

MÉCÉNAT DE COMPÉTENCES SCIENTIFIQUES

DOSSIER DE PRESSE

Edito



Par Laurence LAMY,
déléguée générale
de la Fondation d'entreprise
groupe EDF

Le progrès technologique au service du progrès humain

Le mécénat de compétences scientifiques et technologiques est une des formes singulières du mécénat du Groupe EDF. Il s'inscrit pleinement dans la culture de l'entreprise et croise ses traits identitaires : à la fois entreprise scientifique impliquée dans la construction de grands ouvrages et entreprise œuvrant pour l'intérêt général.

Historiquement au service du patrimoine, de la connaissance, de la compréhension du passé et ponctué de réalisations marquantes, le mécénat de compétences scientifiques du Groupe EDF évolue, en lien avec le potentiel scientifique et technologique de l'entreprise et en réponse aux enjeux actuels de la société. Ainsi, nos soutiens embrassent aujourd'hui des champs multiples : le patrimoine, mais aussi la santé, le handicap et l'environnement. Autant de domaines susceptibles de bénéficier du transfert des technologies de pointe et des savoir-faire d'excellence des ingénieurs-chercheurs de la Recherche & Développement d'EDF.

L'apport scientifique et humain constitue en effet l'originalité de cette forme de mécénat, fruit d'une collaboration étroite entre la Fondation groupe EDF et la R&D d'EDF. En tant que Fondation, notre rôle consiste à détecter les défis scientifiques auxquels seule la R&D est en mesure de répondre en raison de la spécificité des compétences développées pour les besoins du Groupe.

Chaque projet ouvre sur un univers différent, appelle des solutions inédites et stimule l'innovation. Cette confrontation est propice à des échanges fructueux, à une hybridation des connaissances. Les défis posés permettent d'éprouver nos technologies et de les faire progresser.

Pour les salariés d'EDF qui s'engagent sur un projet, le mécénat de compétences scientifiques est une source de fierté personnelle et au-delà une valorisation des savoir-faire de l'entreprise. Enfin, en articulant des défis scientifiques à des projets d'intérêt général, cette forme de mécénat contribue à réhabiliter la science, vecteur de progrès lorsqu'elle est mise au service de la santé, de l'environnement ou de l'accès à la culture.

MÉCÉNAT DE COMPÉTENCES SCIENTIFIQUES

Au service de la société civile

Faciliter l'accès du nouveau musée de Cluny aux personnes en situation de handicap, aider à soulager les douleurs chroniques, anticiper les risques de contamination des grands brûlés dans le service de l'hôpital Saint-Louis, appréhender autrement les peintures pariétales réalisées il y a 36 000 ans dans la grotte Chauvet, étudier les performances des athlètes... ces projets illustrent la diversité et la spécificité du mécénat de compétences scientifiques initié et encadré par la Fondation groupe EDF : des défis scientifiques inédits, au service de la société civile, faisant appel aux compétences plurielles et à l'expertise des ingénieurs-chercheurs d'EDF.

« Le mécénat de compétences scientifiques et technologiques est un partenariat entre la Fondation groupe EDF et la R&D d'EDF.

L'objectif est de mettre à disposition du temps de chercheur sur des projets d'intérêt général. La R&D d'EDF a pour caractéristique de travailler pour tous les métiers du Groupe. Ceci nous amène à avoir une panoplie de compétences pluridisciplinaires qui couvrent un champ très vaste qu'on rencontre rarement dans d'autres organisations. »

Etienne Brière,
directeur scientifique
de la R&D d'EDF

1 | UNE AUTRE FORME D'ENGAGEMENT

Le mécénat est un engagement libre de la part d'une entreprise au service de causes d'intérêt général. Il peut prendre la forme d'un soutien financier, comme c'est encore majoritairement le cas aujourd'hui, mais il peut également s'appuyer sur d'autres ressources du mécène : ses produits, sa technologie, ses compétences et celles de ses collaborateurs.

Depuis 1983, le Groupe EDF développe cette forme originale de mécénat, en mettant au service de la société civile, les compétences scientifiques et technologiques de ses ingénieurs-chercheurs.

Ainsi, une technologie à visée industrielle, mise au point par la Recherche & Développement d'EDF, pour les besoins de l'entreprise, peut être adaptée pour répondre à la demande d'une institution

culturelle ou de santé, dans le cadre d'un projet inédit. Le mécénat de compétences scientifiques et technologiques représente une forme d'engagement spécifique. Il implique des technologies mais aussi des hommes, les ingénieurs-chercheurs de la R&D, sur leur temps de travail. Ces mises à disposition sont à hauteur de 300 jours par an au total.

Modéliser pour comprendre, pour voir l'invisible, pour anticiper les risques, développer des algorithmes puissants pour faire parler des masses de données... chaque projet est une aventure d'autant plus enrichissante que le projet nécessite une immersion dans un domaine totalement nouveau, met en jeu des problématiques complexes et des compétences pluridisciplinaires.

2 | UN MÉCÉNAT EN ACCORD AVEC LA CULTURE D'ENTREPRISE

Mettre le progrès technologique et économique au service du progrès humain, telle est la vocation du Groupe EDF. La Fondation, par son mécénat, prolonge cette mission et met en relation les ingénieurs-chercheurs de la R&D d'EDF avec des représentants de la société civile qui rencontrent des défis spécifiques.

Le mécénat de compétences scientifiques s'inscrit dans le cadre d'une politique globale de mécénat : la Fondation offre au groupe EDF l'opportunité d'élar-

gir son domaine de responsabilité sociale et environnementale, au-delà de ce qu'il engage déjà par ses activités propres.

Aujourd'hui, l'aspiration est forte à un nouveau partage de responsabilité entre la sphère publique, celle de l'entreprise et l'initiative citoyenne. On attend d'un groupe comme EDF qu'il prenne part à la résolution des défis environnementaux et sociaux. En mettant des moyens financiers, technologiques et humains au service des initiatives associatives, portées

par la société civile, pour augmenter leur impact, le Groupe, à travers la Fondation, exprime d'une autre manière ses engagements à l'égard des territoires où il opère.

3 | DES DÉFIS SCIENTIFIQUES QUI IMPLIQUENT DES TECHNOLOGIES ET DES EXPERTISES SPÉCIFIQUES

En dépit de l'apparente diversité des domaines d'intervention : la culture, avec le musée de Cluny et la grotte Chauvet ; la santé avec le projet Analgésie et le Centre de traitement des grands brûlés de l'hôpital Saint-Louis, le sport de haut niveau avec Sciences 2024, les projets soutenus par la Fondation groupe EDF, dans le cadre du mécénat de compétences, ont des points communs.

Chaque projet :

- aborde une question inédite, qui demande, pour être traitée, des moyens dont ne disposent pas les institutions mécénées, qu'il s'agisse de supercalculateurs, de grands logiciels de simulation ou d'expertises dans les domaines-

La Fondation permet également de traduire autrement les valeurs de l'entreprise, de rassembler et de renforcer l'engagement des salariés.

clés de la R&D que sont notamment la modélisation et la simulation numérique mais aussi l'intelligence artificielle et le traitement des données massives ;

- donne lieu à des rapprochements inattendus, fait se rencontrer des univers très différents et met en jeu des savoirs pluridisciplinaires ;
- embarque les intervenants dans des aventures scientifiques et humaines sur la durée, en raison de la complexité des défis à relever ;
- induit des questionnements nouveaux et la recherche de solutions révèle parfois des possibles insoupçonnés ;
- peut faire l'objet de publications en raison de son caractère inédit et de sa portée d'intérêt général.

LA FONDATION EN CHIFFRES

- 40 millions de budget sur les 4 ans du mandat (2020 - 2023)
- 4 membres fondateurs : EDF, EDF Renouvelables, Dalkia et Enedis
- 3 domaines d'intervention : environnement, inclusion, éducation
- 3 ODD - objectifs de développement durable de l'ONU

UN ESPACE CULTUREL SINGULIER

La Fondation groupe EDF soutient des projets associatifs d'intérêt général dans les domaines de l'environnement, l'éducation et l'inclusion en France et à l'international. Elle encourage l'engagement des salariés du groupe EDF pour faire vivre ses projets. C'est aussi un lieu culturel, avec l'Espace Fondation EDF, en accès libre à Paris, qui propose au travers d'un imaginaire artistique d'interpeller les jeunes et le grand public sur des sujets de société, contribuant ainsi à forger un nouveau regard sur la citoyenneté. Forte d'un ancrage territorial en France métropolitaine, en outre-mer et en Corse, elle organise l'itinérance de ses expositions pour les rendre accessibles au plus grand nombre.

6 rue Juliette Récamier, 75007 Paris, ouvert du mardi au dimanche de 12h à 19h, sauf jours fériés.

[Fondation.edf.com](https://www.fondation.edf.com)



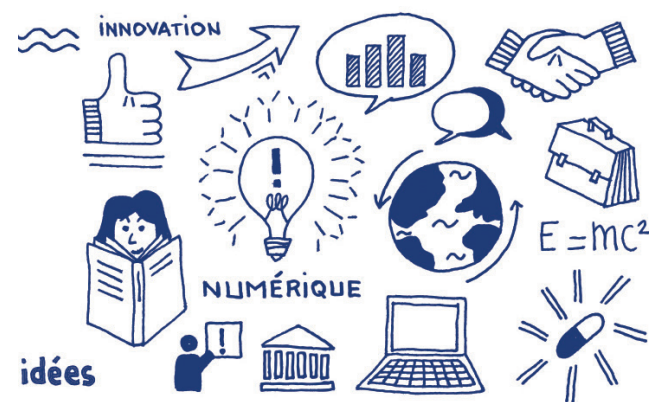
LA R&D EN CHIFFRES

- 487 millions d'euros de budget
- 1 780 salariés en France et 225 à l'international
- 160 doctorants
- 2 158 brevets en France et à l'étranger
- 200 chercheurs-enseignants
- 3 centres en France et 6 à l'international
- 1,5 Equivalent Temps plein (ETP) par an en mécénat de compétences soit 300 jours

4 LE POTENTIEL DE LA RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT D'EDF : DES DOMAINES DE COMPÉTENCES ALLANT DES SCIENCES DURES AUX SCIENCES HUMAINES

Le groupe EDF dispose d'une Recherche & Développement au meilleur niveau de l'état de l'art scientifique. Les ingénieurs-chercheurs ont pour mission de faire évoluer les connaissances et les technologies nécessaires à la conception, à la construction, à l'exploitation, à la sécurité et à la maintenance des ouvrages de production d'électricité mais aussi au pilotage du système électrique dans son ensemble. Les outils et les compétences sont au service du parc industriel d'EDF (nucléaire, éolien, photovoltaïque, barrages hydro-électriques) mais également au service de

la relation commerciale avec les clients. Les technologies sont en évolution permanente, marquées durant les dernières décennies par le développement important du numérique : réalités virtuelle et augmentée, intelligence artificielle... Les data-scientists mettent au point des algorithmes de plus en plus complexes pour traiter des données numériques massives, optimiser la production d'énergie, faire des analyses prédictives pour anticiper les besoins et suivre les caractéristiques de l'offre et de la demande.



« ENGAGEONS NOS ÉNERGIES »

Le mécénat de compétences scientifiques est un axe fort de la Fondation qui a choisi d'épouser au plus près les évolutions sociales et économiques et répondre aux enjeux de préservation de l'environnement et d'égalité des chances.

C'est pourquoi elle encourage l'engagement de ses collaborateurs auprès d'associations d'intérêt général et la mise à disposition de leur expertise au service de la société.

RENDRE LE NOUVEAU MUSÉE DE CLUNY ACCESSIBLE À TOUS

La technologie Virtual Fauteuil

Dans le cadre des travaux de modernisation du musée de Cluny, l'adaptation d'une technologie destinée à la maintenance des centrales nucléaires a permis de développer un outil de simulation, le Virtual Fauteuil, pour rendre accessible tous les espaces d'exposition.

VIRTUAL
Fauteuil

Virtual Fauteuil © EDF Lewis Joly

VIRTUAL
Fauteuil





1 | UN MUSÉE PARISIEN PRESTIGIEUX EN PLEINE TRANSFORMATION

Au cœur de Paris, le musée de Cluny est détenteur de l'une des plus grandes collections d'art médiéval française comprenant entre autres, peintures, sculptures, tapisseries, vitraux.

En 2015, le musée a amorcé une importante rénovation en 4 volets : restauration des vestiges antiques et de la chapelle, construction d'un nouvel accueil, refonte des parcours muséographiques et reprise du jardin médiéval, avec pour objectif principal l'accessibilité tant physique qu'intellectuelle.

2 | UN DÉFI : RENDRE LE MUSÉE ACCESSIBLE À TOUS

Le nouvel accueil et la refonte des parcours sont l'occasion pour le musée de Cluny d'intégrer l'accessibilité dans ses travaux pour être exemplaires en matière d'accessibilité, même si la tâche est extrêmement ardue compte tenu du site et de la nature des collections. Le musée présente en effet une configuration très particulière : c'est une addition d'édifices (antique, médiéval et adjonction du 19^e siècle). Avec 28 ruptures de niveaux dont de nombreux escaliers, le musée était jusqu'à présent un vrai parcours d'obstacles.

3 | L'ADAPTATION D'UN OUTIL DE SIMULATION EN RÉALITÉ VIRTUELLE

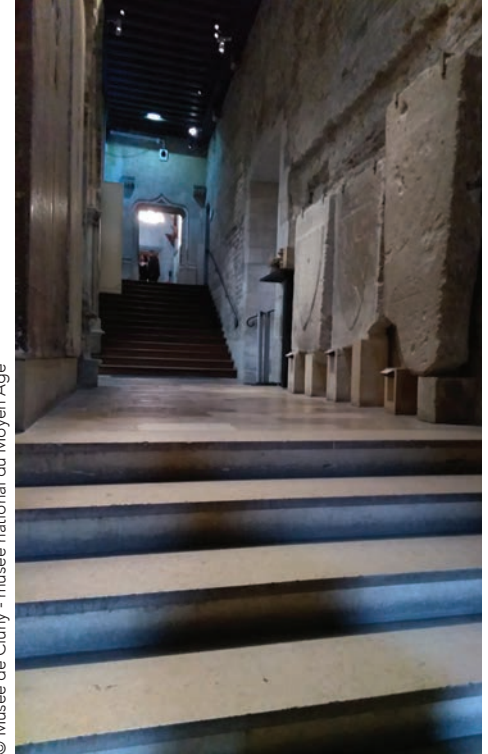
Le musée de Cluny a pris contact avec la Fondation. Cette rencontre a permis de faire naître un projet inédit, en amont de la transformation du musée, pour trouver des réponses pertinentes à la problématique d'accessibilité en engageant, dans le cadre d'un mécénat de compétences, l'expertise et l'adaptation d'une technologie développée par la R&D d'EDF.

Comme le précise Alain Schmid, ingénieur-chercheur : « La R&D d'EDF a imaginé un outil de simulation en réalité virtuelle pour faciliter les déplacements dans les bâtiments réacteurs, donc dans un environnement à fortes contraintes. Pouvoir disposer d'outils 3D de simulation d'opérations est déjà une belle innovation. Ensuite, c'est lors d'échanges

presque informels que l'idée est venue de mettre cet outil au service du handicap pour imaginer les déplacements en fauteuil roulant, dans une ville, dans un quartier, dans des immeubles ». De la centrale nucléaire au musée, il y a un monde, mais « les briques d'une même technologie », ont été adaptées pour résoudre des problèmes d'accessibilité. La technologie Virtual Fauteuil permet en effet de simuler le déplacement d'un fauteuil roulant dans un environnement donné, en prenant en compte les normes d'accessibilité en vigueur. Toutefois, pour permettre ce transfert de technologie et de compétences dans le cadre du musée de Cluny, il a fallu au préalable numériser les espaces, avant le début du chantier.



© Vincent Baillais



© Musée de Cluny - musée national du Moyen Âge



© Musée de Cluny - musée national du Moyen Âge

« En matière d'accessibilité physique, la technologie Virtual Fauteuil nous permet, grâce à une numérisation en 3D de l'ensemble du musée, de mieux concevoir les circulations au bénéfice des personnes en situation de handicap, et en particulier d'optimiser les parcours pour un fauteuil roulant. Cerise sur le gâteau, la numérisation du musée, à ce niveau de qualité et de précision, était une première mondiale dont nous sommes très fiers. »



Michel Huynh,
conservateur général
au musée de Cluny

4 | LE MUSÉE DE CLUNY EN 3D

La modélisation a nécessité des relevés photographiques et télémétriques. Ils ont été pris en charge par la Fondation Groupe EDF dans le cadre de la convention de mécénat.

La technologie Virtual fauteuil, un fauteuil roulant relié à un écran, permet de réaliser un diagnostic en environnement virtuel, de faire apparaître tous les écueils (les pentes, le passage des portes, les

dévers) et de définir les meilleurs emplacements pour les ascenseurs. La simulation s'effectue en utilisant les modes les plus courants de déplacement en fauteuil (manuel, électrique et scooter). L'objectif est de permettre aux personnes à mobilité réduite de circuler de façon autonome et fluide. Et là où passe le fauteuil roulant, passent aussi un parent avec sa poussette et ses enfants, ou encore la personne âgée avec sa canne.

Comme le précise Alain Schmid, « Il est souvent difficile de convaincre les architectes et les collectivités de la pertinence des aménagements. Le musée de Cluny est un très bon exemple, il s'agit d'une configuration si complexe qu'à première vue l'accessibilité y était impossible, mais grâce à l'adaptation d'une technologie et au soutien d'une équipe motivée, le projet a pu être mené à bien. »

LE PROJET EN CHIFFRES

Le soutien de la Fondation groupe EDF comprend deux volets :

- la prise en charge des scans pour réaliser la numérisation des espaces du musée.
- le temps chercheur : 20 jours.

* Le projet a été réalisé en partenariat avec la société Emissive (travail de modélisation) et le CEREMH – Centre de Ressources et d'Innovation Mobilité Handicap (développement du simulateur).

COMPRENDRE LA SCÉNOGRAPHIE DE LA GROTTTE CHAUVET

Il y a 36 000 ans,
qui voyait quoi et d'où ?

Site exceptionnel, inscrit au patrimoine mondial de l'humanité, la grotte Chauvet bénéficie depuis 2015 d'un mécénat de compétences scientifiques.

Des chercheurs de la R&D d'EDF, experts en réalité virtuelle, ont adapté un logiciel développé pour les besoins de l'entreprise afin de quantifier par simulation, la visibilité d'œuvres présentes sur les parois.

Le panneau des rennes et des chevaux
© Patrick Aventurier - La grotte Chauvet 2 - Ardèche



Le panneau des chevaux © Patrick Aventurier - La grotte Chauvet 2 - Ardèche

LA GROTTE CHAUVET EN CHIFFRES

- 18 décembre 1994 : découverte de la grotte Chauvet
- 36 000 ans avant notre ère : datation des peintures pariétales
- 8300 m² au sol
- 1000 dessins dont 425 figures animales représentées
- 14 espèces différentes

1 | UN SITE EXCEPTIONNEL DU PATRIMOINE MONDIAL

La grotte Chauvet, située à Vallon Pont-d'Arc dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis juin 2014.

Découverte en 1994, elle recèle un patrimoine unique, d'une valeur universelle : les plus anciennes œuvres pariétales jamais découvertes (réalisées il y a

36 000 ans), soit 18 000 ans avant celles de Lascaux. Au-delà de son ancienneté, la grotte Chauvet se distingue par la beauté des dessins et des gravures qui ornent ses parois, par l'originalité de son bestiaire avec plus de 14 espèces différentes (lions, rhinocéros, ours, mam-mouths, mégacéros, etc.) et la plus forte concentration de félins et de rhinocéros.

« Quand la Fondation Groupe EDF s'engage sur un projet de mécénat scientifique, il faut que la compétence de l'entreprise puisse répondre à une problématique scientifique formulée par les partenaires, et que la réponse soit inédite, ce qui est le cas de la grotte Chauvet. »



Guillaume Thibault, ingénieur-chercheur, R&D d'EDF

2 | LA PLUS ANCIENNE GALERIE D'ART AU MONDE - UN TRÉSOR POUR LES ARCHÉOLOGUES

La grotte Chauvet fait l'objet d'un programme de conservation depuis sa découverte et d'un programme de recherches depuis 1998 ; seuls les scientifiques ont accès à ce patrimoine fragile. En effet, les œuvres de nos lointains ancêtres ont pu être préservées dans un environnement géologique qui, par sa stabilité environnementale et la fermeture du porche, a constitué un remarquable conservatoire. Lorsque ces coffres-forts naturels ont été ouverts, ces trésors pariétaux ont été mis en danger, soumis aux agressions naturelles et humaines.

Afin de préserver le témoignage unique de la grotte Chauvet, inaccessible, une réplique physique synthétique, dite Chauvet 2, a été inaugurée en avril 2015.

* Le modèle numérique en 3D a été réalisé grâce aux travaux du Ministère de la Culture et du CNRS.



La grotte Chauvet 2 - Ardèche @ Fabre Speller- Architectes - Atelier 3A - F.-Neau - Scène - Sycpa - photo : Patrick Aventurier

3 | UNE QUESTION : QUI VOYAIT QUOI ET D'OÙ ?

Les œuvres peintes dans l'obscurité de la grotte fascinent par leur beauté, par la modernité de leurs traits et suscitent les archéologues de questions multiples : quel sens avaient ces représentations ? À qui étaient-elles destinées ? S'agissait-il de représentations rituelles, de gestes artistiques gratuits ? Ont-elles été réalisées les unes en fonction des autres ? S'adressaient-elles, selon leur position et leur visibilité, à des groupes ou à des observateurs solitaires ? « Nous n'avions aucune idée de la manière dont un observateur de l'époque les voyait réellement. Il ne disposait en effet pour s'éclairer que d'une lampe à graisse ou d'une torche, et peut-être de

feux sur le sol », soulignait Jean-Michel Geneste, archéologue, en charge de l'équipe scientifique de la grotte Chauvet jusqu'en 2018. Les questions étaient posées, mais les archéologues n'avaient bien sûr pas la possibilité de faire des essais dans la grotte. La démarche de simulation numérique a été envisagée, mais là encore, ils ne disposaient pas de méthode scientifique de simulation de la visibilité. Deux chercheurs de la R&D d'EDF, spécialistes du domaine, ont apporté leur expertise sur ce point clé. Grâce à eux, les préhistoriens disposent aujourd'hui d'une simulation numérique fiable permettant de répondre à la question « qui voyait quoi et où ? ».

4 | L'ENTRÉE EN JEU DES EXPERTS EN RÉALITÉ VIRTUELLE DE LA R&D D'EDF

Afin d’optimiser les opérations de maintenance, dans le cadre des chantiers liés à la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires, les ingénieurs-chercheurs de la R&D développent de puissants outils à des fins industrielles, tirant notamment parti des technologies de réalité virtuelle. Par exemple, le logiciel VVProPrépa fournit aux intervenants des moyens virtuels d’accès visuels aux installations. Ils peuvent de cette manière affiner, grâce au numérique, la préparation de leurs interventions. Ce sont ces méthodes numériques

d’entraînement, appuyées par les connaissances les plus à jour des capacités cognitives d’humains placés dans des environnements complexes qui ont été mises à disposition du projet TIPTOP*.

« Nous avons utilisé et amélioré deux briques logicielles développées à la R&D pour le nucléaire, précise Guillaume Thibault. Je ne ferai pas un parallèle direct entre une centrale nucléaire et la grotte Chauvet, mais ces deux univers partagent certains traits communs; ce sont des environnements complexes : de nombreux

obstacles réduisent la visibilité (des murs pour les centrales, les parois et leurs replis pour les grottes), ce qui est traité par la brique logicielle n°1 ; les déplacements (des matériels occupent une large partie des sols et des plafonds dans les centrales, des stalagmites et stalactites ou encore des ruptures de pente dans les grottes, etc.), ce qui est traité par la brique logicielle n°2. »

* Traitement des Informations Perceptives et Topographiques appliqué aux Œuvres Pariétales.



© Patrick Aventurier - La grotte Chauvet 2 - Ardèche

5 | UNE METHODE EXPERIMENTALE ET UNE ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

Comment se perçoit dans le noir une œuvre sur une paroi quand je m’avance vers elle muni d’une torche à la lumière vacillante ? Telle est la question de départ qui a permis l’application des algorithmes de la R&D d’EDF à la grotte Chauvet. Guillaume Thibault et Jean-François Hullo ont construit une méthode de calcul expérimentale prenant en compte la perception visuelle dans le mouvement (partant de l’hypothèse que l’*Homo sapiens* de la grotte Chauvet, était sans doute plus habitué au noir, mais avait une sensibilité visuelle proche de la nôtre). La conjugaison des expertises et l’interdisciplinarité furent nécessaires pour élaborer une méthode prenant en compte un faisceau de données : imaginer un *homo*

sapiens de taille standard, sa motricité et son champ de vision dans la position debout, accroupie et intégrer les différences de perception selon la dimension et les techniques des œuvres pariétales.

Il a fallu deux ans pour élaborer collectivement les outils d’analyse, éprouvés sur les données du modèle numérique 3D de la grotte Chauvet. Des expériences à taille réelle, dirigées par Jacques Droulez, spécialiste CNRS des sciences cognitives, ont été réalisées non pas dans la grotte elle-même, mais dans une carrière. Des fac-similés d’œuvres de la grotte y ont été reproduits par Gilles Tosello, artiste et chercheur qui a travaillé à la réplique de la grotte.



© Patrick Aventurier - La grotte Chauvet 2 - Ardèche

6 | LES SIMULATIONS ONT DÉBOUCHÉ SUR LES PREMIÈRES CARTES DE VISIBILITÉ

« Nous avons pu obtenir des résultats scientifiques sur « savoir ce que l’on voit et d’où on le voit », ce qui est inédit dans la restitution de l’art pariétal. Éclairé d’une torche ou d’une lampe à graisse, nous avons pu établir à quelle distance un individu peut voir, grossièrement ou en détail, un rhinocéros dessiné en noir, en rouge ou gravé sur une paroi » résume Guillaume Thibault. Les simulations font apparaître les lieux depuis lesquels tel ou tel groupe d’œuvres est plus ou moins visible et elles donnent des indices sur une éventuelle scénographie. Les résultats du projet TIPTOP ont été présentés à l’équipe scientifique de la grotte Chauvet en mars 2019.

* Le projet initié en janvier 2015 a été mené dans le cadre d’une convention entre la Fondation Groupe EDF, EDF Recherche et Développement, le CNRS (Edytem/Chambéry et ISIR/Paris) et le Ministère de la Culture.



MAÎTRISER LE RISQUE NOSOCOMIAL POUR LES GRANDS BRÛLÉS

La modélisation des écoulements d'air en structure hospitalière

La Fondation groupe EDF a travaillé avec le centre parisien de traitement des grands brûlés de l'hôpital Saint-Louis, sur un projet pour concevoir l'environnement des patients. Les ingénieurs-chercheurs de la R&D ont apporté leur expertise afin de modéliser les écoulements d'air pour les rendre visibles et ainsi mieux maîtriser le risque de contamination par l'air. Le partage des technologies et leur adaptation se mesurent en vies sauvées.

© Hôpital Saint-Louis

« Avec le soutien de la Fondation, la R&D d'EDF nous a apporté l'expertise dans la compréhension des écoulements de l'air par la modélisation, expertise que nous avons nourrie de notre savoir-faire en matière de traitement de la brûlure. Il ne suffit pas de juxtaposer les savoirs, il faut aussi s'enrichir mutuellement et c'est ce que nous avons fait ! »

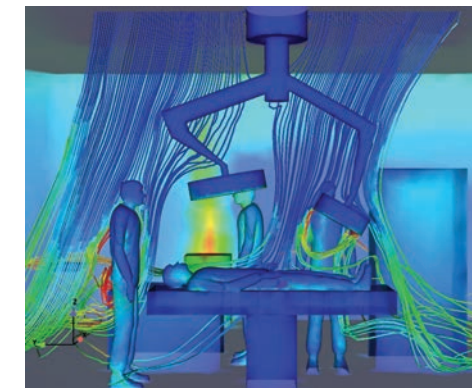
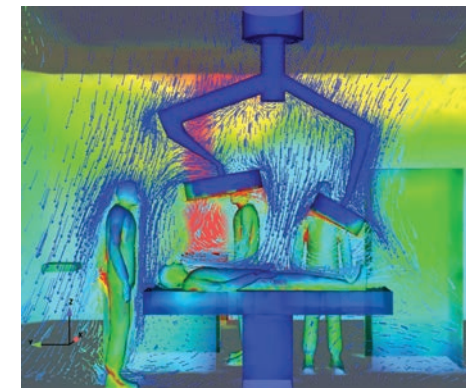


Professeur
Maurice Mimoun

1 TOUT PART D'UN CONSTAT : POUR LE GRAND BRÛLÉ LE RISQUE DE CONTAMINATION PAR L'AIR EST MAJEUR ET SOUVENT MORTEL

Le brûlé est un patient très difficile à traiter avec un risque infectieux majeur ; le soigner ce n'est pas seulement lui administrer des antibiotiques mais aussi réfléchir à son environnement, l'air étant l'un des vecteurs de propagation des bactéries et autres agents infectieux. Les germes, transportés par les flux aériens se déposent sur divers types de surfaces et sur les personnes.

Gérer le risque infectieux d'un grand brûlé c'est donc en partie contrôler l'air qui circule dans son environnement. Pour cela, il faut rendre visible l'invisible, c'est-à-dire modéliser les flux d'air dans les chambres, les sas et les couloirs, afin de les visualiser, de les comprendre, de pouvoir anticiper les situations à risque et enfin concevoir des structures et des comportements permettant de maîtriser le risque de contamination aéroportée.



2 L'APPORT DE LA R&D D'EDF : LA MODÉLISATION NUMÉRIQUE ET L'EXPERTISE AÉRAULIQUE

En amont de la conception des structures du nouveau centre de l'hôpital Saint-Louis, dès 2004, la R&D d'EDF est devenue partenaire de recherche de l'équipe du professeur Maurice Mimoun : « Pour concevoir les nouvelles chambres pour grands brûlés de ce centre, explique-t-il, nous nous sommes intéressés aux mouvements des particules transportées par l'air. Car, parmi elles, se trouvent des micro-organismes qui peuvent contaminer le brûlé particulièrement fragile et très sensible à la contamination aéroportée. Comprendre comment ils se déplacent au sein d'une pièce, voire d'une pièce à l'autre,

a permis de concevoir des chambres minimisant les risques de contamination par l'air. Tandis que nous concevions ces chambres très modernes, il nous a paru impensable de continuer à raisonner avec des papiers et des crayons. En réalité, il nous fallait des ordinateurs et un logiciel adéquat pour modéliser les phénomènes et les étudier ».

La R&D d'EDF a développé depuis 40 ans de fortes compétences dans le domaine de la modélisation numérique des écoulements d'air au service notamment de ses centrales nucléaires.

3 | UNE SYNERGIE FRUCTUEUSE

Dans le cadre du mécénat de compétences scientifiques, Christian Beauchêne, ingénieur-chercheur, expert en aéraluque au sein de la R&D d'EDF, a participé au projet mettant au service de l'équipe en charge de la conception du nouveau centre, des technologies spécifiques et ses compétences. La modélisation des écoulements d'air s'appuie sur un code de calcul de CFD (Computational Fluid Dynamics) - le Code Saturne - développé depuis plus de trente ans pour répondre aux besoins des industries d'EDF, principalement nucléaires.

Le mécénat de compétences ne se réduit pas à un simple transfert de technologies : il se fonde sur des échanges, entre des savoirs et des savoir-faire de milieux très différents. Ces rapprochements contribuent à l'avancée des projets et à la mise en adéquation entre des outils très performants et des besoins spécifiques pour lesquels ils n'ont pas été conçus. « Nous nous sommes aperçus qu'en installant une personne ou un équipement supplémentaire dans la pièce, précise le professeur Mimoun, cela modifiait complètement les flux d'air et donc créait des mouvements de particules potentiellement contaminantes. Nous avons en particulier identifié, avec les chercheurs d'EDF, l'influence de la température sur ce risque. »



© Hôpital Saint-Louis

4 | UN PLAFOND SOUFFLANT POUR SAUVER DES VIES

Ouvert en 2012 sous la direction du professeur Maurice Mimoun, le CTB (Centre de traitement des grands brûlés) de l'hôpital Saint-Louis à Paris, a été pensé selon un concept novateur : le « presque tout dans la chambre » pour permettre au patient de ne pas changer d'environnement pendant la phase aigüe de la brûlure, afin de limiter les risques de contamination. Cela impose que l'équipement nécessaire aux traitements se trouve aux côtés du patient dans une structure décontaminée au maximum qui est à la fois

une chambre, une salle de réanimation, une salle d'intervention chirurgicale, de soins voire de balnéothérapie. Chaque chambre n'héberge qu'un seul patient et est dotée d'un plafond soufflant. La mise au point de cette barrière de protection a été le premier résultat de l'engagement d'EDF au service des grands brûlés.

Le plafond soufflant a contribué notamment au succès de la première mondiale réalisée dans une des nouvelles structures : sauver un brûlé à 95% en réalisant une greffe totale de peau.



© Hôpital Saint-Louis



© Hôpital Saint-Louis

5 | LA POURSUITE DU PROJET : LES PORTES SOUFFLANTES

Au regard de ces résultats, le professeur Maurice Mimoun a poursuivi sa réflexion afin d'améliorer encore la prise en charge des grands brûlés en imaginant des rideaux d'air pour remplacer les portes à battant. Le concept totalement inédit de « porte soufflante » vise à réduire les risques de contaminations (notamment les risques d'infections manipulées par les poignées de portes) et à s'affranchir des difficultés communes aux secteurs des brûlés et aux secteurs de soins intensifs. L'objectif est de renforcer les barrières de protection

tout en assurant au patient la proximité permanente du personnel soignant.

En juin 2018, dans le cadre d'un mécénat de compétences, un nouveau projet* a été initié avec la Fondation groupe EDF pour valider le concept des portes soufflantes appelées à remplacer les portes existantes. Les études conduites par le CEREAA** et le département MFEE*** d'EDF-R&D visent, grâce à la modélisation numérique et l'expertise aéraluque, à dimensionner le rideau d'air et anticiper son fonctionnement dans la structure d'ensemble : chambre/sas/couloir.

* Ce projet est conduit en partenariat avec l'École Nationale des Ponts Paris Tech dans le cadre du CEREAA.
** CEREAA : Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (Laboratoire commun entre l'École des Ponts ParisTech et EDF R&D).
*** MFEE : Mécanique des Fluides Energies et Environnement.

6 **COVID-19 : LA R&D D'EDF A MIS SES COMPÉTENCES EN SIMULATION NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'HÔPITAL SAINT-LOUIS**

La R&D d'EDF a mis en place une modélisation de la dispersion des gouttelettes bucco-pharyngées dans une unité de réanimation réquisitionnée pour les patients de la COVID-19, à l'hôpital Saint-Louis à Paris.

En situation d'urgence

En mai 2020, l'hôpital Saint-Louis de Paris a fait appel à l'expertise en simulation numérique du département Mécanique des Fluides, Énergie et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF, afin de développer une méthode de visualisation de la dispersion des gouttelettes bucco-pharyngées, dans les chambres d'une unité de réanimation réquisitionnée pour des patients atteints de la Covid 19.

Soutenu par la Fondation groupe EDF, ce mécénat de compétences scientifiques s'est concrétisé dans le cadre du Fonds d'Urgence et de Solidarité*, créé le 31 mars 2020, à l'issue d'un Conseil d'administration extraordinaire, illustrant la réactivité de la Fondation face à la crise sanitaire et sociale. S'appuyant sur les travaux menés par la R&D d'EDF dans le cadre du projet « porte soufflante », le département MFEE a réalisé, en à peine un mois - soit 15 jours de temps chercheur - une modélisation de la dispersion des gouttelettes, en fournissant des calculs paramétriques permettant d'envisager de nombreux scénarii de dispersion.

Des enjeux sanitaires majeurs

L'objectif de la maquette numérique 3D est d'étudier la dispersion des gouttelettes dans l'air afin d'identifier précisément les zones à fort risques de dépôts de

particules dans les chambres des patients. A l'aune de ces résultats, l'enjeu du personnel hospitalier est d'adapter les protocoles de soins et d'optimiser le bio nettoyage des surfaces exposées au dépôt de gouttelettes et dans un second temps de progresser sur la maîtrise du risque de contamination aéroportée par gouttelettes.

Par ailleurs, ces simulations numériques, réalisées grâce à l'utilisation du logiciel de mécanique des fluides Code Saturne ont permis de caractériser de manière quantitative les zones de dépôts probables des gouttelettes. Les résultats obtenus ont mis en lumière l'impact positif du plafond soufflant, qui permet de diminuer le temps de résidence des gouttelettes et d'isoler et protéger les patients de ce centre de traitement des grands brûlés.

La compréhension et la visualisation précise des écoulements d'air dans des espaces confinés sont précieuses pour mettre en place les mesures de protection et de réduction de l'exposition au virus, dans un cadre hospitalier, tertiaire ou résidentiel.

* Le Fonds d'Urgence et de Solidarité, d'un montant de 2 millions d'euros, a été consacré à des projets ayant un impact direct : aides d'urgence au personnel soignant et actions en faveur des plus démunis face à la maladie, personnes sans-abri ou en situation de grande précarité.

SOULAGER LES DOULEURS CHRONIQUES

Le projet eDOL de l'institut ANALGESIA

La R&D d'EDF et la Fondation s'impliquent dans la e-santé en mécénant le projet eDOL développé par l'Institut ANALGESIA. L'objectif est d'accompagner les patients douloureux chroniques par le biais du numérique afin de diminuer leur douleur et d'améliorer leur quotidien.

« Souvent considérée comme un simple symptôme de nombreuses maladies, la douleur, dès lors qu'elle se chronicise, devient une maladie à part entière. Elle touche en moyenne 1 adulte sur 5 en Europe. Avec un arsenal thérapeutique ancien et insuffisant, le besoin médical est considérable. »



© freepick



Professeur
Alain Eschaliér,
président de l'Institut
ANALGESIA –
Université Clermont
Auvergne



© IA

LA DOULEUR CHRONIQUE EN CHIFFRES

- En France, 1 adulte sur 5 souffre de douleurs chroniques soit environ 12 millions de personnes.
- 2 patients sur 3 estiment que leur douleur est insuffisamment contrôlée.
- 1 patient sur 2 a une qualité de vie altérée.
- 60% des personnes qui souffrent de douleurs chroniques sont moins aptes au travail.
- 1 patient sur 5 perd son emploi à cause de cette douleur.
- 1 patient sur 2 est en arrêt de travail plus de 4 mois par an.

1 | L'INSTITUT ANALGESIA, UN PÔLE D'INNOVATION UNIQUE EN FRANCE

Basée à Clermont-Ferrand, dédiée exclusivement à la douleur chronique, l'Institut ANALGESIA est une Fondation de recherche qui a été créée en 2016. Cette Fondation a pour objectif de soutenir la recherche et l'innovation contre la douleur et permettre à son réseau d'équipes de recherche et de soin de développer de nouvelles solutions thérapeutiques au bénéfice des patients douloureux chroniques.

Le projet d'ANALGESIA part d'un double constat : en dépit du grand nombre de personnes affectées (voir encadré), la douleur chronique ne constitue pas une priorité pour la recherche médicale. Les médicaments, seule solution proposée, ne permettent pas de soulager tous les patients.

2 | LA DOULEUR CHRONIQUE : UN ENJEU DE SANTÉ PUBLIQUE

Les douleurs chroniques constituent une source majeure de handicap pour des millions de patients en France et dans le monde. Elles altèrent la qualité de la vie au quotidien, entraînant de nombreux symptômes : anxiété, troubles du sommeil, dépression, troubles cognitifs. Ces douleurs concernent toutes les tranches d'âge de la population, avec des conséquences socio-économiques considérables. On estime que chaque année en France, ce sont plus de 88 millions de journées de travail qui sont perdues à cause de la douleur.

3 | LE PROJET eDOL A POUR BUT DE MIEUX COMPRENDRE LA DOULEUR ET LES PATIENTS, AFIN D'OPTIMISER LA PRISE EN CHARGE ET LES TRAITEMENTS

Basé sur la création d'une application mobile à destination des patients douloureux chroniques, d'une plateforme internet pour les soignants, et d'une importante base de données, le succès d'un projet comme eDOL repose sur la capacité des chercheurs à traiter intelligemment une quantité massive de données. Quantité d'autant plus élevée que le projet ambitionne à terme d'inclure, dans une e-cohorte, plusieurs milliers de patients.

Afin de mieux approcher la douleur, dont les manifestations sont multiples et les ressentis différents, les chercheurs ont besoin de récolter d'importantes quantités

de données et à cette fin ont construit le projet eDOL qui permet le suivi « en vie réelle » des patients. L'application eDOL deviendra un compagnon au quotidien pour les douloureux chroniques.

Comme l'explique le professeur Alain Eschaliér, président de l'Institut ANALGESIA : « À terme, le patient bénéficiera de conseils personnalisés et deviendra acteur de sa prise en charge afin de mieux gérer sa douleur et d'améliorer durablement sa qualité de vie. L'application permettra également au soignant de mieux comprendre la réponse thérapeutique de son patient et améliorer la qualité de son parcours de soins. »

Le projet eDOL, grâce à la récolte et à l'analyse des données, a pour objectif de mieux connaître la douleur afin d'améliorer la qualité de vie des patients, de leur proposer de meilleurs traitements et de favoriser leur retour à une vie sociale et professionnelle et la reprise éventuelle d'une activité physique.



4 | L'APPORT DES CHERCHEURS DE LA R&D D'EDF : LE TRAITEMENT DE DONNÉES MASSIVES

Lorsque l'Institut ANALGESIA a sollicité la Fondation Groupe EDF pour soutenir son projet, cette dernière l'a orienté vers la R&D d'EDF et ses experts en traitement des grands volumes de données hétérogènes (Big Data). Les *data-scientists* de la R&D ont en effet développé des techniques d'analyses de données massives, pour suivre, par exemple, en temps réel les systèmes de production, de distribution et de consommation de l'énergie et d'équilibrer l'offre et la demande. L'Institut ANALGESIA est spécialiste des problèmes de santé mais souhaite être accompagné par des

experts pour le traitement des masses de données qui vont être engendrées par la e-cohorte de patients. Via l'application eDOL, les informations récoltées seront de plusieurs ordres : données subjectives fournies par les patients sur la perception de la douleur et données objectives fournies par des capteurs, permettant d'évaluer leur capacité de déplacement, l'état de leur sommeil, etc.

Au final, des millions de données hétérogènes seront à analyser : un défi pour les *data-scientists* appelés à développer, en interaction avec les spécialistes de la douleur, les algorithmes qui permettront

d'extraire des informations pertinentes*. L'appui de la R&D ne se limite pas au traitement des données. En effet, la R&D d'EDF a pour caractéristique de travailler pour tous les métiers du groupe et dispose d'un panel de compétences extrêmement vastes, notamment d'une équipe de sociologues qui pourront également aider l'Institut ANALGESIA à concevoir les questionnaires proposés aux patients.

* Les données seront traitées en partenariat avec une équipe CNRS clermontoise du Limos, un laboratoire de Clermont-Ferrand rattaché au CNRS et la Simon Fraser University de Vancouver.

Une nouvelle version de l'outil eDOL

Une étude de cohorte a été lancée avec la formation de 21 centres participants partout en France, le nombre de patients bénéficiant du suivi eDOL a dépassé le millier mi-2022.



© freepick

« SCIENCES 2024 » L'EXCELLENCE DE LA RECHERCHE AU SERVICE DES ATHLETES FRANÇAIS

Mobiliser la science pour le sport et le handisport





Comment rendre les tireurs à l'arc plus précis, les nageurs plus rapides, les sauts plus hauts ? Autrement dit comment améliorer les performances des athlètes grâce à la science, permettant d'optimiser les techniques et technologies sportives ?

1 « SCIENCES 2024 », UN RÉSEAU DE CHERCHEURS

En septembre 2018, l'École polytechnique a initié « Sciences 2024 », un programme de recherches collectif dédié à l'accompagnement des athlètes tricolores afin d'étudier leurs performances en vue des Jeux olympiques et paralympiques de 2024. En synergie avec le programme « Performance 2024 » piloté par le ministère des Sports, le projet « Sciences 2024 »

fédère l'excellence de la recherche. Treize établissements d'enseignement scientifique participent au projet (12 grandes écoles*, 1 université), soutenus par le CNRS, le CNSD (Centre National de Sports de la Défense) et l'INSEP (Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance), s'engagent aux côtés des sportifs français.

* X, ECL, ENPC, ENSAM, ENSTA, École Navale, ENS Lyon, ENS Paris, ENS Rennes, ESPCI, INSA Lyon.

2 | UN DÉFI AMBITIEUX

Décrocher des médailles aux Jeux olympiques et paralympiques en 2024. Pour quelques millimètres ou quelques centièmes de seconde... tous les détails comptent : la synchronisation - qu'il s'agisse du lancer de poids, de la brasse,

du tir à l'arc, du saut, etc. - les propriétés des matériaux, des équipements mais aussi les facteurs humains, psychologiques et organisationnels. Les médailles se gagnent dans l'optimisation de chacune de ces données.

3 | UN TRAVAIL COLLECTIF : SPORTIF / ENTRAÎNEUR / CHERCHEUR

60 disciplines sportives sont concernées par des projets de recherche. Les chercheurs (des doctorants et des professeurs), en accord avec les fédérations concernées, collectent les données sur le terrain avec les athlètes et leurs entraîneurs, listent les attentes des sportifs, les analysent en laboratoire, traduisent les gestes en équations. En sciences hu-

maines et sociales, ils travaillent à améliorer la capitalisation et le partage des expériences. Le travail des chercheurs permet de révéler ce que l'on ne peut pas voir et de modéliser des méthodes d'entraînement construites jusqu'ici uniquement de façon empirique et d'apporter ainsi des réponses qui seront intégrées aux entraînements.

4 | LE LARGE CHAMP D'EXPERTISE DE LA R&D

Mécanique des fluides, hydraulique, mécanique des structures, électrotechnique, biométrie, biomécanique, outils de calcul et de modélisation, expertise en Intelligence artificielle, en sciences humaines et sociales... la R&D dispose d'un champ très large d'expertise permettant d'envi-

sager des binômes avec des représentants de nombreuses disciplines sportives. En initiant des partenariats avec « Sciences 2024 », la Fondation s'associe à une ambition nationale et valorise les savoir-faire des chercheurs de la R&D.

5 | SIX PROJETS POUR MAÎTRISER LES CLÉS DE LA PERFORMANCE

Lame de saut

La recherche en mécanique permet d'améliorer la forme de l'emboîture, le matériau de la semelle et la raideur de l'ensemble pour préserver l'athlète des blessures et améliorer les performances. Grâce à Marie-Émilie le Fur, triple championne paralympique (100 m, 400 m et saut en longueur), des simulations paramétriques des prototypes de lames ont été réalisées. Elles révèlent que l'efficacité de la prothèse est liée à la meilleure restitution de l'énergie de flexion de la lame, en lien avec un amortissement optimisé. La répartition des efforts dynamiques sur l'emboîture de la prothèse permet aussi de ne pas blesser le genou.

Tir à l'arc

Ce projet, mené en partenariat entre les laboratoires CEREa et LadHyX et la Fédération Française de Tir-à-l'Arc, vise à minimiser l'impact du vent sur la dispersion des flèches. Il a permis de

développer un modèle de vol flèche pour comprendre l'impact d'un vent uniforme sur la dispersion en cible en fonction de l'empennage. À partir des séances d'entraînement, avec analyse vidéo et mesure du vent, de premiers retours ont été partagés avec les sportifs et une calculatrice de prévision du vent à l'échelle locale du pas de tir a été testée.

Natation en bassin

Il s'agit de proposer un modèle pour mesurer la force que met le nageur dans l'eau. En natation, les nageurs utilisent principalement leurs membres supérieurs pour se propulser. Pour suivre les performances des athlètes, les entraîneurs mesurent la fréquence d'exécution des mouvements de bras : la cadence et l'évolution de la vitesse.

Natation en eau libre

Le projet consiste à mieux connaître le terrain (lacs, cours d'eau) de natation avec des informations sur les vitesses



d'écoulement, la température de l'eau pour faciliter la progression des nageurs.

Paraperf

Une série d'études dédiées à la performance a été menée dans trois sports, le tir (carabine et pistolet), le cyclisme et l'haltérophilie pour aider les entraîneurs à suivre et améliorer les résultats de leurs para-athlètes en proposant des méthodes statistiques d'analyse des données.

SHS Haute Performance

L'objectif est d'améliorer les dispositifs de captation et de circulation des savoirs d'expérience d'entraîneurs. En 2020, l'identification de nombreuses similitudes entre les activités des entraîneurs et des chefs de projet d'arrêt de production pour maintenance des installations d'EDF a donné naissance à une collaboration entre les chercheurs en sciences humaines et sociales de la R&D et les acteurs de la mission Observatoire des Pratiques et des Métiers de l'INSEP.



6, rue Récamier
75007 Paris
Fondation.edf.com



CONTACTS PRESSE

Pierre Laporte communication
Clarys Lutaud-Nony
clarys@pierre-laporte.com
Laurent Jourden
laurent@pierre-laporte.com
01 45 23 14 14

Fondation groupe EDF
Isabelle Paillard
Directrice de la communication
isabelle.paillard@edf.fr
01 40 42 57 44