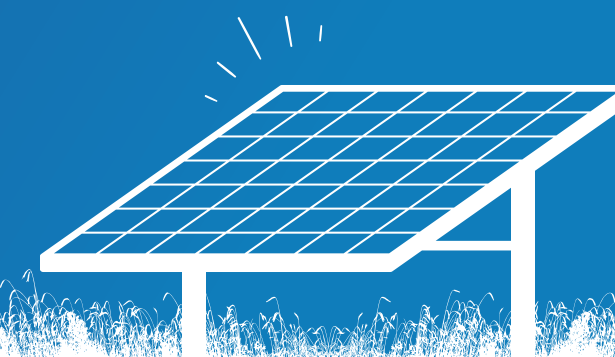


# Rapport d'activité 2022-2023



# 00

# Table des matières

Résumé public . . . . .	3
État d'avancement du projet . . . . .	4
Impact du projet. . . . .	16
Commentaires libres. . . . .	20
Indicateurs . . . . .	21
Effectif - nombre et diversité . . . . .	26
Formation - Flux D'étudiants, Enseignants, Chercheurs . . . . .	29
Doctorat – financement des thèse . . . . .	32
Valorisation . . . . .	33
Liste des indicateurs spécifiques . . . . .	34
Liste des jalons . . . . .	35
Cofinancement par établissement partenaire . . . . .	37
Coûts liés à la science ouverte . . . . .	41





# 01

## Résumé public

Le centre interdisciplinaire Energy4Climate (E4C), créé en juin 2019 par l'Institut Polytechnique de Paris et l'École des Ponts ParisTech, vise à répondre aux principaux défis de la transition énergétique en termes de recherche, d'enseignement et d'innovation à l'aide de l'expertise de 26 laboratoires. Soutenu financièrement par le Programme d'Investissement d'Avenir (ANR), par le mécénat industriel et particulier ou encore par des contrats de recherche, le centre E4C cherche à se placer au plus haut niveau d'excellence parmi les initiatives mondiales similaires, grâce à une recherche interdisciplinaire. Le centre E4C permet une analyse systémique des verrous à la transition énergétique et apporte l'expertise nécessaire en appui aux politiques publiques. Pour conduire ses recherches, ainsi que former étudiant·es et professionnel·les, le centre développe des plateformes instrumentales (comme des *smartgrids* électriques et thermiques, des fermes agrivoltaïques, des systèmes de capture et de valorisation du CO<sub>2</sub>), une suite de modèles pour la prévision et la prospective énergétique (E4Cast et E4Clim) ainsi qu'un centre de données (E4C DataHub). Des *PhD Tracks* permettent aux étudiants de s'initier à la recherche dès la première année, renforçant la synergie entre formation et

recherche. Une médiathèque E4C propose un espace de partage mutualisé de supports pédagogiques, de tous formats, principalement à destination des enseignant·es. Un Challenge international annuel pour les étudiants de différents établissements, disciplines et cycle de formation (ingénieur, masters) est organisé pour proposer des solutions aux grands défis sociétaux abordés dans E4C. Une mission de consultance bénévole étudiant est également proposée en partenariat avec Bpi France Le Lab pour accompagner les PME-ETI dans l'élaboration de leur plan climat.

En 2022, E4C c'est :

- 150 personnels permanents
- 50 doctorant·es
- 67 publications depuis 2019
- 30 post-doctorant·es
- 8 axes de recherche
- 4 *PhD tracks* annuels
- 2 parcours entrepreneuriat sur l'énergie
- 1 master sur l'énergie
- 1 école thématique par an



# 02

## État d'avancement du projet

**Organisation et pilotage du projet. Lancement, organisation et gouvernance du projet, pilotage et dispositifs de suivi, mode d'implication des directeurs d'unités de recherche concernés.**

La gouvernance du centre E4C remplit plusieurs missions. Premièrement, elle soutient les activités de recherche et de formation du centre en favorisant la collaboration interdisciplinaire tout en assurant l'intégrité ainsi que les pertinences scientifique et sociétale de ses activités. La gouvernance veille également à prévenir les conflits d'intérêts et à garantir l'indépendance de la recherche et de l'enseignement du centre. La gouvernance du centre E4C se divise en quatre instances :

- Comité des tutelles : Il s'agit du comité décisionnaire du centre regroupant le coordinateur du centre, un représentant de chaque tutelle industrielle et institutionnelle. Une fois par an, le comité discute des stratégies et des évolutions importantes du centre : comme les négociations d'intégration d'une nouvelle institution ou de nouveaux mécènes. Pour un fonctionnement plus agile, un bureau des tutelles a été constitué avec la direction du centre, ainsi qu'un représentant de chaque tutelle : IP Paris, le CNRS et ENPC.
- Comité d'experts externes : Ces experts externes sont des références dans

les domaines de l'énergie, du climat et de l'environnement. Se réunissant une fois par an, le comité émet des avis et des recommandations sur les orientations scientifiques et les partenaires du centre.

- Comité des mécènes : Les représentants de chaque mécène se réunit une fois par an afin de discuter les avancées de travaux et d'émettre, si besoin, des recommandations d'évolution.
- Comité de direction : Également appelé CODIR, ce comité rassemble les directions du centre, technique, opérationnelle ainsi que la direction scientifique adjointe. Les membres se réunissent mensuellement pour discuter du pilotage et de la stratégie du centre, des décisions du comité des tutelles et des mécènes, ainsi que des questions d'intérêt général appuyées par les experts externes et enfin de l'élaboration et de la réalisation du budget du centre. Deux fois par an, le CODIR accueille les directeurs de laboratoire membres du centre et les présidents des départements d'enseignement et recherche d'IP Paris et l'École des Ponts pour devenir le CODIR+.



# 02

## État d'avancement du projet

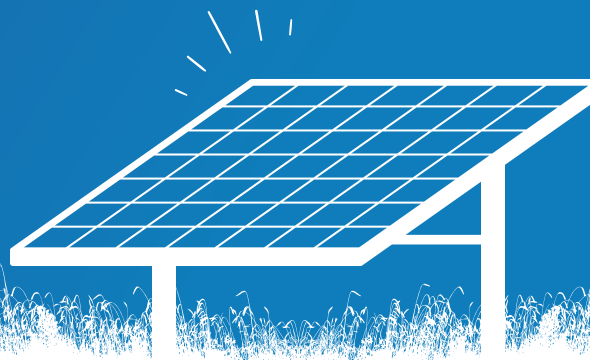
Le comité d'experts externes a été finalisé en 2023 et sera sollicité en octobre pour évaluer le livre blanc E4C et le bilan à 4 ans. Avec l'arrivée de BNP Paribas et ENGIE comme mécènes, en plus de TotalEnergies et EDF qui ont un également rôle dans la gouvernance comme partenaires de l'EUR, le fonctionnement du comité des mécènes a été finalisé par le CODIR en 2022 (une réunion plénière par an et une réunion annuelle avec chaque mécène individuellement). Le comité des mécènes sera convoqué pour la première fois début 2024.

### Recherche

Sur l'année 2022-2023, des projets de recherche continuent à se structurer et se renforcer suite à la rédaction du livre blanc E4C :

- Les recherches sur l'éolien offshore au cœur du projet de loi non définitif « d'accélération de la transition énergétique » s'appuient sur des dispositifs expérimentaux financés par E4C pour soutenir la recherche et la formation des étudiants du cycle ingénieur et master sur les comportements de systèmes flottants à la houle. En 2023, un projet a été déposé sur ce thème à l'AMI Compétences et Métiers d'Avenir (CMA) « Technologies avancées

L'énergie éolienne est une source d'énergie en fort développement. Loin des côtes, où les vents sont plus forts et plus réguliers, les éoliennes ne peuvent pas être posées sur le plancher océanique et doivent être montées sur des flotteurs. Un défi majeur est la stabilité au mouvement de pilonnement, mouvement vertical de la structure flottante autour de son équilibre de flottaison, afin de permettre aux éoliennes de résister au vent et aux vagues pour fonctionner efficacement et en toute sécurité. Les éoliennes sont posées sur des flotteurs qui amortissent le pilonnement par conception, à l'aide de dissipateurs d'énergie. Mais on ne sait pas encore prédire la dissipation d'une structure particulière. Notre objectif est de faire progresser la connaissance sur la conception de flotteurs stables, en validant notre compréhension des mécanismes physiques en jeu.





# 02

## État d'avancement du projet



Depuis cet été, le projet a commencé à collecter des observations atmosphériques sur le lac ( $\text{CO}_2$ , vent, température et humidité) ainsi que les températures du lac (surface et sous-surface). Nous achetons des fournitures pour construire le dispositif d'extraction de  $\text{CO}_2$  en laboratoire et finalisons la conception de notre réacteur à combustible synthétique. Nous avons demandé cet été à une stagiaire (Kayl DUARTE COLARDELLE) de déterminer le rapport  $\text{H}_2/\text{CO}_2$  optimal pour produire du méthanol avec une simulation de réacteur. De plus, nous avons également commencé la synthèse du catalyseur que nous utiliserons dans notre réacteur avec l'aide d'une autre stagiaire (Anna GASPARETTO). Nous sommes sur le point de commencer à tester ces catalyseurs pour produire du méthanol en laboratoire. Et enfin, nous travaillons avec EMENDA sur la conception et le placement des panneaux photovoltaïques flottants.

pour les systèmes énergétiques » (TASE) de France 2030, l'évaluation est en cours.

- Les recherches sur l'agrivoltaïsme, permettant d'étudier le nexus eau-énergie-alimentation s'appuient sur une ferme agrivoltaïque déployée sur le campus d'IP Paris en collaboration avec l'INRAe et AgroParisTech, et une ferme en cours de conception dans un climat semi-aride sur le campus de l'UM6P au Maroc. Deux thèses sont en cours pour étudier les performances de tels systèmes pour l'adaptation au changement climatique. Ce projet a obtenu en 2023 un financement de 1,6 M€ du PEPER « Technologies avancées pour les systèmes énergétiques » (TASE) de France 2030.
- Le volet décarbonation et séquestration du  $\text{CO}_2$  s'est considérablement développé avec l'obtention de financements significatifs. En particulier, les travaux portent sur la capture de  $\text{CO}_2$  par plasmas froids et sur la capture et valorisation de  $\text{CO}_2$  dans l'océan. Un démonstrateur va être déployé sur le lac de l'École polytechnique en 2025. Plusieurs thèses ont commencé en 2022 et 2023. Sur le volet séquestration, des thèses sont en cours sur l'analyse mécanique de cavités géologiques pour le stockage du  $\text{CO}_2$ .
- Les études sur la gestion des smartgrids se renforcent avec l'exploitation dans des thèses des données de consommation et production d'énergie des



# 02 État d'avancement du projet

deux *smart buildings* électriques financés par E4C avec l'aide de partenaires industriels et par l'UE. Une collaboration est également en cours avec DTU sur la gestion de *smartgrid* thermiques et électriques en amont de la réalisation d'un démonstrateur E4C prévu en 2025.

- De nombreux travaux sont conduits avec le modèle E4Clim, ORCHIDEE et EOLES en soutien aux prospectives énergétiques : impact d'un coût écosystémique associé aux impacts environnementaux des systèmes énergétiques sur le mix énergétique espagnol, l'impact des coûts de flexibilité sur le mix énergétique français, l'impact de l'électrification des usages et du changement climatique sur le mix énergétique français et la gestion des ressources hydriques pour la production électrique dans un contexte de changement climatique.

Depuis 2019, le centre E4C a publié 67 articles (29 sur la période 2022-2023). Par ailleurs, en 2022-2023, des scientifiques d'E4C ont contribué à la rédaction du carnet « Énergie » du Groupe Régional d'Expertise sur le Changement Climatique et la transition écologique (GREC) en Île-de-France publié fin 2022, ainsi qu'au rapport spécial du MedECC (GIEC Méditerranéen) sur le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes qui paraîtra en 2024.



E4Clim est un logiciel libre en Python intégrant les besoins de flexibilité associés aux énergies renouvelables variables dans le développement de bouquets énergétiques régionaux. C'est un outil flexible et extensible pour des chercheurs et ingénieurs, et pour l'éducation et la médiation. Le logiciel permet d'évaluer et d'optimiser des stratégies de déploiement d'énergies avec une forte part d'énergies renouvelables, d'évaluer l'impact de l'introduction de nouvelles technologies et de la variabilité climatique, et de faire des études de sensibilité. Il permet de résoudre des problèmes d'optimisation de bouquets énergétiques optimaux à partir d'estimations de variables énergétiques issues de données climatiques et énergétiques.



# 02

## État d'avancement du projet



La Médialib est un espace de partage, à disposition de la communauté d'enseignants travaillant sur les thématiques de transition énergétique (EUR E4C), et du climat et de l'environnement (EUR IPSL-CGS). L'idée est de répondre au besoin des scientifiques d'avoir un espace de pérennisation et de partage des supports d'enseignement ou de médiation, des séminaires... pour les mettre à disposition d'autres collègues, comme sources de consultation fiable lors de la création de nouveaux supports. La Médialib est opérationnelle depuis septembre 2022. Elle a suscité un grand intérêt avec 32 utilisateurs inscrits et une cinquantaine de supports déposés : des cours magistraux d'unités d'enseignement ou écoles thématiques, des quizz, des exercices des jeux de réalité ou des TP/TD au format Jupyter NoteBooks... Les premiers échanges entre professeurs ont été recensés.

### Offre de Formation

L'offre de formation du centre E4C se compose de filières pré-existantes à l'EUR, ainsi que de nouvelles filières : le master IP Paris sur l'énergie, le certificat « *entrepreneurship* » et le track « *energy* » du Master *DeepTech* et plus récemment le séminaire et certificat de développement durable déployés sur 3 écoles pour plus de 2000 étudiants en 2022. Le centre E4C accompagne toutes ces filières par des outils et des actions pédagogiques.

En termes d'outils, le centre E4C propose une médiathèque mutualisée de supports pédagogiques à disposition des enseignant·es appelée *Médialib*. Développée conjointement entre les EUR E4C et IPSL-CGS, elle consiste en un espace de partage de supports pédagogiques de tous formats et a été rendue accessible à la communauté E4C et IPSL en juillet 2022. Elle vise à :

- centraliser des supports pédagogiques dans un centre d'hébergement unique
- mutualiser des supports entre enseignants pour l'élaboration et la mise à jour de cours
- pérenniser les enseignements par la mise à disposition de fiches descriptives et de supports permettant une prise en main facilitée



# 02 État d'avancement du projet

- mettre à disposition des étudiants certains supports
- partager publiquement certains des supports

En septembre 2023, 104 supports et 5 unités d'apprentissage ont été déposés ce qui constitue un réel succès. En termes d'actions pédagogiques, un Challenge international étudiant E4C a été mis en place en 2019 pour créer une cohésion plus grande entre les élèves des différentes filières (ingénierie, master) et disciplines du centre E4C et pour offrir un cadre collaboratif plus large à la fois régionalement et internationalement. Le format de la 4<sup>e</sup> édition (2022-2023) a été redéfinie pour davantage correspondre aux attentes des élèves. Le Challenge a été raccourci sur 2 mois avec un sujet plus cadré, avec une heure d'« office hour » par semaine pour les équipes. Le sujet de la 4<sup>e</sup> édition consistait en la réduction de la consommation énergétique d'un logement de 40 % d'ici 2030. Les équipes étaient également resserrées avec un nombre d'élèves par groupe entre 2 et 4. En 2022-2023, près de 50 élèves se sont inscrits et les 11 équipes

ont déposé un projet contenant 1 notice explicative et une vidéo de promotion de leur solution. Les 2 premières équipes ont ensuite participé à la finale du Challenge organisée par le consortium européen EuroTech. La nouvelle formule a été un succès et sera poursuivie en 2024.

Des missions de consultance bénévole étudiant ont été organisées en 2023 en partenariat avec Bpifrance Le Lab auprès de 4 PME (Procédés Chenel, Senergy't, Magnum, Vedettes de Paris) pour concevoir un plan climat leur permettant d'aligner leur modèle économique sur la trajectoire de neutralité carbone. Des sessions de suivi des travaux étaient organisées avec les « *coachs* » d'E4C et Bpi France Le Lab, les élèves et les dirigeants d'entreprise.

Le Challenge et la mission de consultance bénévole étaient éligibles au certificat de développement durable pour les élèves, y compris de l'École polytechnique. 9 élèves ont validé ces formations pour leur certificat en 2022-2023.

## Articulation recherche-formation

L'articulation recherche-formation se construit autour de trois actions :

- l'organisation d'écoles d'été ouvertes au master et doctorat




# 02

## État d'avancement du projet

- l'encadrement de stages de master dans les laboratoires d'E4C
- l'encadrement de doctorant·es dans les laboratoires d'E4C

Le comité de direction a décidé qu'une école thématique E4C serait organisée par an, avec des thèmes variant d'une année à l'autre sur un cycle de 3-4 ans (après les thèmes sont repris), et ceci en plus des contributions des laboratoires E4C à des écoles d'été existantes. En 2023, E4C a organisé en collaboration avec le Campus de la Transition sa deuxième école d'été intitulée « *Low Tech - High Tech : Which Solutions for Energy Transition?* » sur 2 semaines fin juin et début juillet 2023. Elle visait à répondre aux besoins des solutions technologiques moins avancées et moins coûteuses, tout en prenant en compte les questions sociales. L'école d'été a sélectionné 30 candidat·es avec des compétences variées et très internationales. E4C a également financé une école d'été « *Geological Storage and Geo-Energy* » les 12 et 13 juin en amont d'un colloque international sur le sujet, également organisé par le centre E4C.

Le deuxième axe de travail sur le lien recherche-formation est l'encadrement de stagiaires de master. Le financement des stages repose sur 2 sources de financement, l'EUR et le mécénat d'entreprise et de particulier, l'ensemble



Le Campus de la Transition est un organisme de formation à la transition écologique et sociale, un laboratoire de recherche-action, et un écolieu où s'expérimentent au quotidien des modes de vie sobres et solidaires. La collaboration entre le Campus de la transition et l'Institut Polytechnique de Paris a commencé en 2021 dans le cadre de la *summer school* « *High tech - low tech: Which Solutions for Energy Transition?* ». Ce partenariat avec le Campus de la Transition offre à la *summer school* un ancrage du côté des expérimentations et des réseaux citoyens en faveur de la transition. L'immersion d'une semaine sur le site de l'association permettra notamment aux participants de s'initier à la démarche interdisciplinaire mise en avant par le Campus de la transition ainsi qu'aux travaux de recherche-action conduits autour des *low-tech*.



# 02 État d'avancement du projet

permettant de financer une vingtaine de stages de master. Un appel à projets de stage est envoyé à la communauté E4C chaque année en octobre depuis 2019. Jusqu'à ce jour le financement a permis de financer l'intégralité des stages proposés, sachant que des critères doivent être observés : travail rassemblant au moins 2 laboratoires d'E4C pour assurer au maximum la démarche collaborative et interdisciplinaire et bien évidemment l'adéquation entre le sujet et les axes de

## Évolution des méthodes pédagogiques

L'évolution des méthodes pédagogiques se concentrent autour de 4 actions principales :

- la médiathèque mutualisée de supports pédagogiques,
- les projets immersifs s'appuyant sur les plateformes technologiques E4C,
- la mission de consultance bénévole étudiant
- le challenge international étudiant E4C permettant de faire travailler ensemble les élèves de toutes les filières et disciplines.

Le centre E4C organise chaque année un Challenge étudiant mobilisant des équipes de différents établissements pour réfléchir aux grands enjeux de la

recherche d'E4C. En 2023, 24 stages ont été financés dont 10 sur l'EUR. L'obtention d'un financement ExcellencES (projet STeP2) en 2022, permet le financement d'environ 5 doctorant·es et 2 post-doctorant·es par an. Ce financement dont on peut considérer que l'EUR E4C a permis un effet levier, donne un supplément d'impulsion très significatif à la dynamique de recherche initiée en 2019 avec la fondation du centre E4C.

transition énergétique. L'originalité de cette méthode pédagogique est qu'elle permet de mettre en application l'approche interdisciplinaire et systémique. Ainsi le Challenge international étudiant a pour objectif de faire travailler des équipes multi-écoles et multi-disciplinaires. Depuis 2023, les équipes lauréates du Challenge E4C participent à la finale du challenge organisée par le consortium européen EuroTech sur la thématique du développement durable. Un deuxième axe est la proposition aux élèves de missions de consultance bénévole auprès de PME et ETI pour travailler avec les entreprises sur l'élaboration de leur plan climat dans un partenariat avec Bpifrance Le Lab.



# 02

## État d'avancement du projet



Le projet AGRIPV-ER, constitue une approche globale des enjeux liés à l'eau, l'énergie et l'alimentation. L'agrivoltaïsme représente l'une des voies prometteuses pour permettre à la France d'atteindre ses objectifs de transition énergétique, à savoir 33 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique d'ici 2030. Cependant, la législation française donne la priorité à la production alimentaire et impose que la perte de rendement ne dépasse pas 10 % par rapport à une parcelle sans panneaux photovoltaïques. Ainsi, étudier l'impact des panneaux sur le développement et le rendement des cultures est crucial pour favoriser l'implantation et l'expansion des systèmes agrivoltaïques. Ce stage de fin d'études, axé sur les aspects agronomiques, vise à identifier les potentielles adaptations morphologiques des plantes face à l'ombrage intermittent provoqué par les panneaux.

Cette expérience professionnalisante permet aux élèves d'en apprendre davantage sur le monde des PME-ETI, et notamment les réalités opérationnelles auxquelles sont confrontées les dirigeants lors de la mise en transition de leur entreprise. Le croisement de différentes disciplines et l'intervention de spécialistes est l'occasion de stimuler leur réflexion, mais surtout de monter en compétences sur les objectifs d'un monde bas carbone. La première édition en 2023 a été un succès avec 4 équipes de 4 élèves de 4 écoles (École polytechnique, ENSTA Paris, Télécom Paris et Télécom SudParis) qui ont travaillé avec 4 PME (Procédés Chenel, Senergy't, Magnum, Vedettes de Paris).

Le Challenge et la mission de consultance bénévole sont depuis 2022-2023 éligibles au certificat de développement durable pour les élèves, y compris de l'École polytechnique. 9 élèves ont validé ces formations pour leur certificat en 2023.

Un troisième axe est la constitution d'une médiathèque de supports pédagogiques partagés. La disponibilité des ressources pédagogiques est essentielle pour dynamiser l'échange entre enseignant·es ainsi que pour imaginer de nouveaux outils d'apprentissage ou compléter ceux qui existent déjà. La médiathèque a été



# 02 État d'avancement du projet

développée en 2021, mise en ligne début 2022 et compte en 2023, 104 supports pédagogiques et 5 unités d'apprentissage.

Enfin, les plateformes technologiques (*smartgrids*, plateformes de mesure, *DataHub*) permettent aux élèves de créer, développer et tester de nouveaux

concepts dans des conditions environnementales réelles dans le cadre de leurs projets d'enseignement. Ces projets élaborés au sein des cursus E4C rencontrent un grand succès depuis 2019. Depuis 2023, une ferme agrivoltaïque complète le dispositif expérimental.

## Valorisation

Les principales sources de valorisation actuelle de la recherche pour 2022-2023 sont :

- les publications scientifiques (67 mentionnant l'EUR entre 2019 et 2023 sur Google Scholar + 6 publications de l'initiative TREND-X ayant servi de support à la constitution du centre E4C)
- la contribution de 11 auteurs de labos E4C au carnet « Énergie » du GREC (GIEC régional) Île-de-France publié fin 2022
- l'organisation de conférences internationales : en 2023, le centre E4C a organisé deux conférences internationales :
  - le colloque Réflexions « *Regulation for climate impact* » a eu lieu le 9 juin 2023 à l'École polytechnique (orateurs invités) ;
  - le colloque « *International Conference on Geological Storage and Geo-*

*Energy* » qui a eu lieu du 14 au 16 juin 2023 à l'École polytechnique et à l'École des Mines de Paris dont la dernière journée était un hommage à Pierre Berest du LMS décédé dans l'année. Il a par ailleurs contribué au colloque sur l'articulation environnement/développement organisé en lien avec les 50 ans du CIRED.

- le développement d'une recherche de pointe en s'appuyant sur des plateformes technologiques différenciantes développées par le centre E4C
- l'organisation de séminaires/débats tous les 3 mois (cycle intitulé « Technologies de la Transition Énergétique »)

La contribution d'E4C au 1er rapport d'évaluation du MedECC (GIEC Méditerranéen) en 2020 dans le chapitre « *Energy transition* » a été valorisée en 2023 par le collectif Citoyens pour le Climat qui a produit **une version**



# 02

## État d'avancement du projet

vulgarisée du rapport. Par ailleurs, E4C a contribué au financement de la publication « L'énergie solaire photovoltaïque » parue en 2023 aux éditions EDP Sciences par des chercheurs de 2 laboratoires d'E4C (IPVF et LPICM). Une page y est dédiée à la description du centre.

La valorisation des activités de recherche du centre E4C via la formation consiste en :

- des cycles de conférence pour les élèves ingénieurs et les master sur 3 des 6 établissements d'enseignement supérieur et de recherche partenaires
- une école d'été annuelle E4C permettant de faire le lien fort entre recherche

### Rayonnement, actions de promotion de l'EUR

Le rayonnement d'E4C en interne et en externe passe par la mise en œuvre de collaborations internationales. Une collaboration structurante a été mise en place avec l'UM6P au Maroc sur :

- évolution du climat régional marocain et impacts sur les ressources en eau et énergie
- agrivoltaïsme avec des thèses en co-tutelles.

Le rayonnement d'E4C en interne et en externe passe également par des

et enseignement

- des outils pédagogiques en ligne via la MediaLib

La valorisation des activités du centre E4C, que ce soit en matière de recherche, de formation ou d'innovation passe également par des outils de dissémination :

- page web du site E4C
- réseau linkedin
- newsletter externe
- réalisation d'un documentaire sur les smart-cities.

échanges d'enseignant·es et d'étudiant·es. En 2023, Elea PRAT, doctorante de DTU, travaillant sur l'économie et la gestion des systèmes énergétiques sous la direction de Pierre PINSON (Imperial College et DTU) a passé 2 semaines à IP Paris et donné un séminaire dans le groupe de recherche sur la gestion des réseaux résilients (RA 7) et a pu interagir avec les équipes sur le *smartgrid* thermique et électrique en cours de construction au centre E4C. Le rayonnement



# 02 État d'avancement du projet

d'E4C en interne et en externe passe également par des cycles de séminaires qui se sont considérablement développés avec :

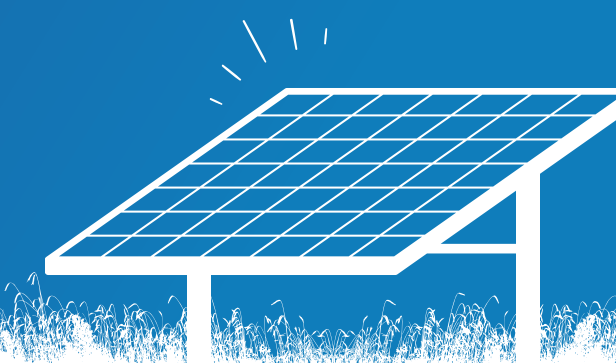
- un cycle de séminaires intra-research actions intitulée « RA'ncontres » (1 par mois)
- un cycle de séminaires/débats intitulées « Technologies de la Transition Énergétique » (3-4 fois par an)
- deux cycles de séminaires à destination principalement des étudiants où sont également conviés les scientifiques (« les Lundis d'ENSTA » et les « Conférences Coriolis » environ 1 fois par mois)

En 2023, E4C a organisé 2 conférences internationales et participé au financement d'une troisième. Un recensement des thèmes scientifiques pour les prochaines conférences a également été réalisé :

- *New applications of PV* (dont agri, floating,...)
- *Offshore wind energies: future challenges*
- *Carbon capture, utilization and sequestration (CCUS)*
- *Smart to green cities*
- *Green AI*

En 2024, une conférence sur l'agrivoltaïsme est probablement envisagée.

D'autres actions entreprises par l'EUR contribuent très fortement à la valorisation, comme le Challenge international étudiant.





# 03

## Impact du projet

### Impacts sur le lien entre recherche et formation

Le *PhD track* a été mis en place dans l'EUR E4C pour assurer un pré-recrutement en doctorat dès la sortie de bachelor ou licence ou 1<sup>ère</sup> année de Master de candidat·es les plus brillants. Par ailleurs, les élèves du *PhD track* E4C doivent conduire un projet dans un des laboratoires d'E4C durant leur une deux premières années (selon si le recrutement est effectué en fin de *bachelor* ou en fin de 1<sup>ère</sup> année de Master). Ceci permet un lien fort entre formation et recherche. Dans le cadre de l'EUR, 4 *PhD tracks* ont été attribués en 2020, 5 en 2021. En 2022, 5 candidat·es au *PhD track* E4C ont été retenus au niveau

M1 et 3 au niveau M2, tous internationaux. En 2023, le dispositif *PhD track* se renforce par des financements supplémentaires apportés par le projet ExcellencES STep2 financé par France 2030, avec 5 bourses supplémentaires par an. En plus de ce dispositif, l'accueil de stagiaires est un dispositif classique soutenu par l'EUR pour former également par la recherche dans les laboratoires les élèves en master et en cycle ingénieur. En 2023, 24 stages ont été financés dont 10 sur l'EUR.

### Impacts sur l'ouverture de l'École Universitaire de Recherche. Impacts en termes de partenariats académiques (recherche et formation) et socio-économiques, éventuelles actions transformantes en matière d'interdisciplinarité.

Les partenariats académiques identifiés dans le projet EUR avec en particulier les établissements de l'Alliance (Université Paris 1, Sciences Po, Columbia University) et HEC, ont pu se renforcer autour d'E4C avec d'une part la participation de ces établissements au Challenge E4C et des lauréats du

Challenge E4C à la finale européenne organisée pour la première fois en 2023 par le consortium EuroTech. Le centre E4C a accueilli pendant 15 jours une doctorante de DTU pour renforcer les collaborations sur la gestion des *smartgrids*. La visibilité d'E4C à l'international s'est fortement développée,



# 03

## Impact du projet

particulièrement au travers de ses démonstrateurs expérimentaux. En effet, E4C est au cœur de programmes de recherche collaboratifs au niveau européen et international. Ainsi, plusieurs actions ont été lancées en 2022-2023 :

- la soumission du projet GreenFBMS (*Green and fair building management systems via realtime configuration of smart building edge infrastructures*) en septembre 2022 au call HORIZON-CL5-2022-D4-01 (*Efficient, sustainable and inclusive energy use*). Le projet finalement non financé, incluait cas d'études, et intégrait des académiques et des industriels (19 partenaires en Espagne, Belgique, Italie, Chypre, Suède, Allemagne, Grèce et France) pour présenter une architecture d'objets connectés pour l'intégration des infrastructures pour la gestion d'énergie intelligente comme la Gestion Technique des Batiments (GTB).
- les études de dimensionnement, le choix de l'architecture, la définition du terrain et les premières études sur la consommation d'énergie du projet de ferme agrivoltaïque *AgriGreenHouse* à l'UM6P au Maroc. Le chiffrage actuel du projet est d'environ 150 k€ en équipement, dont au moins la moitié serait assuré par le centre E4C, une convention de collaboration est en cours de rédaction.
- la signature de convention de collaboration entre l'École polytechnique

et l'Université de Polynésie Française (UPF) pour le projet PVCAM (*Photovoltaic Characterisation and Modelling*) en septembre 2022. Il s'agit d'un projet de 559 k€, qui compte notamment sur une contribution financière de 189 k€ en équipement de la part d'E4C (via du mécénat industriel). Le cahier des charges a été finalisé et la structure métallique qui accueillera les 24 panneaux solaires de 6 technologies est en cours d'installation sur la base d'une étude conduit par un postdoctorant financé par l'ADEME à l'UPF.

En 2022-2023, 25 contrats de recherche et mécénats sont en cours, illustrant une dynamique forte engagée au sein d'E4C entre les laboratoires dans la soumission de projets collaboratifs (néanmoins ce recensement est incertain et probablement sous-estimé car tributaire des informations remontées des 26 laboratoires composant le centre E4C).



# 03

## Impact du projet

**Impacts sur le rayonnement de l'École Universitaire de Recherche. Visibilité, attractivité et reconnaissance aux niveaux national et international, sur les plans scientifique et pédagogique ; événements marquants.**

Si la situation sanitaire a compromis entre 2020 et 2022 toutes les actions de mobilité participant à la visibilité, l'attractivité et la reconnaissance internationale, la situation s'est considérablement améliorée sur la période 2022-2023 avec environ 80 missions financées par E4C pour :

- la participation des doctorant·es, post-doctorant·es, scientifiques à des conférences internationales (environ 50 missions)
- la participation de scientifiques étrangers aux deux conférences internationales organisées par E4C (environ 30 missions)
- la visite de doctorant·es, post-doctorant·es, scientifiques pour des séjours « longs » (supérieur à 1 semaine) pour le développement ou le renforcement de collaborations.

Les autres événements marquants de la période de référence 2022-2023 participant à la visibilité, attractivité et reconnaissance sont :

- la participation du centre E4C à la prospective du CNRS sur le défi « transition énergétique » au travers de sa cellule « Energie ».

Philippe DROBINSKI (LMD), directeur d'E4C, a participé à cette réflexion lors d'un atelier de travail organisé les 27 et 28 avril 2023 au siège du CNRS.

- le Challenge international étudiant qui rassemble depuis 2019 une centaine d'élèves de filières disciplinaires variées, de cursus d'enseignement variés (ingénieurs, master, master executif) d'une quinzaine d'établissements en France et à l'étranger (Danemark, Allemagne, Suisse, États-Unis, Israël, Pays-Bas) pour proposer des solutions aux grands défis de la transition énergétique.
- le renforcement de la collaboration avec l'UM6P au Maroc sur l'évolution du climat régional qui impacte les ressources en eau et en énergétiques, sur l'exploration de l'agrivoltaïsme comme une solution durable pour les besoins des transitions énergétiques et agroalimentaires. Deux premières thèses en co-tutelles sont finalisées et seront soutenues fin 2023.
- le début des travaux de recherche avec l'Université de Polynésie Française sur le fonctionnement des systèmes photovoltaïques en climat tropical en





# 03

## Impact du projet

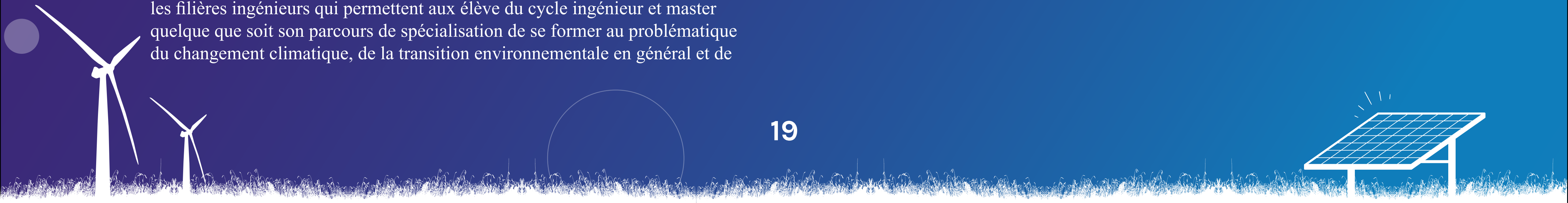
- s'appuyant sur le modèle des infrastructures expérimentales déployées par E4C sur le site d'IP Paris.
- la soumission d'un projet ERC consolidator (projet MATTER, non financé en 2022 et resoumis en 2023 par Rémi FLAMARY, CMAP).
  - le pilotage par Philippe DROBINSKI (LMD), directeur d'E4C, de l'élaboration du rapport spécial sur le nexus climat-eau-énergie-alimentation-biodiversité du MedECC dont la publication est prévue en 2024 (travaux en cours depuis fin 2021), dans la continuité de la participation des scientifiques d'E4C au 1er rapport d'évaluation du

- MedECC.
- la parution fin 2022 du carnet « Changement climatique et transition énergétique en Île-de- France » du GREC francilien (GIEC régional) piloté par Philippe DROBINSKI (LMD) et 10 autres auteurs de 5 laboratoires d'E4C (LMD, IPVF, I3, CIRED, CREST)
  - la constitution en 2022 du comité d'experts externes (dont 50% internationaux) a été finalisée et sa mise en œuvre devrait encore favoriser la visibilité et le rayonnement du centre E4C.

### Impacts sur l'évolution des pratiques pédagogiques dans le/les établissements.

La mise en place du centre E4C, ainsi que le développements d'outils mutualisés (E4C *MediaLib*) et d'actions pédagogiques (Challenge, consultance bénévole) ont permis la réflexion autour d'un séminaire de rentrée sur le développement durable et de façon encore plus structurante le mise en place d'un certificat pour les filières ingénieurs qui permettent aux élève du cycle ingénieur et master quelque que soit son parcours de spécialisation de se former au problématique du changement climatique, de la transition environnementale en général et de

la transition énergétique en particulier. Si la mise en place du séminaire et du certificat prend forme dans 3 écoles d'IP Paris, l'harmonisation doit s'accélérer et l'ouverture de la médiathèque E4C peut y contribuer.





# 04 Commentaires libres

**Ces commentaires libres peuvent porter sur le projet lui-même et sa trajectoire, sur les indicateurs fournis, sur les aspects financiers.**

Depuis 2022, le centre E4C, comme centre interdisciplinaire, compte un coordinateur d'un projet ERC financé en 2022 (ERC consolidator  $\phi$ Bond dont un sous chapitre de l'ERC adressant l'activation et la transformation de gaz à effet de serre - CO, CO<sub>2</sub> et méthane ; Greg NOCTON, LCM). En 2022, le projet ERC consolidator MATTER déposé par Rémi FLAMARY (CMAP) avait passé le stade de l'oral mais sans être retenu. Ce projet a été resoumis en 2023 et est en cours d'évaluation. Le centre E4C compte également des responsables d'axes de recherche dans des projets Européens hors ERC. En revanche, la communauté E4C se structurant, il est encore un peu tôt pour associer l'obtention d'une distinction dans un laboratoire aux activités du centre E4C. Ce recensement est plus aisé pour le portage de projet dans la mesure où des indicateurs permettent d'objectiver le portage du projet aux activités du centre. A ce jour, le seul prix attribuable à la dynamique du centre E4C est le prix Nord-Sud du conseil de l'Europe décerné en 2020 au MedECC pour ses travaux sur l'évaluation des

changements climatiques et environnementaux dans la région Méditerranée.



# 05 Indicateurs

## Production scientifique - Reconnaissance académique

Objectif : Attractivité et rayonnement scientifique et pédagogique de l'EUR.

Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023

	Nombre
Coordination d'ERC*	0
Coordination de projets Européens hors ERC	0
Autres prix internationaux	0
Médailles décernées par les organismes de recherche et/ou académies (CNRS...)	0
IUF**	0
Autres prix ou distinctions scientifiques et pédagogiques	0



# 05 Indicateurs

## Production scientifique - Reconnaissance académique (Noms des lauréats) - Coordination d'ERC

Objectif : Attractivité et rayonnement scientifique et pédagogique de l'EUR.

Préciser le nom des lauréats

Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023

En 2022, le projet ERC Consolidator  $\phi$ Bond, coordonné par Greg NOCTON. Le projet ERC Consolidator MATTER, coordonné par Rémi Flamary a également été déposé en machine learning avec des applications sur les données énergies/climat collectées par le centre E4C. Il n'a pas été retenu pour financement en 2022 mais a été redéposé en 2023.

## Production scientifique - Reconnaissance académique (Noms des lauréats) - Coordination de projets Européens hors ERC

Objectif : Attractivité et rayonnement scientifique et pédagogique de l'EUR.

Préciser les catégories de projets

Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023

Le projet GreenFBMS coordonné par SAMOVAR a été déposé en septembre 2022 au call HORIZON-CL5-2022-D4-01, regroupant académiques et des industriels (19 partenaires en Espagne, Belgique, Italie, Chypre, Suède, Allemagne, Grèce et France) pour présenter une architecture d'objets connectés pour l'intégration des infrastructures pour la gestion d'énergie intelligente comme la Gestion Technique des Bâtiments. Il n'a pas été retenu pour financement.





# 05 Indicateurs

## Publications

Objectif : niveau d'activité et de rayonnement scientifique de l'EUR  
Publications mentionnant le projet EUR évaluées par les pairs dans des revues, proceedings, ouvrages, chapitres d'ouvrage avec mention exigée de l'EUR dans les remerciements  
Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023

	Publications mentionnant le soutien financier de France 2030 pour le projet	Monographies, ouvrages collectifs ou actes mentionnant le soutien financier de France 2030 pour le projet
Nombre total	28	3
Pourcentage des publications de l'année précédente en accès ouvert	98	100

## Publications – Détail

Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023  
Fournir liste des DOI (ou ISSN/ISBN si pas de DOI) et des domaines (champs scientifique ou pédagogique).

- Alonzo et al. (2022) – [doi:10.3390/en15176446](https://doi.org/10.3390/en15176446)
- Bernard et al. (2022) – [doi:10.1109/ICC45855.2022.9838564](https://doi.org/10.1109/ICC45855.2022.9838564)

- Borges et al. (2023) – [doi:10.1109/ICT4S58814.2023.00016](https://doi.org/10.1109/ICT4S58814.2023.00016)
- Bouche et al. (2023) – [doi:10.1016/j.renene.2023.05.005](https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.05.005)



# 05 Indicateurs

- Brogat-Motte et al. (2022) – [doi:10.48550/arXiv.2202.03813](https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.03813)
- Canek et al. (2022) – [doi:10.1007/978-3-031-16092-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16092-9_9)
- Chakar et al. (2022) – [doi:10.1016/j.ecmx.2022.100270](https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2022.100270)
- Delort Ylla et al. (2023) – [doi:/10.2139/ssrn.4447521](https://doi.org/10.2139/ssrn.4447521)
- Drobinski and Tantet (2022) – [doi:10.3367/UFN.2021.07.039080](https://doi.org/10.3367/UFN.2021.07.039080)
- Giteau et al. (2022) – [doi:10.1117/1.JPE.12.032208](https://doi.org/10.1117/1.JPE.12.032208)
- Goutham et al. (2022) – [doi:10.1175/MWR-D-21-0207.1](https://doi.org/10.1175/MWR-D-21-0207.1)
- Goutham et al. (2023) – [doi:10.1175/MWR-D-22-0170.1](https://doi.org/10.1175/MWR-D-22-0170.1)
- Keller et al. (2022) - [doi:10.3390/en15238873](https://doi.org/10.3390/en15238873)
- Le Guenedal et al. (2022) – [doi:10.5194/gmd-15-8001-2022](https://doi.org/10.5194/gmd-15-8001-2022)
- Maimo-Far et al. (2022) – [doi:10.1016/j.seta.2022.102827](https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102827)
- Maimo-Far and Homar (2023) – [doi:10.52202/069564-0171](https://doi.org/10.52202/069564-0171)
- Mohanlal et al. (2023) – [doi:10.1016/j.coastaleng.2023.104316](https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2023.104316)

- Potrzebowska et al. (2022) – [doi:10.1016/j.polymdegradstab.2021.109786](https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2021.109786)
- Rakotomamonjy et al. (2022) – [doi:10.1007/s10994-021-06088-2](https://doi.org/10.1007/s10994-021-06088-2)
- Rapella et al. (2023) – [doi:10.1088/1748-9326/acbdb2](https://doi.org/10.1088/1748-9326/acbdb2)
- Silva et al. (2023) – [doi:10.1007/s12243-022-00936-5](https://doi.org/10.1007/s12243-022-00936-5)
- Taconet et al. (2023) – [doi:10.1007/978-3-031-18176-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-18176-4_4)
- Tran et al. (2023) – [doi:10.1609/aaai.v37i8.26193](https://doi.org/10.1609/aaai.v37i8.26193) ou [doi:10.48550/arXiv.2205.14923](https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.14923)
- Van Nguyen et al. (2022a) – [doi:10.48550/arXiv.2203.17234](https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.17234)
- Van Nguyen et al.(2022b) – [doi:10.48550/arXiv.2209.07589](https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.07589) ou [doi:10.1109/3DV57658.2022.00063](https://doi.org/10.1109/3DV57658.2022.00063)
- Van Nguyen et al. (2023) – [doi:10.48550/arXiv.2307.11067](https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.11067)

## Monographies, ouvrages collectifs ou actes mentionnant le soutien financier du PIA pour le projet - Détail

Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023

Fournir liste des DOI (ou ISSN/ISBN si pas de DOI) et des domaines (champs scientifique ou pédagogique).

- Bragagnolo et al. (2022) (ISBN: 9781713871088) – *Machine Learning*
- Drobinski et al. (2022) – GREC (2022) Changement climatique et



# 05 Indicateurs

transition énergétique en Île-de-France – [https://grec-idf.eu/wp-content/uploads/2022/11/carnets-grec-energie\\_2022.pdf](https://grec-idf.eu/wp-content/uploads/2022/11/carnets-grec-energie_2022.pdf)

- Vincent-Cuaz et al. (2022) (ISBN: 9781713871088) – *Machine Learning*





# 06

## Effectif – nombre et diversité

Objectif : attractivité et dynamisme de l'EUR  
Renseigner les personnels ayant effectivement participé au projet EUR depuis le début du projet.

### Répartition fonctionnelle des membres de l'EUR - Personnels statutaires

	Nb de personnes physiques	ETPT
Chercheurs (dont IGR)	77	50
Enseignants chercheurs	65	50
Personnels de soutien	12	30

### Répartition fonctionnelle des membres de l'EUR - Personnels en CDD : Postdoctorants/Doctorants

	Post-doctorants : Nb de personnes physiques	Post-doctorants : ETPT *	Doctorants : Nb de personnes physiques	Doctorants : ETPT *
Chercheurs (dont IGR)	15	100	59	100
Enseignants chercheurs	0	0		



# 06

## Effectif – nombre et diversité

### Répartition fonctionnelle des membres de l'EUR - Personnels en CDD : Autres

	Autres : Nb de personnes physiques	Autres : ETPT *
Chercheurs (dont IGR)	0	50
Enseignants chercheurs	0	50
Personnels de soutien	6	100

### Répartition fonctionnelle des membres de l'EUR - Personnels en CDI

	Autres : Nb de personnes physiques	Autres : ETPT *
Chercheurs (dont IGR)	77	50
Enseignants chercheurs	65	50
Personnels de soutien	12	50





# 06

## Effectif – nombre et diversité

Répartition fonctionnelle des membres de l'EUR - Personnels mis à disposition par des entreprises et qui contribuent à l'EUR (à la formation en master, et / ou à la recherche environnant l'EUR)

	Autres : Nb de personnes physiques	Autres : ETPT *
Chercheurs (dont IGR)	10	30
Enseignants chercheurs	0	30
Personnels de soutien	0	30



# 07

## Formation – Flux D'étudiants, Enseignants, Chercheurs

Objectif : mesurer l'ouverture des établissements

### Attractivité - Nombre d'étudiants admis ayant obtenu leur 1er cycle dans un établissement du site

Intitulé du master (par parcours lorsqu'une mention en comporte plusieurs)	M1 - Candidats	M1 - Admis	M2 - Candidats	M2 - Admis
Master Sciences and Technology for Energy	1	1	12	11
Master Transition énergétique et Territoires	0	0	2	2
Master Transport et développement durable	0	0	3	2
Master Water, Air Pollution, Energy	VIDE	VIDE	0	0
Master Deep Tech (parcours énergie)	VIDE	VIDE	5	5
Master Science and Technology for Environment and Energy Management	2	2	18	18
Master Economics for Smart Cities and Climate Policy	1	1	0	0
Totaux	4	4	40	38



# 07

## Formation – Flux D'étudiants, Enseignants, Chercheurs

Attractivité - Nombre d'étudiants admis ayant obtenu leur 1er cycle dans un autre établissement français hors du site

Intitulé du master (par parcours lorsqu'une mention en comporte plusieurs)	M1 - Candidats	M1 - Admis	M2 - Candidats	M2 - Admis
Master Sciences and Technology for Energy	93	11	43	15
Master Transition énergétique et Territoires	0	0	12	5
Master Transport et développement durable	4	1	19	11
Master Water, Air Pollution, Energy	VIDE	VIDE	30	15
Master Deep Tech (parcours énergie)	VIDE	VIDE	12	12
Master Science and Technology for Environment and Energy Management	144	29	96	33
Master Economics for Smart Cities and Climate Policy	31	14	8	2
Totaux	272	55	220	93



# 07

## Formation – Flux D'étudiants, Enseignants, Chercheurs

Attractivité- Nombre d'étudiants admis ayant effectué l'équivalent du 1er cycle à l'étranger

Intitulé du master (par parcours lorsqu'une mention en comporte plusieurs)	M1 - Candidats	M1 - Admis	M2 - Candidats	M2 - Admis
Master Sciences and Technology for Energy	88	11	39	14
Master Transition énergétique et Territoires	60	0	66	12
Master Transport et développement durable	36	1	72	7
Master Water, Air Pollution, Energy	VIDE	VIDE	7	2
Master Deep Tech (parcours énergie)	VIDE	VIDE	0	0
Master Science and Technology for Environment and Energy Management	129	24	88	27
Master Economics for Smart Cities and Climate Policy	22	6	5	1
Totaux	335	42	277	63



# 08

# Doctorat – financement des thèse

## Statistiques sur les thèses et doctorants financés

Objectif : connaître la diversité des supports et la composition de l’emploi doctoral

Période concernée : 01/07/2022 - 30/06/2023

Nombre de thèses financées entièrement ou au moins pour moitié par le projet, initiées sur l’année de suivi	15
Nombre de thèses CIFRE ou équivalent initiées l’année de suivi	2
Nombre de thèses financées entièrement ou au moins pour moitié par le projet, soutenues sur l’année de suivi	12
Nombre de thèses CIFRE ou équivalent soutenues l’année de suivi	2

## Doctorat - Financement des thèses (Commentaires)

Aucun financement de thèse n’est prévu sur le projet EUR. Toutes les thèses sont financées soit via les écoles doctorales, soit via les ressources propres apportées par le centre E4C (hors EUR) (mécénat, contrats de recherche, projet ExcellencES STeP2 de France 2030). Le nombre de thèses E4C en cours sur la période 2022-2023 est de 59 (dont 4 thèses CIFRE en cours). Dans l’année 2022-2023, 15 thèses ont débuté dont 2 CIFRE et 12 ont été soutenues dont 2 CIFRE. Enfin 11 thèses en cours sont financées ou co-financées par du mécénat industriel levé par E4C ou le projet ExcellenceS STeP2, les 48 thèses restantes étant financées sur contrats de recherche.



# 09 Valorisation

---

## Valorisation - Détail (donner noms et codes des brevets déposés)

Cinq brevets ont été déposés depuis la création du centre, un sur le stockage thermochimique et quatre sur la technologie photovoltaïque. Sur la période de référence 2022-2023, aucun brevet supplémentaire n'a été déposé.

---

## Valorisation - Détail (donner liste des noms et raisons sociales des « start-up » créées)

Deux startups (AMPHITRITE et SOLEIL SUR YVETTE PHOTOVOLTAIQUE) ont été créées depuis la création du centre. Sur la période de référence 2022-2023, aucune startup supplémentaire n'a été déposée.





# 10

## Liste des indicateurs spécifiques

La liste des indicateurs spécifiques à l'EUR E4C sont détaillés ci-dessous.

Intitulé des indicateurs	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Nombre d'étudiants dans les formations E4C	116	165	276	295	
Fraction d'étudiants internationaux dans les formations E4C <sup>1</sup>	47%	52%	61%		
Nombre de stages E4C	4	12	9	23	
Nombre de doctorants E4C en formation executive <sup>2</sup>	0	0	0	2	0
Nombre de chercheurs et enseignants internationaux invités <sup>3</sup>	0	0	1	6	
Nombre de séminaires E4C organisés	5	11		7	
Nombre d'écoles thématiques organisées	0	1	0	1	
Nombre de projets européens soumis	1	2	2	5	
Nombre de contrats et chaires industriels <sup>4</sup>	14	14	40	33	

<sup>1</sup> La fraction d'étudiants internationaux varie très fortement d'une formation à l'autre, entre typiquement de 10% à 100%

<sup>2</sup> L'appel à projet de formation executive sera lancée fin 2022. La mise en place a pris du temps pour identifier le meilleur vecteur de promotion et de diffusion de l'appel à projets. Le premier appel sera lancé par l'Ecole Doctorale d'IP Paris. La structuration de l'Ecole Doctorale de l'Ecole des Ponts étant plus complexe, il a été décidé de ne pas diffuser pour l'instant l'appel aux doctorants de l'Ecole des Ponts en attendant d'identifier un meilleur vecteur.

<sup>3</sup> La crise sanitaire a eu pour conséquence l'annulation de tous les projets d'invitations de chercheurs invités retenus à l'appel à projets d'octobre 2019 (en 2020, cet appel a exclu ce volet de l'appel à projets car les conditions d'accueil et de voyages ne pouvaient être assurées).

<sup>4</sup> Le nombre de contrats étant conséquent, seuls les projets regroupant plusieurs laboratoires E4C et dont l'ensemble des informations étaient disponibles au moment de la soumission du rapport ont été détaillés dans le document à renseigner en ligne. Par ailleurs dans ce document, le nombre de projets pour l'année N est le nombre de projets actifs à l'année N.



# 11

## Liste des jalons

Nom/Nature du jalon	Année 5	Statut à l'année 4
Mise en place d'un site web E4C incluant l'accès à des ressources pédagogiques en ligne	Accomplie	Accomplie, en opération
Mise en place d'une base de données pour la recherche et l'enseignement (E4C DataHub)	Accomplie	Accomplie, en opération
Finalisation des 3 smartgrids d'échelle 1 (bâtiment DRAHI-X, Bachelor Hall, bâtiment SIRTÀ, Tahiti) pour soutenir l'enseignement (projets, stages, summer school envisagée dans l'EUR) et la recherche	En opération	DRAHI-X : Accompli et en opération
Bachelor Hall		Accompli et en opération
SIRTÀ : En cours de réalisation avec en plus la mise en place d'une ferme agrivoltaïque. Une collaboration avec l'UM6P (Maroc) sur l'agrivoltaïsme est en cours.		En opération
Tahiti : en attente de signature de convention avec l'Université de Polynésie Française pour entamer la réalisation		



# 11

## Liste des jalons

Mise en place du track « energy » du master Deep-Tech	Accomplie	Accomplie
Mise en place du E4C « energy » certificate	Accomplie	Accomplie
Organisation d'une summer school annuelle Smart-Buildings to Smart-Cities	4 d'ici l'année 5 (première année blanche)	1ère summer school réalisée en 2021, la 2ème a été préparée en 2022 mais sera mise en place en 2023 sur le thèmes des solutions high-tech et low-tech pour la transition énergétique.
Organisation d'une conférence internationale E4C tous les 2 ans	2 d'ici l'année 5	Réalisée en 2019, en stand-by en 2021 pour raison de crise sanitaire. Un recensement des conférences possibles à organiser en s'appuyant sur la dynamique en cours a été réalisé.



# 12

## Cofinancement par établissement partenaire

Etablissement Coordinateur / Partenaire ayant obtenu le financement	Type cofinancier *	Nom cofinancier	Nature / Objet du financement **	Montant sur lequel le cofinancier s'est engagé sur la durée du projet (en €)	Montants perçus du 01/07/2022 au 30/06/2023 (en €)
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-ADMINISTRATION	Centre national de la recherche scientifique (CNRS)	Personnel	138 000	46 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-ADMINISTRATION	Centre national de la recherche scientifique (CNRS)	Personnel	138 000	46 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-AUTRES-ORGANISME	Ministère	Équipement et personnel	386 400	0
Groupe des Ecoles Nationales d'Economie et de Statistiques	PUBLIC-ANR	Agence Nationale de la Recherche (ANR)	Personnel	400 000	100 000



12

Cofinancement par établissement partenaire

Groupe des Ecoles Nationales d'Economie et de Statistiques	PUBLIC-ADMINISTRATION	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)	Personnel	107 000	26 750
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-ANR	Agence Nationale de la Recherche (ANR)	Équipement et personnel	155 000	40 000
Institut Mines Télécom SudParis	PUBLIC-ADMINISTRATION	Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères	Personnel	7 500	3 750
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-AUTRE	Association	Personnel	60 000	30 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-AUTRES-ORGANISME	Divers établissements publics	Équipement et personnel	60 000	60 000
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées	PUBLIC-AUTRES-ORGANISME	Divers établissements publics	Équipement et personnel	66 000	22 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-ANR	Agence Nationale de la Recherche (ANR)	Équipement et personnel	357 525	89 381



12

Cofinancement par établissement partenaire

École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-AUTRES-ORGANISME	Divers établissements publics	Équipement et personnel	75 000	30 000
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-ENTREPRISES	Divers Privé	Personnel	150 000	75 000
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-ENTREPRISES	Enedis	Personnel	150 000	50 000
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-ENTREPRISES	TOTAL	Équipement et personnel	626 000	305 000
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-ENTREPRISES	TOTAL	Équipement et personnel	3 788 235	1 375 294
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-AUTRE	Divers Privé	Équipement et personnel	8 000 000	3 000 000
Institut Polytechnique de Paris	PRIVE-ENTREPRISES	BNP PARIBAS	Personnel et fonctionnement	1 500 000	400 000
Institut Polytechnique de Paris	PRIVE-ENTREPRISES	ENGIE	Équipement et personnel	500 000	500 000
Institut Polytechnique de Paris	PUBLIC-ANR	Agence Nationale de la Recherche (ANR)	Personnel	2 948 000	0



# 12

## Cofinancement par établissement partenaire

École polytechnique Palaiseau	PRIVE-ENTREPRISES	Chaire développement durable EDF	Personnel	100 000	100 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-COLLECTIVITES	Région Ile-de- France	Équipement	450 000	150 000
École polytechnique Palaiseau	PRIVE-ENTREPRISES	Chaire développement durable EDF	Personnel	100 000	100 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-ADMINISTRATION	Horizon 2020 (H2020)	Équipement et personnel	4 500 000	77 000
École polytechnique Palaiseau	PUBLIC-AUTRES-ORGANISME	Université de la Polynésie française	Nature : RH	316 000	0
Totaux				25 078 660	6 626 175





# 13

## Coûts liés à la science ouverte

Montant des APC (Articles Processing Charges) payés dans le cadre du projet	6 384
Coût associé à la gestion des données du projet (stockage, gestion, mise à disposition)	90 400