participation aux appels à projets. Pour mener ses activités, le thème peut s'appuyer sur les plateformes « usine du futur » et « bâtiment du futur » de l'établissement, ce qui constitue une situation extrêmement favorable.

Dans le cadre des activités collaboratives du thème, les relations avec les entreprises occupent une place majeure. Il est ainsi possible de comptabiliser deux chaires, trois thèses en convention Cifre et plusieurs collaborations. De même, une thèse a été financée par une collectivité locale et des séminaires ouverts aux industriels sont organisés (cinq en trois ans). Ce très bon niveau de collaboration industrielle est à la fois un indice d'attractivité et un gage d'inscription des activités dans le monde socio-économique.

Les activités du thème ne se prêtent que très peu au dépôt de brevet, mais conduisent souvent à des résultats numériques. Aussi, le thème est un important pourvoyeur de résultats numériques en termes de logiciels (quatre sur la période), frameworks de développement (1) et jeux de données (3).

### Thème 3 : Gestion énergétique – Conforts et santé dans le bâtiment

Il s'agit d'une équipe jeune, composée de sept EC dont un HDR pendant la période 2017-2022. Ses travaux portent sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments tout en assurant les conditions de confort des occupants. Les travaux menés par l'équipe sont en parfait alignement avec les enjeux sociétaux et environnementaux, d'aujourd'hui et de demain.

L'équipe dispose d'un bâtiment expérimental apportant un point d'appui fort pour mener à bien des études expérimentales.

Le niveau de collaboration du thème 3 avec les équipes françaises (quatre en tout) et étrangères (Brésil et Danemark) est bon. La co-production d'articles de conférence avec les collaborateurs internationaux est excellente avec 55 % des articles en co-production. Les collaborations internes avec les autres thèmes de l'équipe ION sont bonnes, permettant la production de quatre articles de revue et de cinq articles de conférence avec le thème Digitalisation et interactions humains systèmes.

La publication d'articles de revue par des doctorants est très bonne (trois articles dans de très bonnes revues de la communauté pour deux doctorants ayant soutenu au cours de la période). La publication d'article de conférences par les doctorants pendant leur thèse est bonne (deux conférences pour deux docteurs et un doctorant en fin de thèse).

Le thème dispose déjà d'un bon rayonnement à l'international avec des collaborations pérennes avec le Brésil et le Danemark, auxquels s'ajoutent des laboratoires au Portugal, en Inde et au Royaume-Uni.

L'attractivité au niveau des doctorants est très bonne, leur origine étant très variée aussi bien en France qu'à l'étranger.

Les EC du thème ont été conviés pour siéger dans des jurys de thèses dont une internationale.

La contribution du thème dans les projets (trois dont un PIA coordonné par CESI) est bonne eu égard du nombre d'EC. Ces projets dépassent les frontières de l'équipe seule.

Les interactions avec le monde socio-économique de l'équipe sont de bon niveau avec notamment le pilotage d'un groupe de travail pour la Communauté d'Agglomération de La Rochelle, mais aussi avec la plateforme Tipee (collaboration pérenne depuis 2015). Ces collaborations ont été une bonne occasion de déposer des projets ADEME, ou encore une demande de convention Cifre.

## Points faibles et risques liés au contexte

### Thème 1 : CPS

La production scientifique n'est pas répartie de manière homogène entre ses équipes et ses personnels avec quelques personnes fortement publiantes et des personnes peu publiantes en revue ou congrès.

Le comité ne relève aucune responsabilité éditoriale dans des revues et des collections de haut niveau, aucune participation à des instances de pilotage de la recherche et d'expertise scientifique, ni aucun prix ou distinction. Le recrutement de nombreux nouveaux doctorants constitue un risque en termes d'encadrement doctoral (ratio HDR/Doctorant).

La durée des thèses est très longue : 4,2 ans de durée en moyenne avec un maximum à 8,8 ans. Il y a eu également deux abandons de thèse.

Le nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs invités de renom est assez faible pendant la période (trois visites : Université de Sidi bel Abbès, Algérie, Neoma-Business school, Université Mohamed Khider Biskra-Algérie). Il n'y a aucun portage ou participation aux ANR pendant la période.

Les invitations dans des laboratoires internationaux des membres du thème CPS sont faibles avec seulement deux membres invités à faire un court séjour dans un établissement étranger (une semaine en 2019 et un mois en 2018).

Compte tenu du contexte du laboratoire et du thème, les conventions Cifre sont peu développées avec seulement deux conventions Cifre pendant la période.

Il n'y a aucune activité indiquée de médiation ou de partage de la connaissance.

## Thème 2 : Digitalisation et interactions humains systèmes

La répartition des résultats scientifiques par rapport aux chercheurs est très déséquilibrée. Ainsi, si l'on se focalise uniquement sur les journaux, les deux enseignants-chercheurs publiant le plus activement co-signent 28 % des articles et les six plus actifs 51 %. De même, plus de la moitié des doctorants du thème sont encadrés par deux HDR (sur six).

L'ouverture vers l'Europe et l'international constitue un point faible. Même si des collaborations avec des établissements étrangers existent, plusieurs faits montrent que cette ouverture reste aujourd'hui très limitée : pas de participation à des sociétés savantes internationales, seule une conférence sur quatre dans laquelle des membres du thème ont communiqué a été supportée ou labellisée par une société savante internationale, pas de projet européen (hors FEDER), seuls 13 % des articles dans des journaux ont été co-signés avec un chercheur étranger.

Ce faible rayonnement scientifique au niveau international se traduit par une très faible participation à l'organisation de congrès internationaux majeurs ainsi qu'aux comités scientifiques de ces manifestations, à l'absence de responsabilité dans des revues de haut niveau, à peu d'invitation de chercheurs étrangers et à l'absence de distinctions scientifiques.

Les actions destinées au grand public ainsi que de médiation scientifique sont inexistantes.

## Thème 3 : Gestion énergétique – Conforts et santé dans le bâtiment

L'originalité des travaux du thème n'est pas immédiatement visible. Le recours aux méthodes de l'IA et aux jumeaux numériques n'est pas justifié.

La présence d'une seule HDR relative au thème est un élément crucial à surveiller ; une seule thèse de ce thème est sous la direction du LINEACT.

Le nombre d'articles de revue rapporté au nombre total d'EC et de doctorants reste modeste. L'essentiel de l'effort de publication n'est porté que par peu d'EC (un EC est auteur de quatre articles de revue et onze articles de conférence). Le thème a publié dix articles dans des revues pendant la période de référence, soit 0,6 articles/ETP/an ; ce qui est faible. Ce taux de production est à relativiser compte tenu de la croissance importante de l'effectif du thème (croissance de deux EC en 2017 à huit en 2022).

Malgré le dépôt de proposition à des appels à projets de l'ANR, le thème n'a pas eu de succès.

Bien qu'ayant une thèse sous convention Cifre, le comité n'a relevé aucune relation non-académique établie.

Le comité relève qu'il n'existe aucune contribution à la diffusion scientifique vers le grand public.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe ION présentée dans le rapport est issue d'une étude des forces existantes et à venir de l'équipe, ainsi que de la prise en compte des besoins et des opportunités présents dans l'écosystème du laboratoire. Les nouveaux thèmes de recherche proposés ont été construits en cohérence avec les besoins d'évolution en enseignement du CESI.

L'équipe définissait trois thèmes en début de la période de référence (Modélisation, Architecture et Décision des CPS, Digitalisation et interactions Humains systèmes, et Gestion énergétique - Conforts et Santé dans le bâtiment) et propose maintenant une structuration en huit thèmes. Les présentations ont montré que cette dernière structuration est déjà effective. Le DAE faisait référence à la nomination de quatre des huit animateurs de ces thèmes lors de son dépôt.

La définition de la trajectoire a fait l'objet d'un travail en amont en concertation avec la Direction de la Recherche et la Direction des Etudes ; elle a été présentée au Comité Exécutif et au Conseil Scientifique du CESI.

Le questionnement scientifique et les thématiques de recherche proposés par les thèmes dans leur globalité sont solides et d'actualité. Toutefois, le comité n'a pas toujours identifié leur positionnement par rapport aux travaux des autres équipes françaises et internationales.

La création de nouveaux thèmes de recherche peut contribuer à un affaiblissement de l'assise scientifique de l'équipe :

- en dispersant nécessairement les EC entre les thèmes,
- en réduisant les forces en présence des anciens thèmes dont la reconnaissance allait en grandissant,
- en créant des thèmes dont le nombre d'EC reste faible et qui parfois ne possèdent pas d'EC avec HDR. Ce qui génère a fortiori des encadrements (de thèses) croisés en interne ou en externe pouvant notamment retarder l'atteinte de la légitimité et de rayonnement national et international recherchés.

Ces points ont été explicitement identifiés par l'équipe dans l'analyse des risques.

Malgré la volonté affichée de relations académiques externes, le comité n'a pas relevé de « feuille de route » de l'équipe quant à la création de relations nationales et internationales.

#### Thème CPS

La trajectoire de la recherche autour de la modélisation, la conception et l'architecture des systèmes cyber-physiques (CPS) est bien construite et bien détaillée mais reste classique en se concernant principalement sur la résilience et la sécurité des CPS. Au niveau méthodologique, le projet propose comme classiquement actuellement l'intégration de l'apprentissage machine mais également les blockchains. Le projet propose également d'améliorer la collaboration interdisciplinaire.

#### Thème Digitalisation et interactions humains systèmes

L'analyse des travaux du thème montre que les applications se focalisent sur des domaines précis, en premier lieu le bâtiment et l'industrie. Cela conduit à une vision brouillée de l'identité du thème qui mêle un aspect outils (digitalisation, interaction) et un aspect domaine applicatif (bâtiment, industrie). L'orientation du laboratoire de créer deux nouvelles thématiques (Interactions humains systèmes, Digitalisation et industrialisation de l'acte de construire) devrait permettre de clarifier les domaines couverts. Ce redécoupage s'accompagne favorablement d'une progression des effectifs (douze EC en 2020, vingt en 2022).

#### Thème Gestion énergétique – Conforts et santé dans le bâtiment

Le verrou principal des travaux du thème concerne l'efficacité énergétique qui reste inchangé depuis le début. La trajectoire des questionnements scientifiques abordés montre un changement d'échelle (d'un bâtiment vers un quartier) en réponse à l'efficacité énergétique des bâtiments et à leur indépendance maximale vis-à-vis d'un fournisseur d'énergie. Les embauches futures de nouveaux enseignants-chercheurs ne doivent pas aller linéairement avec un élargissement de spectre sous peine d'une dispersion critique pour une jeune équipe.

L'exploitation des méthodes et outils de l'IA et des jumeaux numériques est une constante dans les intentions du thème.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de continuer de répondre aux AAP ANR.

Le comité encourage l'équipe ION à développer une feuille de route pour le rayonnement à l'international. Les thèmes ainsi que l'ambition affichée permettent au comité de penser qu'il n'existe pas de frein majeur à cette ouverture.

Le comité recommande de renforcer la contractualisation des activités de recherche avec des entreprises, notamment avec des conventions Cifre.

Le comité recommande de développer la stratégie en faveur d'une science avec et pour la société (médiation, sensibilisation du grand public ...).

Le comité recommande à l'équipe de réduire la durée des thèses.

Le comité recommande d'impliquer les peu et non publiants dans la recherche pour les amener à des publications.

Le comité recommande une démarche pas-à-pas dans l'extension des champs d'investigation, en consolidant progressivement les acquis, en renforçant les liens avec les laboratoires français et internationaux de la discipline tout en poursuivant les interactions avec le tissu industriel.

Le comité recommande au thème Gestion énergétique – Conforts et santé dans le bâtiment de maximiser les publications dans des revues reconnues par les pairs afin d'augmenter la lisibilité, la qualité ainsi que l'originalité des travaux.

Le comité recommande de prioriser des thèmes et de concentrer les efforts de recrutements RH seniors et juniors sur ces thèmes prioritaires.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATES

**Début :** 23 janvier 2024 à 9h

**Fin :** 25 janvier 2024 à 15h30

**Entretiens réalisés : en distanciel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

<b>Mardi 23/1</b>	
9h-12h	réunion à huis clos du comité
12h	pause
13h	Introduction de la visite par le CS du Hcéres Présence : membres du Comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres, tout ou partie de l'unité
13h10	Présentation du bilan et de la trajectoire de l'unité par le directeur de l'unité (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du Comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres et/ou tout ou partie de l'unité
13h55	Rencontre informelle entre l'unité et le comité
14h35	pause
14h55	réunion à huis clos du comité
16h	Equipe « Apprendre et Innover » (15 minutes de présentation, 15 minutes de questions) Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
16h35	rencontres informelles avec l'équipe « Apprendre et Innover »
16h55	réunion à huis clos du comité
<b>Mercredi 24/1</b>	
8h35	Equipe « Ingénierie et Outils Numériques » (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
9h20	rencontres informelles avec l'équipe « Ingénierie et Outils Numériques »
9h55	Rencontre avec les représentants du personnel : doctorants et postdoctorants Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
10h25	pause
10h55	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres
11h55	pause

13h	Créneau SCIENCE : focus scientifique en regard du portfolio, visites des plateaux techniques ou tout autre contenu (sur proposition de l'unité) Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
15h	pause
15h30	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres
17h	fin des réunions
<b>Jeudi 25/1</b>	
8h30	Rencontre avec les représentants du personnel : EC Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
9h05	Rencontre avec les représentants du personnel : personnels administratifs et techniques Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
9h35	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres
10h35	pause
11h10	Réunion du comité avec les représentants des tutelles Présence : membres du Comité et CS du Hcéres
11h45	Réunion du comité avec la direction de l'unité Présence : membres du Comité et CS du Hcéres
12h10	Clôture de la visite Présence : membres du Comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres et/ou tout ou partie de l'unité
12h25	pause
13h25	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres
15h25	fin des réunions

# OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES



**Vincent COHAS**  
Directeur général CESI

Hceres  
Département d'évaluation de la Recherche

Paris, le 31 mai 2024

**Objet : Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation de l'unité CESI  
LINEACT**  
**Réf. : DER-PUR250024568-ST6-LINEACT-RT**

Madame, Monsieur,

Au nom de toute l'équipe, j'adresse tous mes remerciements au comité d'experts ainsi qu'à madame Catherine Berrut pour leur implication dans l'évaluation du laboratoire CESI LINEACT.

Ce rapport nous permet d'améliorer la structuration de nos actions pour la prochaine période.

À la suite des recommandations de l'audit précédent, le comité a noté l'évolution en volume et en qualité de la production scientifique de l'unité, tout en relevant une production encore concentrée sur un nombre réduit d'enseignants-chercheurs. L'unité va poursuivre sa politique d'accompagnement des jeunes enseignants-chercheurs visant à rehausser leur niveau de production scientifique. Cette politique de diffusion scientifique continue à être adossée aux meilleurs standards internationaux.

Concernant le Conseil Scientifique, nous souhaiterions apporter les précisions suivantes. L'activité de recherche et d'innovation de CESI se déroulant majoritairement au sein de CESI LINEACT, nous avons, dans le rapport d'auto-évaluation, nommé indifféremment ce conseil scientifique comme étant celui de la tutelle ou celui de l'unité. Il n'y a bien qu'un seul Conseil Scientifique mis en place par CESI en 2015 suite au développement des activités de recherche. Ce Conseil Scientifique est défini comme l'organe de concertation, de réflexion et de proposition du groupe CESI quant à la recherche et l'innovation. Les 15 membres extérieurs du CS de CESI sont répartis entre experts académiques (10) et entreprises (5) et couvrent l'ensemble des thématiques de l'unité.

Sur le plan de la DCSTI, l'unité a mené plus de 110 actions de diffusion sur la période évaluée. Ces actions ont impliqué les enseignants-chercheurs des deux équipes de recherche et de l'ensemble des thématiques. L'unité va continuer à accroître sa dynamique de DCSTI pour mieux la valoriser sur les thématiques et faire intervenir l'ensemble des campus.

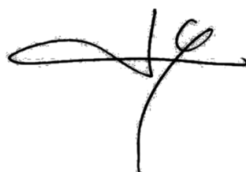
L'évaluation reconnaît la qualité de l'encadrement doctoral notamment grâce à un bon équilibre entre les nombres de doctorants et de HDR de l'unité, tout en soulignant deux points d'amélioration possibles de la formation doctorale à CESI LINEACT. Le premier concerne la réduction de la durée des thèses. Nous mettons en place un meilleur suivi individualisé des doctorants au niveau de l'unité afin de réduire la durée des thèses. Par ailleurs l'attractivité de l'unité, soulignée par l'évaluation, nous permettra de recruter les candidats aux études doctorales de manière plus sélective. Le second porte sur le taux de publication scientifique en revue des doctorants. Pour la

période évaluée, 75% des doctorants ayant soutenu leur thèse ont publié au moins une communication en conférence et un article de revue. L'unité fera en sorte qu'en fin de prochaine période, l'ensemble des thèses soutenues fassent l'objet d'au moins un article publié dans une revue reconnue par la communauté.

Comme le recommande le comité, l'unité a déjà inscrit dans sa trajectoire de développement la collaboration internationale qui s'inscrit dans les objectifs de sa tutelle CESI. Ce développement bénéficiera de la synergie existante entre la Direction du Développement International et la Direction de la Recherche et de l'Innovation, au bénéfice entre autres de l'unité. CESI LINEACT bénéficiera notamment des partenariats internationaux existants et du développement de nouveaux partenariats catalysés par la maturation des activités de recherche et d'innovation de CESI. L'unité a notamment proposé dans sa trajectoire une politique ambitieuse de développement de la recherche partenariale à l'international pour la prochaine période évaluée.

Je vous prie d'agréer, madame, monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Vincent COHAS



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

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



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

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

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

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