



RAPPORT D'ACTIVITÉ 2018



Les 10 airs de la chaire vivouensation prospective au service du devenippienient dui aun département mathématiques et systèmes a inspiré la couverture de ce rapport d'activit	té (voir p.2
ÉDITORIAL	P. 03
UNE AMBITION RÉAFFIRMÉE	P. 04
MINES PARISTECH EN BREF	P. 05
RÉTROSPECTIVE 2018	P. 06
EXCELLENCE SCIENTIFIQUE	
ENTRETIEN AVEC YANNICK VIMONT	P. 08
PRIX ET RÉCOMPENSES	P. 10
ENTREPRENEURIAT ET RELATIONS ENTREPRISES	P. 12
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT	P. 14
ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS	P. 18
MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX	P. 22
	P. 26
ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTÉ	P. 30
ACCOMPAGNER L'INGÉNIEUR ET LE	
CHERCHEUR DU FUTUR	D 04
ENTRETIEN AVEC JÉRÔME ADNOT	P. 34
CYCLE INGÉNIEURS CIVILS	P. 36
MASTÈRES SPÉCIALISÉS	
FORMATION CONTINUE	P. 39
DOCTORAT	P. 40
CORPS DES MINES	P. 41
RAYONNER AU-DELÀ DE NOTRE SPHÈ	RE
INTERNATIONAL	P. 44
	P. 46
MIXITÉ SOCIALE - SOLIDARITÉ	P. 48
SE DÉPLOYER POUR RELEVER LES DÉF	IS C
DEMAIN	D 50
UNE ORGANISATION DYNAMIQUE	
MOYENS FINANCIERS	
EFFECTIFS	
CONSEIL D'ADMINISTRATION	P. 54
ORGANIGRAMME	P. 55

ÉDITORIAL

Nul doute que l'École saura, en 2019, continuer à répondre aux attentes de ses étudiants et de ses partenaires ».



V. LAFLÈCHE DIRECTEUR DE MINES PARISTECH



J. ASCHENBROICH PDG DE VALEO PRÉSIDENT DU CA DE MINES PARISTECH

Développer les compétences scientifiques et humaines pour dominer les défis du XXIe siècle ».

lacée sous la tutelle du ministre chargé de l'industrie, l'École a signé, le 23 octobre 2018, avec Agnès Pannier-Runacher, secrétaire d'État auprès de Bruno Lemaire, le contrat d'objectifs et de performance 2018-2022. Ce contrat pose des jalons en phase avec le plan stratégique. Il fixe un cadre pour le développement des activités d'enseignement et de recherche, en bénéficiant de la dynamique construite autour de l'université PSL (Paris Sciences et Lettres), dont l'École est une composante. En 2018. PSL a été classée 41^e au classement mondial « World Education Ranking » et figure dans le Top 5 des jeunes universités. Notre classement, par L'Usine Nouvelle, à la 2^e place des écoles d'ingénieurs françaises, souligne l'excellence académique et l'ouverture internationale de l'École.

Une nouvelle maquette pour le cycle « ingénieur civil»

Véritable marqueur de la nouvelle stratégie de l'École, le conseil d'administration a validé, en mars 2019, la nouvelle maquette du cycle «ingénieur civil » qui sera mise en place dès septembre 2019. Modulaire, offrant plus de choix, ce cycle renouvelé développe les compétences et l'état d'esprit d'entrepreneur. L'approche pédagogique, centrée sur les élèves, favorisera le travail par projets, en entreprise et vie associative, dans un contexte interculturel aux sens international, social et disciplinaire. De nouvelles unités d'enseignement - en développement durable, en mathématique et informatique, pour le traitement massif des données - sont des atouts dont tous les élèves bénéficieront dès la première année.

Localisé au cœur de Paris, ce nouveau cycle a été concu pour développer la vie étudiante et faciliter les mobilités avec des membres de PSL (ENS, ESPCI Paris et Chimie ParisTech) et avec les centres de MINES ParisTech à Sophia Antipolis, mais aussi la mobilité internationale, dans le cadre de semestres académiques ou de doubles diplômes.

Transition énergétique et sciences prédictives pour l'industrie du futur

La signature de nouvelles chaires confirme l'intérêt que nous portent de grands acteurs industriels. La chaire «Big Meca» en mécanique des matériaux, avec Safran, ou le renouvellement, avec Vinci, de la chaire « Éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures », sont autant de succès qui marquent l'avancée souhaitée du plan stratégique autour de la transition énergétique et des sciences prédictives pour l'industrie du futur.

Dans le cadre du Carnot M.I.N.E.S, le projet «MINDS» (Mines Initiative for Numerics and Data Sciences) rassemble 15 centres de recherches de l'École et de l'IMT. Une réalisation, «CEFALE», restera dans les esprits avec la création d'une aube de turbine men céramique (alumine-zircon). En complément, la chaire «Futurs de l'industrie et du travail, formation innovation, territoires » (FIT2) a démarré ses recherches. Le renouvellement de la convention de partenariat avec l'association Armines favorisera le pilotage de l'activité de recherche et la valorisation des codes de calculs, promis à de beaux développements, en accompagnement de la transformation numérique des entreprises.

L'international en progression constante

L'orientation stratégique du développement vers l'international se poursuit, à travers une augmentation des doubles diplômes, des stages en entreprises (100 % élèves du cycle ingénieur). 35 % d'étudiants internationaux sont intégrés à l'ensemble des formations et l'École reste très présente en Chine avec ses partenaires de Paris-Tech: sa 1^{re} promotion d'étudiants de ParisTech Shanghai Jiao Tong y a achevé ses études. Grâce au soutien de ses diplômés (Alumni) et au

professionnalisme et implication de ses enseignants-chercheurs et agents, nul doute que l'École saura, en 2019, continuer à répondre aux attentes de ses étudiants et de ses partenaires.

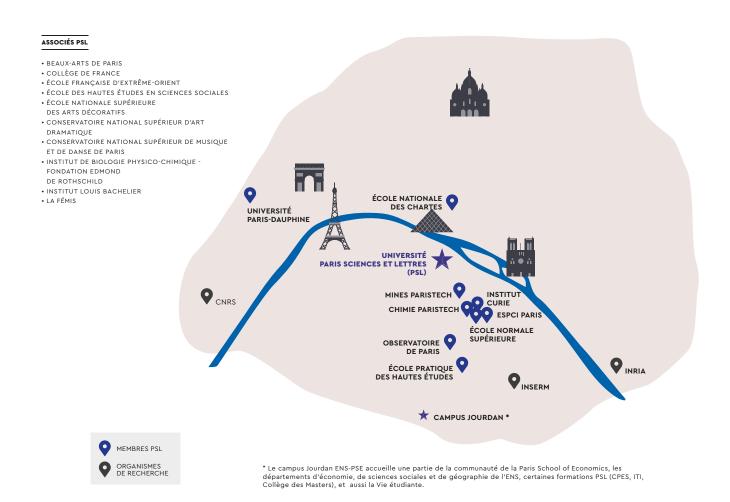
(*) Une «aube» est la partie d'une turbine, en forme de cuillère ou de pale, sur laquelle s'exerce l'action du fluide moteur.

MINES ParisTech UNE AMBITION RÉAFFIRMÉE

« Grâce à son excellence, confortée par PSL, MINES ParisTech forme les scientifiques et les ingénieurs entrepreneurs du 21° siècle, à même de relever les défis d'un monde en mutation, notamment énergétique et numérique ».

V. Laflèche

NOTRE UNIVERSITÉ PSL, SES ÉTABLISSEMENTS-COMPOSANTES, SES PARTENAIRES ET ORGANISMES ASSOCIÉS



MINES ParisTech EN BREF

DES FORMATIONS D'EXCELLENCE

170 ingénieurs civils diplômés par an

230 diplômés de 17 Mastères spécialisés (+ 2 créés en 2018)

20 ingénieurs du Corps des mines

100 nouveaux docteurs diplômés par an

150 stagiaires en formation continue

L'ÉCOLE EN SYMBIOSE AVEC LE MONDE DE L'ENTREPRISE

Plus de **30** millions d'euros de contrats de recherche par an (en partenariat avec ARMINES, Fondation Mines ParisTech...)

1^{re} école d'ingénieurs française pour le volume de recherche contractuelle

1000 contrats de recherche par an

200 partenaires industriels représentant ¾ des contrats directs

30 chaires d'enseignement et de recherche

20 entreprises créées grâce à l'École au cours des 5 dernières années : Spotistic, Expliseat, 1Year 1Book, Nest for All, Weezic . . .

74 brevets

7 millions d'euros d'activité d'industrialisation et de commercialisation de logiciels, réalisés par Transvalor

L'EXCELLENCE ACADÉMIQUE DE LA RECHERCHE

2 Prix Nobel formés à l'École (26 avec PSL et 10 Médailles Fields)

Georges Charpak (physique, 1992) et Maurice Allais (économie, 1988)

234 enseignants-chercheurs (4500 dans PSL)

18 centres de recherche, en pointe dans leur domaine (181 laboratoires dans PSL)

100 thèses soutenues par an

400 articles de rang A ou livres publiés chaque année

La création de disciplines nouvelles :

géostatistique, morphologie mathématique, systèmes plats ...

UNE ÉCOLE OUVERTE SUR LE MONDE

120 universités partenaires sur 5 continents

30 accords de double-diplôme ingénieur

35 % d'étudiants de nationalité étrangère, tous cycles confondus

52 nationalités représentées

15 % des enseignants-chercheurs recrutés à l'international

20 % des contrats de recherche réalisés avec un partenaire étranger

De nombreux partenariats de recherche avec des organismes français ou étrangers : CNRS, Institut Mines-Télécom, Paris Sciences et Lettres, ParisTech, Inria, MIT, CalTech . . .

MINES ParisTech nationalité étrangèn Evry Sophia Antipol chaires d'enseigne

Données arrondies

RÉTROSPECTIVE 2018

JANVIER

15-19 Training in solar radiation. 6°

formation destinée aux experts, organisée par le centre O.I.E MINES ParisTech, au sein de la *Copernicus Academy*, dont l'École est membre fondateur.

29-30 11° Design Theory Conference (35 institutions internationales, 100 participants), organisée par le CGS MINES ParisTech.

FÉVRIER

- L'intelligence artificielle pour la robotique, conférence de Fabien Moutarde (Caor MINES ParisTech), à Fontainebleau.
- 12 Écosystème de la musique. La Chaire d'économie des médias et des marques, portée par le Cerna MINES ParisTech, propose un séminaire PSL sur les écosystèmes de médias.
- diplôme entre MINES ParisTech et Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (Russie), représenté par son recteur, le Professeur A.I. Rudskoy.



Lancement de la Chaire ANR INFinity, portée par le Cemef MINES ParisTech. Réunissant 12 partenaires industriels, elle propose un cadre numérique multi-échelles innovant pour la conception sûre des procédés de trempe industrielle (cf. p.13).

En février, le Groupe Mäder, Kea Partners, Theano Advisors et La Fabrique de l'industrie fondent la chaire FIT² (Futurs de l'industrie et du travail - Formation, innovation, territoires) (cf. p. 32).

MARS

- 7-9 Réunion d'experts et atelier de la tâche 16 du programme PVPS de l'Agence internationale de l'énergie sur la caractérisation et la prévision de la ressource solaire, organisée par le centre 0.1.E MINES ParisTech, à Paris.
- 7-9 PEERE International Conference on Peer Review. Conférence sur l'évaluation par les pairs, co-organisée par le CSI MINES ParisTech et le CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), à Rome.
- 27 Clôture du 4º ClassGift organisé par les élèves ingénieurs. Avec 36 377 €, le défi est brillamment relevé par la promo 2016!



²⁸ «Fichiers & témoins génétiques.

Généalogies, enjeux sociaux, circulation » conférence publique, co-organisée par le CSI MINES ParisTech, à Paris.

AVRIL

13 Inauguration à MINES ParisTech de la salle d'essais mécaniques, financée avec le soutien de Safran.



16-20 Analyse de cycle de vie :

incertitudes et variabilité. 6° édition de cette formation en anglais, dispensée par le centre O.I.E MINES ParisTech, référencée comme « Cours doctoral d'excellence ».

MΑl

- Co-organisation des « Olympiades des géosciences académie de Paris » avec 200 étudiants lauréats, en partenariat avec l'Académie de Paris, le Musée de minéralogie MINES ParisTech et ABC Mines.
- 16-18 JIFT 2018 (Journées internationales francophones de tribologie), organisées par Imène Lahouij et Pierre Montmitonnet (Cemef MINES ParisTech), à Sophia Antipolis (80 participants).
- Cérémonie de signature d'une convention de partenariat avec la Huazhong University of Science and Technology (Chine), portant sur le projet ICARE.
- Accueil de **70 élèves de classes de seconde et troisième** du lycée de
 Fontainebleau et du collège de Bois le Roi
 pour une simulation de la COP 21.
- **27** Engagement et Résistance L'École des mines de Paris 1939-1945. MINES ParisTech célèbre la *Journée nationale de la Résistance* par une exposition illustrant l'action de ses élèves et ingénieurs au service de la France.
- 30 Lancement de Al Move, un Mastère spécialisé, en anglais, dédié à l'intelligence artificielle *(cf. p. 38).*

JUIN

- Atelier Maurice Allais 2018 sur le thème « De nouvelles stratégies pour l'Europe de demain? »
- Fontainebleau. Exposition « Héphaïstos au Laurion. Voyages, exploration et mines en Grèce de l'Antiquité au XIXº siècle », organisée par la bibliothèque à partir de son fond patrimonial, en partenariat avec le musée de minéralogie.

Gala de la Fondation Mines ParisTech, avec les alumni à Londres et l'orchestre de PSL, en présence de l'ambassadeur Jean-Pierre Jouyet.



Co-organisation du colloque scientifique, «*La minéralogie des extrêmes* », en partenariat avec la Société française de minéralogie et cristallographie.

17-22 Physics and mechanics of random structures. Colloque international en l'honneur de Dominique Jeulin, professeur aux CMAT et CMM MINES ParisTech, au Village CNRS - Saint-Pierre d'Oléron.

«Peut-on apprendre à changer le monde?»
Colloque à l'occasion des 25 ans de l'Isige
MINES ParisTech.

JUILLET

MINES ParisTech *Research Day*. Rencontres chercheurs/entreprises *(cf. p13)*.

8-13 THERMEC'2018: conférence internationale réunissant 1600 participants à la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette. Michel Jeandin (CMAT MINES ParisTech) en était le co-organisateur.



Inauguration de la nouvelle plateforme plasma du Centre Persée MINES ParisTech, par Vincent Laflèche et Pete Johnson (cofondateur et CTO de la société californienne Monolith Materials).



Accueil par l'Université PSL d'une délégation d'universités taiwanaises. Avec la participation d'Alain Fuchs (président de PSL), Marc Mézard (directeur de l'ENS) et Christian Lerminiaux (Chimie ParisTech).

SEPTEMBRE

3-7 10° colloque Energy Meteorology, coorganisé par Yves-Marie Saint-Drenan (O.I.E MINES ParisTech) à Budapest, avec six communications des chercheurs du Centre.

6 La **conduite autonome des véhicules**. Séminaire de la Chaire *Drive for All,* portée par le Caor MINES ParisTech.

10° anniversaire de la Chaire Modélisation prospective au service du développement durable (MPDD) (cf. p.28).

15-16 Journées du Patrimoine, avec 5000 visiteurs pour la Bibliothèque et le Musée.

Workshop « Fluid and Complexity »
à Sophia Antipolis, co-organisé par Rudy
Valette (Cemef MINES ParisTech). Une
première dans le cadre de la Fédération
Doeblin qui rassemble la physique dans la
région niçoise et fédère 7 laboratoires autour
de thématiques communes

Conférence de Jacques Aschenbroich: «Valeo dans la transition écologique».

25 18° événement OSE - Journée de la Chaire MPDD - «L'hydrogène, vecteur énergétique du futur?»

OCTOBRE

10 Colloque « *Véhicules autonomes et connectés*, quels défis pour la technique et le droit comparé?» (cf. p. 43).

Signature du COP (Contrat d'objectifs et de performance) 2018-2022 entre le Ministère de l'économie et des finances et MINES ParisTech.



Computational Thermodynamic & Kinetics Seminar Thermo-Calc Software, organisé par Charles-André Gandin (Cemef

MINES ParisTech), à Sophia Antipolis, (50 participants).

NOVEMBRE

13 How is Europe dealing with Human-Centred AI challenges? Les défis humains de l'intelligence artificielle. Rencontre organisée par le Mastère spécialisé AIMove MINES ParisTech et l'association GAIIA (Gesture & AI in Industries & Arts)



14 Lancement du 3° cycle IHEIE. L'Institut des hautes études pour l'innovation et l'entrepreneuriat propose un cycle international de formation portant sur les écosystèmes d'innovation et d'entrepreneuriat dans le monde.



19-23 Colloque Ingénierie numérique des matériaux, organisé par Marc Bernacki (Cemef MINES ParisTech) lors de la conférence "Matériaux 2018", à Strasbourg.

29 Signature de la **nouvelle convention École-Armines**, pour une durée de 4 ans à compter du 1^{er} octobre 2018.

DÉCEMBRE

3-7 Geostatistics in R for fisheries

and marine ecology applications, sous le parrainage de l'international Council for the Exploration of the Sea et en collaboration avec l'Ifremer et Géosciences MINES ParisTech.

3-15 COP 24, Katowice, Pologne. Side event organisé par le CMA MINES ParisTech: Redirecting financial flows towards an equitable low carbon transition: sovereign quarantees needed.

JNSO 2018 - 1^{res} Journées nationales de la science ouverte du Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation co-organisées par le CSI MINES ParisTech.

p.8ENTRETIEN AVEC
YANNICK VIMONT

p.10PRIX ET RÉCOMPENSES

p. 12 ENTREPRENEURIAT ET RELATIONS ENTRE-PRISES

p. 14 SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

p.18 ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS

p.22 MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX

p.26 MATHÉMATIQUES ET SYSTÈMES

p.30 ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTÉ

EXCELLENCE SCIENTIFIQUE



QUESTIONS À : YANNICK VIMONT DIRECTEUR DE LA RECHERCHE

COMMENT LES DOMAINES DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET DES SCIENCES PRÉDICTIVES POUR L'INDUSTRIE DU FUTUR (SPIF) S'ILLUSTRENT-ILS À MINES PARISTECH?

Yannick Vimont: MINES ParisTech ambitionne de devenir un leader international dans les domaines de la transition énergétique et des matériaux pour des technologies plus économes et des mathématiques et de l'ingénierie numérique pour la transformation de l'industrie.

MINES ParisTech consacre aujourd'hui près de la moitié de son potentiel de recherche à des activités liées à la transition énergétique. Ces activités s'inscrivent dans les cinq départements de d'enseignement et de recherche. À titre d'illustration :

- « Énergétique et génie des procédés »: les superisolants à pression atmosphérique permettent d'augmenter significativement la résistance thermique des parois des bâtiments, sans pour autant faire croître l'épaisseur du système. Le développement des aérogels de silice, qui sont de tels superisolants, dans des conditions économiques acceptables, est un des axes de recherche du centre PERSEE.
- « Sciences de la terre et environnement »: Le centre GEOSCIENCES développe des modèles de simulation du fonctionnement d'un système de stockage de fluides énergétiques, comme par exemple l'hydrogène, en cavités souterraines profondes.
- « Mécanique et matériaux » : Les travaux menés au centre des matériaux et au CEMEF sur les matériaux (métalliques ou céramiques) haute performance permettent aux réacteurs d'avion de travailler à plus haute température et d'être donc plus économes en énergie.
- « Économie, management et société » : La Chaire « économie du gaz » favorise la recherche et l'enseignement sur l'avenir économique du gaz naturel, sa régulation, ses marchés et ses bouleversements géopolitiques et technologiques (Hydrogène, Gaz vert, etc.)
- « Mathématiques et systèmes » : La Chaire « Modélisation prospective au service du développement durable » vise à établir une plateforme de modélisation prospective pérenne, dédiée à l'élaboration de stratégies énergétiques bas carbone.

Les sciences prédictives visent à simuler le comportement de systèmes complexes, pour offrir de nouveaux outils de formation et d'aide à la décision, par l'exploitation systématique des données massives générées par les technologies numériques. En particulier, les sciences prédictives sont envisagées par MINES ParisTech comme levier de transformation des industries vers des procédés digitalisés ou téléopérés, pour réduire l'incertitude et les risques opérationnels, optimiser les coûts, accélérer les phases de conception et explorer de nouveaux usages. Les centres de recherche de MINES ParisTech détiennent une expertise recon-

nue dans les domaines des sciences de la donnée, de la robotique, du calcul haute performance, des mathématiques appliquées, de la science des matériaux ainsi que de l'innovation, l'économie, la gestion et la transformation des entreprises ou encore la maîtrise des risques. Cette expertise s'est développée dans le cadre de collaborations durables avec des entreprises des filières industrielles d'excellence (énergie, automobile, aéronautique notamment) et nous permet aujourd'hui de développer une vision d'avenir autour de l'Industrie du Futur. Cette expertise irrigue ainsi un grand nombre de domaines : énergies renouvelables (plateforme SoDa), mécanique des matériaux (Z-SET), mise en forme des matériaux par forgeage ou procédé similaire (FORGE®), forage (DRILL-PREF), etc.

QUELS FAITS RETIENDRA-T-ON DE L'ANNÉE 2018?

Y.V.: L'année a été marquée par de belles réussites. Dans le domaine de la transition énergétique :

- Nadia Maïzi, directrice du CMA et titulaire de la chaire « modélisation prospective au service du développement durable », a été sélectionnée en tant que *Lead Author* au sein du Working Group III. Elle fera ainsi partie des 227 scientifiques qui participeront à la rédaction du prochain rapport du GIEC, le sixième.
- La Chaire « Éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures », dont le titulaire est Bruno Peuportier, du CES, financée par Vinci, a été renouvelée pour 5 ans.
- Suite aux importants investissements consentis par l'école en 2018, une nouvelle plateforme sur la décarbonation du méthane par procédé plasma a été inaugurée, dans le cadre d'un renforcement du partenariat avec la société *Monolith Materials*. Parallèlement, la startup *Plenesys*, qui travaille également sur ce procédé, a remporté le grand prix i-Lab 2018.

Dans le domaine des sciences prédictives pour l'industrie du futur :

- MINDS (Mines Initiative for Numerics and Data Sciences), projet de l'Institut Carnot M.I.N.E.S
 autour des sciences prédictives pour l'industrie du futur, a été lancé. Couplant simulation numérique
 et intelligence artificielle, coordonné par Elie Hachem, il réunit 15 centres de recherche des écoles
 des Mines et de l'Institut Mines Télécom.
- MINES ParisTech et Safran ont signé l'accord créant la chaire BigMeca, dont le porteur est Henry Proudhon, du centre des matériaux. Cette chaire se spécialise en mécanique des matériaux et procédés de fabrication via l'apprentissage statistique d'essais 4D automatiques et la réduction des données et des modèles.
- Le projet Carnot M.I.N.E.S CEFALE (Centre des matériaux et Cemef), visant à lever les verrous scientifiques et technologiques liés à la construction par fusion laser sélective de céramiques, s'est achevé en beauté par la réalisation d'une aube de turbine en alumine-zircone!

En dehors de ces deux domaines, la chaire « Futurs de l'industrie et du travail : formation, innovation, territoires » (FIT²), animée par Thierry Weil, a débuté son activité. Cette chaire étudie les futurs possibles de l'industrie et du travail, ainsi que les politiques d'accompagnement de ces transformations.

QUELS SONT LES GRANDS PROJETS OU GRANDES AMBITIONS POUR 2019?

Y.V.: MINES ParisTech lancera en 2019, en collaboration avec ses partenaires de l'Institut Carnot M.I.N.E.S, un ambitieux programme dans le domaine de l'hydrogène: l'objectif global est d'évaluer comment les interactions entre les divers réseaux énergétiques (gaz, chaleur, électricité, stations GNV), les sources d'hydrogène et de CO₂, les besoins en stockage des gaz et les divers procédés pourraient conduire à des applications de niche ou à grande échelle compétitives pour le déploiement du Power-to-X. Cette approche globale inclut l'analyse de cycle de vie des procédés et des réseaux, les enjeux sociaux et la feuille de route nécessaire à une filière zéro carbone fossile.

2019 sera également l'année du déploiement des deux instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle (3IA) dont MINES ParisTech est membre : « Prairie » et « 3IA Côte d'Azur ».

Une chaire sur la convergence HPC-IA sera également lancée à Sophia Antipolis, en partenariat avec l'Université de Côte d'Azur.

3000-

DE NOUVELLES HDR

Jean-Luc Bouvard (Cemef MINES ParisTech) obtient son Habilitation à diriger des recherches (HDR) sur le sujet « De la caractérisation à la modélisation multi-échelle de matériaux polymères et composites ».

Welington De Olivera (CMA MINES ParisTech) obtient son HDR sur le sujet « Optimisation non différentiable et optimisation stochastique : de la théorie aux applications ».

Cécilie Duhamel (CMAT MINES ParisTech) obtient son HDR, sur le sujet «Amorçage de la corrosion sous contrainte : une approche couplée».

Élise El Ahmar (CTP MINES ParisTech) obtient son HDR sur le sujet « Étude des équilibres entre phases : mesure, modélisation et application aux procédés industriels ».

Alexis Paljic (CAOR MINES ParisTech) obtient son HDR sur le sujet « Réponse réaliste en Réalité virtuelle. Synthèse d'image et réalité virtuelle ».



PRIX ET RÉCOMPENSES 2018

MÉDAILLES

Une médaille de bronze du CNRS 2018 est attribuée à Vladislav Yastrebov (CMAT MINES ParisTech), spécialiste de la thématique du contact et du frottement entre les corps solides.



La médaille Portevin, décernée tous les deux ans, à une personnalité française ou étrangère, par la SF2M (Société française de métallurgie et de matériaux), est attribuée à Nathalie Bozzolo (Cemef MINES ParisTech).



PRIX SCIENTIFIQUES

Le Prix Georges Matheron de l'Association internationale de géosciences mathématiques (IAMG) est attribué à Christian Lantuéjoul (Géosciences MINES ParisTech).

Etta Gover-Silva, docteure MINES ParisTech, Prix de thèse de l'association Think Smartgrids récompensant des travaux permettant des « avancées scientifiques remarquables pour les réseaux électriques intelligents, dans une perspective de développement durable ».

Le Prix Roger Cadierques récompense Matthieu Descombes, diplômé du cycle ingénieur en énergétique en apprentissage Isupfere MINES ParisTech, pour son travail de fin d'études.

PRIX PUBLICATIONS

3 chercheurs du CGS MINES ParisTech reçoivent 4 des 13 récompenses décernées par la Fondation nationale pour l'enseignement des entreprises (FNEGE).

Le prix du livre de recherche revient à Kevin Levillain, doublement primé par la FNEGE et par Consult'in-Syntec. Helen Micheaux, prix de la thèse transversale. Benjamin Cabanes, prix de la thèse baromètre ou thèse avec meilleure contribution managériale (voir photo ci-contre).

Prix de la thèse de Bachelor pour Jian Yang, étudiant à l'université SJTU-ParisTech Elite Institute of Technology (SPEIT), pour son projet: « Simulation and validation of selective laser melting for complex workpiece at macro-scale », réalisé au Cemef MINES ParisTech.

PRIX ÉTUDIANTS

Laura Cantini, post-doctorante à MINES ParisTech et Institut Curie, est lauréate d'une bourse de recherche L'Oréal-Unesco «Pour les femmes et la science!»



Prix de la meilleure contribution scientifique, catégorie Jeunes chercheurs, pour Youssef Abdo, doctorant (Persée MINES ParisTech), lors de la 17º International High-Tech Plasma Processes Conference (Toulouse, juillet 2018).

Lise Adegnon, Louis Polleux, Baptiste Metz et Florian Rouot, élèves du MS OSE, 1ers aux deux concours du CNF Cigré 2018, sur les réseaux électriques intelligents.

Le Prix Roger Cadiergues 2017 (décerné

en 2018), récompense Matthieu Descombes, diplômé ISUPFERE MINES ParisTech, pour son travail de fin d'études.

Un Prix master FEMS attribué à Flore Villaret (Cemef MINES ParisTech). La Federation of European Materials Societies récompense les meilleurs mémoires en sciences des matériaux et ingénierie.

ENTREPRISES

La start-up Plenesys, fondée par Sabri Takali (docteur MINES ParisTech), fait partie des 14 gagnants du Grand prix i-Lab 2018. Cette reconnaissance prestigieuse vient couronner près de 20 ans de recherche menés au centre Persée MINES ParisTech, par l'équipe de Laurent Fulcheri, sur les procédés plasma triphasé.



Le Prix Entrepreneuriat MINES ParisTech-Criteo, décerné par la Fondation Mines ParisTech, le 4 décembre 2018, récompense 3 startups. Prix « émergence » attribué à Big blue; prix « développement » à YesPark et prix «spin-off » PSL à Calyxia.



DIVERS

Le 4 juin 2018, 2e édition du prix RSE/DD organisé par le groupe Cegos et Isige MINES ParisTech: le prix collaboratif à la CCI de Maine et Loire, pour la



création de l'association ADECC, qui vise à développer l'économie circulaire et l'écologie industrielle sur le territoire (une cinquantaine d'entreprises ont collaboré, avec une économie de 83 000 euros à la clé et le recyclage de 4 tonnes de déchets). Le prix « Audace » a été attribué au Groupe Ramery, qui a déployé une démarche RSE ambitieuse. Enfin, le Groupe SEB a reçu le prix «Équilibre », pour son travail « sur la longévité de ses produits, la réparabilité du petit électroménager (93 % de produits réparables) ».

Le 12 octobre 2018, 2º édition du Prix Pierre Laffitte. Ce prix, créé en l'honneur de l'ancien directeur de l'École (1972-1984), en association avec l'Université de Côte d'Azur, récompense des doctorants de 2e année pour la qualité de leur travail, en lien avec l'innovation.

Challenge Open Innovation GRTgaz: « Protéger les réseaux en acier de GRTgaz vis-à-vis des effets de

l'hydrogène ». Prix spécial du jury remis à Francesco Delloro et Yazid Madi (CMAT).

Concours de cuisine des Grandes écoles AgroParisTech. Le prix de créativité est décerné aux étudiants de MINES ParisTech, accompagnés du chef coach Frédéric Michaud.



NOMINATIONS DANS DIVERSES INSTANCES SCIENTIFIQUES

Georges Kariniotakis et Andréa Michiorri (Persée MINES ParisTech) sont nommés dans les instances de l'association Think Smart Grids.

Georges Kariniotakis a été nommé éditeur associé du journal open source Energies (MPDI Ed., Impact Factor de 2.67) en charge du thème « Énergies renouvelables et smart grids ».

Thierry Ranchin (O.I.E MINES ParisTech) est nommé, par la France, membre du Programme Board du Group on Earth Observation (GEO) pour la période 2018-2020.

Nadia Maïzi (CMA MINES ParisTech) est nommée Lead Author au sein du 3º groupe de travail (WG III) pour la préparation du 6e rapport du GIEC.

Sophie Delmassey (CMA MINES ParisTech) a été élue membre du comité exécutif de l'ACP (Association for Constraint Programming) de 2018 à 2022.

Welington De Olivera (CMA MINES ParisTech) devient membre du comité éditorial de Springer.

Christophe Coquelet (CTP MINES ParisTech) est membre du bureau du Groupement de recherche du CNRS « Hydrates ». Il est également nommé au Conseil scientifique du Laboratoire de génie des procédés-environnementagro-alimentaire (GEPEA) de l'IMT Atlantique et de Mines Nantes.

Céline Houriez (CTP MINES ParisTech) a été élue membre du bureau national du Réseau français de chimie théorique (RFCT), en charge des relations avec l'industrie.

Philippe Mustar (Direction de l'enseignement MINES ParisTech) est nommé Président des Grands prix de l'innovation de la Ville de Paris.



PSL se place à la 41° position mondiale du THE World University Ranking (remontant plus de 30 places par rapport à 2017) et fait une entrée fulgurante dans le QS Ranking, se hissant à la 50° place. Elle devient ainsi le 1er établissement français dans ces deux prestigieux classements internationaux.

Employabilité des diplômés : MINES Paris-Tech au 33e rang mondial et 4e national (Global Employability University Ranking, publié par le Times Higher Education).



ENTREPRENEURIAT ET RELATIONS ENTREPRISES

Forte de ses liens historiques avec l'industrie, MINES ParisTech est un acteur majeur de l'innovation. Sa culture entrepreneuriale irrigue l'ensemble de ses formations. Première école d'ingénieurs en France par son volume de recherche partenariale, MINES ParisTech est engagée dans plus de 1 000 contrats avec les acteurs du monde socio-économique.



Les conférences organisées dans le cadre de l'option Innovation et entrepreneuriat sont ouvertes aux étudiants et personnels de l'École et de PSI

INNOVATION ET ENTREPRENEURIAT SOUS LE SIGNE DES START-UPS

L'an dernier, deux entreprises - *Big Blue* et *Space Fill*- ont été créées par des élèves pendant l'option Innovation et entrepreneuriat. La 1^{re} est actuellement incubée à la *Station F*, le fameux campus de start-ups parisien; la 2^e a levé des fonds auprès d'investisseurs de renom. Sigalons que *Big Blue* s'est vue attribuer le prix *émergence*, l'une des 3 mentions du prix MINES ParisTech-Criteo 2018. En 2018, dans le cadre des « Mercredis Pollen », le pôle entrepreneuriat de MINES ParisTech a proposé un cycle de conférences consacré aux start-ups dans l'alimentation. Les fondateurs d'*Hoplabon* et *Vegg'Up*, anciens optionnaires Innovation et

entrepreneuriat, sont venus parler de leur aventure, démarrée à l'École. La créatrice de *Too Good To Go*, jeune ingénieure qui emploie aujourd'hui 35 personnes dans 9 pays d'Europe, a pu présenter son projet qui permet de réduire le gaspillage et manger à petit prix...

À noter également, le démarrage de trois nouvelles thèses Cifre avec des start-ups :

- Arthur Aubertin, au CRI, en thèse avec Stimshop
- Hugues Thomas, au CAOR, en thèse avec Terra 3D
- Charbel Salameh, au CES, en thèse avec Accenta

Contact: Philippe Mustar

LES STAGES EN ENTREPRISE

La Direction de l'Enseignement met en œuvre les relations entreprises au profit de tous les étudiants des différents cycles de formation.

Les stages effectués par les étudiants témoignent de l'excellence de ces relations.

Les stages

La pédagogie à MINES ParisTech s'accompagne de périodes de mise en pratique en entreprises, lors des stages ou missions professionnelles. En 2018, 770 stages ont été effectués par les étudiants de l'École (cycle Ingénieur civils, Isupfere et Mastères spécialisés)

- 34 % de stages à l'étranger, pour une durée moyenne de plus de 13 semaines
- 33 % dans des grands groupes
- 23 % dans des éntreprises de taille intermédiaire (ETI)
- 32 % dans des PME
- 12 % dans des institutions nationales ou internationales

Les offres de stages

Notre plateforme de stages et d'emploi en ligne propose :

- plus de 200 offres nouvelles chaque semaine, en France et à l'étranger;
- des offres accessibles, via l'intranet, à tous les étudiants et enseignants ;
- des informations et invitations aux événements entreprises, personnalisées en fonction des critères des étudiants, et disponibles aussi sur smartphone.

http://www.mines-paristech.fr/Entreprise/Recrutez-nos-etudiants/Proposez-un-stage-ou-un-emploi/

Contact: Johanna Ducret



Le Forum Trium, co-organisé chaque année par des élèves de MINES ParisTech, est un lieu privilégié d'échanges pour étudiants et entreprises.

LA TAXE D'APPRENTISSAGE, UN BON BAROMÈTRE

La taxe d'apprentissage est un bon baromètre de l'attractivité de l'École, de ses enseignements et de la qualité des étudiants, telle gu'elle est perçue par les entreprises.

L'École maintient un contact privilégié avec les entreprises. En témoigne un montant perçu significatif en Barème, et aussi en apprentissage pour la formation Isupfere. Ainsi les montants collectés restent à un niveau très honorable, dans un contexte de changement législatif.

http://www.mines-paristech.fr/Entreprise/Soutenez-MINES-ParisTech/Taxe-d-apprentissage/



LA RECHERCHE ORIENTÉE À MINES PARISTECH POUR RELEVER LES DÉFIS INDUSTRIELS ET SCIENTIFIQUES

Les questions des industriels permettent d'aborder des territoires nouveaux et originaux ; ces questions pratiques rendent la recherche créative! Réciproquement, la rigueur des méthodes scientifiques rend les explorations plus structurées ; l'abstraction et les formalisations des chercheurs rendent l'industrie plus efficace! Être en mesure d'aborder ces sujets à double enjeu suppose une connaissance fine des problématiques des industriels et le meilleur niveau académique. Ensemble, grands groupes, start-ups et académiques peuvent ainsi relever les défis industriels et scientifiques en développant des stratégies efficaces d'innovation durable.

Contact: Valérie Archambault



LANCEMENT DU PROGRAMME MINES PARISTECH SPIN-OFF

Organiser le passage d'un potentiel d'innovation identifié à l'incubation d'une start-up, telle est la raison d'être de ce nouveau programme. Son ambition? Augmenter l'impact de notre recherche par l'essaimage, en mobilisant l'écosystème de l'École à savoir.

- les partenaires industriels, institutionnels ou académiques;
- les étudiants et alumni, les enseignant-chercheurs;
- les services de l'École, de l'association Armines et de la Fondation Mines ParisTech.

Son objectif ? Accompagner des projets de start-up qui souhaitent valoriser des résultats de la recherche de MINES ParisTech. En 2018, deux entreprises ont été créées sous ce label.

Contact: Valérie Archambault



Colloque de lancement de la chaire INFinity, le 15 février 2018, à MINES

DEUX NOUVELLES CHAIRES INDUSTRIELLES LANCÉES EN 2018

Le Groupe Mäder, Kea Partners, Theano Advisors et La Fabrique de l'industrie fondent la Chaire FIT², Futurs de l'industrie et du travail - Formation, innovation, territoires (cf. p. 32).

MINES ParisTech et l'Agence nationale de la recherche (ANR) lancent la Chaire industrielle INFinity « Cadre numérique multi-échelles et innovant pour la conception sûre des procédés de trempe industrielle ». Pilotée par Élie Hachem du Cemef MINES ParisTech, la chaire INFinity, qui réunit 12 partenaires industriels, a deux objectifs majeurs :

• développer un cadre numérique innovant multi-échelles et adapté à ces questions; modéliser ces techniques dans le logiciel éléments finis THOST® (logiciel dédié au traitement thermique à l'intérieur des fours et des systèmes de trempe).

Elle a également pour vocation d'attirer de nouveaux talents au service de la mécanique numérique et calcul intensif pour les sciences de l'ingénieur.

Contact: Valérie Archambault

MINES PARISTECH RESEARCH DAY

Le 3 juillet 2018, la 2º édition du MINES ParisTech *Research Day* a rassemblé 230 participants. Parmi eux, des entreprises partenaires, des start-ups et des doctorants venus présenter leurs collaborations et leurs travaux. Ainsi, des projets de recherche autour des cinq grands défis industriels et scientifiques suivants ont été exposés au public:

- · transition énergétique;
- gestion responsable des ressources;
- mobilité du futur;
- · sciences des données et intelligence artificielle
- industrie du futur

Revoir cet événement en images : https://bit.ly/2EP6cFp et en vidéo...





Liliana Moniz, doctorante, présente ses travaux sur l'impression 3D en céramique sur lit de poudre, réalisés au Centre des matériaux MINES Paris Tech.

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

L'ambition est d'apporter les connaissances nécessaires pour éclairer les débats scientifiques, techniques, économiques et sociétaux sur les grandes questions relatives à la gestion des ressources naturelles, au rôle que peut jouer le sous-sol dans la transition énergétique, à la protection de l'environnement et au développement durable.



1 CENTRE DE RECHERCHE ET 1 INSTITUT DE FORMATION

■ CENTRE DE GÉOSCIENCES

(Géosciences MINES ParisTech)

Composé de six équipes de recherche couvrant l'essentiel des disciplines des Sciences de la Terre et de l'Environnement, le centre de Géosciences conduit des projets à forts enjeux économiques et sociétaux : approvisionnement en ressources primaires, anthropisation (stockages souterrains, milieux pollués) et impact du changement climatique (ressources en eau, risques naturels).

■ INSTITUT SUPÉRIEUR D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT (ISIGE MINES ParisTech)

L'ISIGE est le centre de formation et d'expertise dédié à l'environnement et au développement durable de MINES ParisTech. Interdisciplinaire par essence, il forme depuis plus de 25 ans des professionnels de haut niveau et développe une expertise auprès des entreprises et les territoires en matière de transition écologique.

La pluridisciplinarité du département nous permet de proposer et conduire des projets complexes qui requièrent plusieurs compétences ».

Trois questions à **HEDI SELLAMI**

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT



SPÉCIALITÉ DOCTORALE

Géosciences et géoingéniérie

Responsable : Laurent De Windt

FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

■ MS IGE : Ingénierie et gestion de l'environnement

• Responsable : Valérie Lenglart

■ MS ENVIM: International Environmental Management

· Responsable: Cathy Descamps-Large

■ MS Géostatistique

• Responsable : Gaëlle Le Loch

MS MIRIS : Industrie des ressources minérales et Société

• Responsable : Jean-Alain Fleurisson

FORMATION CONTINUE

■ Executive MS RSE-DD: Management global de la RSE et du développement durable

Responsable : Jasha Oosterbaan

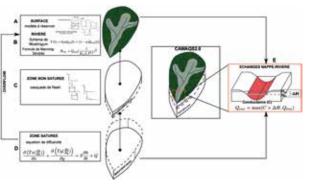
CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

■ ANR ISR-U : Production par récupération *in situ* de l'uranium

• Responsable : Vincent Lagneau

■ GPX : Géophysique d'exploration

Responsable : Hervé Chauris



La plateforme de calcul Cawaqs permet de simuler des écoulements de surface et des écoulements souterrains à l'échelle des territoires (cf. p. 16)

QUELLES SONT LES SPÉCIFICITÉS DU DÉPARTEMENT ?

HEDI SELLAMI: Le département comprend le centre de Géosciences, unité de recherche de MINES ParisTech dans le domaine des sciences de la terre et de l'environnement, et l'Institut supérieur en ingénierie et gestion de l'environnement (ISIGE), dédié à la formation et l'expertise en environnement et développement durable.

Les activités de recherche couvrent un ensemble de compétences à l'interface surface/sub-surface qui donnent au département les moyens d'étudier les mécanismes d'interactions suivant trois domaines principaux : l'exploitation des ressources du sous-sol, la stabilité à long terme des objets géologiques et de leurs ouvrages (incluant les stockages souterrains d'énergie ou de déchets et le développement d'infrastructures souterraines) et l'analyse des milieux anthropisés (pollution des eaux et des sols). Elles concernent également la transition écologique et le lien avec l'organisation de la société et la gouvernance.

Le département participe largement à l'enseignement (cycle Ingénieurs civils, formations continues et Mastères spécialisés en environnement, développement durable et gestion des ressources minérales).

■ QUELLES ONT ÉTÉ LES RÉALISATIONS EN 2018?

H.S.: Le programme de recherche du centre de Géosciences se concentre de plus en plus autour du rôle que peut jouer le sous-sol dans la transition énergétique. Dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir, des projets ont été sélectionnés sur des sujets comme la géothermie profonde pour la production d'électricité, le stockage souterrain d'hydrogène en cavités salines, le stockage géologique de CO_2 ... Dans le domaine du stockage massif en souterrain de l'énergie, nous avons fait progresser nos plateformes de simulation numérique à l'ensemble de la chaîne, allant de la création du réservoir souterrain de stockage à son abandon, en passant par la phase d'exploitation. Ainsi, pour répondre aux nouvelles exigences liées à la transition énergétique, nos logiciels sont continuellement étendus à la prise en compte de nouveaux fluides énergétiques et à de nouveaux types de sollicitation.

Par ailleurs, le centre s'est engagé dans de nouveaux développements méthodologiques. Les principaux sont les équations aux dérivées partielles stochastiques (SPDE) pour l'estimation de phénomènes spatialisés avec prise en compte des processus physiques, et l'application des techniques du maillage adaptatif pour représenter les milieux rocheux hétérogènes et fracturés. En 2018, l'ISIGE, qui a fêté ses 25 ans, a poursuivi ses collaborations pour la mise en place d'une économie circulaire et une écologie territoriale pertinente, en signant notamment une collaboration d'enseignement et de recherche pluriannuelle avec l'éco-organisme ESR. Les collaborations avec le territoire ont pu être transformés en projet de recherche, notamment sur l'innovation en gouvernance urbaine autour de la gare de Fontainebleau.

QUELS SONT LES PROJETS OU AMBITIONS POUR LE DÉPARTEMENT EN 2019?

H.S.: La pluridisciplinarité du département permet de proposer et conduire des projets complexes qui requièrent plusieurs compétences. Les équipes poursuivent le renforcement de leurs méthodes et outils, afin d'aborder les questions d'exploitation des ressources du sous-sol, du stockage et de qualité des eaux dans une perspective de transition écologique. Notons, par exemple, la faisabilité technico-économique et environnementale du stockage massif d'énergie dans le sous-sol, la prévision du cycle de l'eau pour évaluer la ressource et les menaces qui pèsent sur elle ou la valorisation de diverses ressources naturelles spéciales par des techniques non conventionnelles (lithium des salars, gisements spéciaux d'uranium, valorisation des sédiments de dragage...). Le département travaillera par ailleurs sur l'innovation, les modèles techniques et les référentiels d'ingénierie liés à la transition écologique dans les villes durables. Le département est engagé dans la restructuration de l'enseignement. Au-delà des enseignements spécifiques aux Sciences de la Terre, le département proposera des enseignements de base et de sensibilisation à une démarche globale de développement durable, que ce soit dans le cycle ingénieur ou dans les cursus préparés avec les partenaires de PSL. Ces évolutions s'appuient, entre autres, sur l'expertise développée dans les formations de l'ISIGE.

PROJETS PHARE

MODÉLISATION DES RESSOURCES EN EAU SOUMISES À DES CHANGEMENTS GLOBAUX

La gestion durable des anthropo-hydro-écosystèmes s'inscrit dans un cadre systémique intégrant les demandes en eau, en nourriture et en énergie, aux échelles globale et territoriale. Elle s'inscrit dans une démarche d'anticipation des effets du changement climatique, de l'évolution des demandes et des systèmes de gouvernance relatifs à la gestion des milieux anthropisés. Dans cette optique, l'équipe Systèmes hydrologiques et Réservoirs du Centre de géosciences développe des outils numériques dédiés à la modélisation du cycle de l'eau et à la gestion durable de la ressource, dans un contexte de changements globaux. L'équipe développe et maintient un ensemble d'outils de simulation des transferts couplés d'eau, de masse et d'énergie dans les nappes et les rivières. Ces outils se basent sur des librairies de calcul favorisant flexibilité et utilisation des nouvelles technologies des machines et clusters informatiques, comme le multi-threading. Les 2 outils phare sont CaWaQS, modèle hydrologiquehydrogéologique à l'échelle des bassins versants, et ProSe-PA, modèle hydro-biogéochimique des rivières.

Le bassin de la Seine : une application phare

L'équipe est très investie dans le programme de recherche PIREN-Seine (*) dont elle assure depuis 2015 la direction scientifique. Ce programme est dédié à l'étude du devenir de l'eau et des milieux aquatiques du bassin de la Seine. Les outils CaWaQS et ProSe-PA occupent une place centrale dans les réflexions menées au sein de ce programme emblématique des infrastructures de recherche nationales portées par le CNRS: Zones Ateliers et OZCAR.

Ainsi, l'impact des prélèvements d'eau souterraine sur la contribution des aquifères au débit de 14000 km de

rivières du bassin de la Seine a été quantifié journalièrement avec une résolution spatiale kilométrique. Cette simulation unique, intégrant les échanges napperivière fournit un moyen d'étude et de gestion du bassin sous extrêmes climatiques, et permet de quantifier l'impact des pompages sur la répartition des espèces piscicoles (collaboration Irstea).

Une modélisation couplant hydrogéologie et agriculture, via le logiciel Stics de l'Inra (simulation de la croissance des cultures), a également été menée. Ses principaux résultats sont la quantification de l'évolution probable de la ressource en eau et l'évaluation des contaminations nitriques des grands aquifères du bassin Seine-Normandie. Le modèle a aussi une vocation d'aide aux décideurs : quantification de la ressource en eau disponible pour le développement de l'irrigation, en fonction de stratégies d'agriculture et sous contrainte d'évolution climatique.

Des codes de recherche pour répondre aux questionnement sociétaux

Il s'agit donc de développer la simulation des transferts d'énergie et de matières au sein de tous les compartiments de l'hydrosystème, en relation avec l'évolution de la demande sociale. Une collaboration est ainsi engagée avec l'IPSL afin de coupler l'outil CaWaQS avec un modèle d'échange d'énergie entre l'atmosphère, la végétation et le sol. L'étude du système agro-alimentaire se poursuit également, en collaboration avec I'UMR 7619 METIS, dans le cadre du PIREN-Seine. Ces outils permettront d'établir des trajectoires des systèmes soumis à différents scénarios de gouvernances territoriales et d'évolution du climat. La fiabilité des modèles repose sur l'analyse des données et sur la caractérisation des incertitudes de modélisation. Une méthodologie d'analyse des signaux hydrologiques dans le domaine fréquentiel est en cours de développement. De plus, l'assimilation des données de capteurs en continu in situ avec ProSe-PA permet d'estimer l'évolution temporelle des propriétés physiologiques des micro-organismes présents dans le fleuve. Ces travaux ouvrent la voie au développement de l'hydrologie stochastique, afin d'améliorer la quantification des incertitudes de modélisation, indispensable pour l'aide à la prise de décisions.

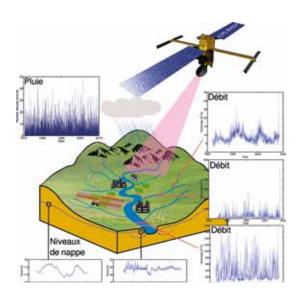
Enfin, l'analyse du potentiel des données issues de l'altimétrie spatiale dans le cadre de la future mission SWOT (Surface Water Ocean Topography, mission conjointe NASA, CNES, UKSA et CSA) a montré qu'il sera possible d'exploiter les estimations distribuées de débit pour déterminer la contribution des aquifères aux débits des rivières. Ces données permettront également de mieux comprendre les interactions entre les fleuves et leur nappe d'eau souterraine d'accompagnement localisée dans les grandes plaines alluviales, siège de l'expansion des grandes métropoles.

> Contact : Nicolas Flipo

RFTROLIVE7 LE PROJET EN VIDÉO SUR MINES-PARISTECH.FR







En haut : Champ de vitesse complexe représentant le vrai modèle de vitesse. Au milieu : Modèle de vitesse obtenu par tomographie stochastique avec une paramétrisation originale et parcimonieuse du modèle de vitesse. En bas : Incertitudes estimées.

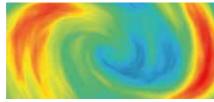
^(*) PIREN-Seine: Programme interdisciplinaire de recherche sur l'eau et l'environnement du Bassin de la Seine

GÉOSTATISTIQUE **ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES STOCHASTIQUES**

La représentation des champs aléatoires comme solutions d'équations aux dérivées partielles stochastiques (EDPS) suscite depuis quelques années un grand intérêt dans la communauté des statistiques spatiales. Le lien entre certains champs aléatoires et la solution d'EDPS est établi depuis plusieurs décennies (Whittle, 1952), mais les conséquences pratiques n'ont été découvertes que récemment (Lindgren et al., 2011). L'intégration de ces outils à la géostatistique permet de lever de nombreux verrous opérationnels.

Le krigeage s'obtient classiquement en résolvant un système linéaire dont le nombre d'inconnues est le nombre d'observations. Quand ce dernier est grand, la résolution n'est plus possible et on a recours à des approximations basées sur des voisinages dont la qualité est parfois difficile à maîtriser.

Dans l'approche EDPS, les techniques usuelles d'approximation d'équations déterministes (éléments finis...) permettent d'approcher le champ aléatoire par un champ discret défini au sommet d'un maillage et dont on peut construire facilement la matrice de précision (inverse de la matrice de covariance) qui est très creuse. Le krigeage s'obtient en résolvant un système potentiellement grand mais également très creux. Pour cette résolution, la géostatistique bénéficie des méthodes numériques développées depuis plusieurs décennies ce qui la rend beaucoup plus efficace pour traiter des grands jeux de données. Le second intérêt est la facilité avec laquelle le cadre EDPS permet de modéliser des variations de la structure spatiale. En effet, l'approche EDPS, permet de faire varier la structure spatiale en rendant variables les coefficients de l'équation aux dérivées partielles.



Simulation par SPDE avec anisotropies en spirale

Quand l'espace de travail n'est plus euclidien, il faut

adapter la théorie géostatistique afin de définir des fonctions de covariance valides, comme le montre le travail effectué sur la sphère. Le cadre EDPS s'étend aisément à n'importe quelle variété raisonnablement régulière.









4 vues d'une simulation isotrope par EDPS sur la sphère. Une rotation de 90°

Le cadre EDPS semble très prometteur pour la modélisation des phénomènes spatio-temporels, en permettant de traiter un nombre d'observations souvent très important et d'appréhender facilement les non-stationnarités. Enfin, l'approche EDPS permet d'intégrer à la fois les structures présentes dans les données et la connaissance de la dynamique du phénomène (diffusion, advection...).

Contact: Didier Renard

PROJET SEDIBRIC

VALORISATION DE SÉDIMENTS DE DRAGAGE DANS L'INDUSTRIE DE LA TERRE CUITE

Le projet SEDIBRIC, lauréat de l'AMI-CPIER 2018, volet transition écologique et valorisation économique, s'inscrit dans la préservation des ressources naturelles et la valorisation des sédiments de dragage jusqu'ici considérés comme des déchets

Il fait suite à une thèse réalisée au centre de Géosciences en collaboration avec le CTMNC (Centre technique des matériaux naturels de construction), soutenue en 2015, qui a fait l'inventaire qualitatif et quantitatif des atterrissements susceptibles d'être valorisés sur le territoire français.

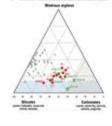
Ce projet est un cas d'application porté par le port du Havre et associe plusieurs partenaires industriels et académiques dont le Centre de Géosciences MINES ParisTech.

L'objectif est de construire un pré-pilote industriel pour la fabrication de briques et tuiles à partir des sédiments dragués par le port du Havre. En complément, une étude socio-économique s'intéresse à l'optimisation des coûts d'exploitation et à l'acceptation sociétale de l'utilisation de tels matériaux

SEDIBRIC a débuté en mars 2018 par la recherche du site de prélèvement optimal via une caractérisation minéralogique, granulométrique et chimique pour vérifier l'absence de pollution. Un site de stockage à terre est en cours de remplissage pour évaluer les transformations du sédiment après dragage.

> Contacts : Thomas Gillot, Isabelle Cojan









GESTION PATRIMONIALE DES RÉSEAUX D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT L'ISIGE PARTICIPE AUX RÉFLEXIONS **SUR LES RÉSEAUX DE DEMAIN**

En matière de réseaux d'eau et d'assainissement, la phase d'équipement du territoire est révolue et l'heure est désormais à la maintenance. C'est dans cette direction que la Caisse des Dépôts et Consignations est en train d'opérer la transformation de sa doctrine de fonctionnement

De facon contre-intuitive, l'état des réseaux d'eau sur le territoire reste largement méconnu. Les incitations réglementaires et le développement de bases de données nationales n'y ont rien fait : une partie de la réalité échappe au diagnostic et à une connaissance précise et détaillée. Le travail de recherche entamé par l'ISIGE, en collaboration avec le CSI, depuis le mois de novembre 2017, consiste à affiner le diagnostic sur l'état des réseaux sur le territoire français, mais aussi à comprendre et à rendre compte de la variété des pratiques et stratégies développées autour de la gestion patrimoniale.

Ainsi, en outillant de façon stratégique les différents acteurs du secteur il devient possible d'améliorer le fonctionnement et le financement de cette gestion, et d'éviter de le réduire à la portion congrue, celle du seul renouvellement des infrastructures. Ces travaux viennent alimenter les débats autour des Assises de l'eau, lancées en avril 2018.

Daniel Florentin

ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS

Le Département énergétique et procédés (DEP) est une Unité de recherche commune MINES ParisTech — Armines qui se situe parmi les principaux acteurs de la recherche française sur l'efficacité énergétique et les filières énergétiques du futur.



4 CENTRES DE RECHERCHE

CENTRE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES SYSTÈMES

(CES MINES ParisTech)

Le CES se concentre sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes complexes. Ces systèmes énergétiques concernent les bâtiments, les procédés industriels et le transport. Outre le critère énergétique, d'autres critères essentiels comme les coûts, la compacité, l'étanchéité, la flexibilité et la contrôlabilité sont pris en compte.

■ CENTRE THERMODYNAMIQUE DES PROCÉDÉS (CTP MINES ParisTech)

Les travaux du CTP concernent principalement l'étude expérimentale et la modélisation des diagrammes de phase de mélanges moléculaires complexes intéressant l'industrie du génie des procédés. Il met en œuvre des compétences en métrologie, calcul numérique, conception d'équipements, thermodynamique chimique et cinétique-transferts de matière et de chaleur.

■ CENTRE OBSERVATION, IMPACTS, ÉNERGIE (O.I.E MINES ParisTech)

Le Centre O.I.E s'intéresse à la complexité spatiotemporelle des ressources en énergies renouvelables et à son influence sur les impacts environnementaux. Il met en œuvre des compétences en météorologie, observation de la Terre, mathématiques appliquées, métrologie, sciences de l'information et environnement.

CENTRE PROCÉDÉS, ÉNERGIES RENOUVELABLES ET SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

(Persée MINES ParisTech)

Les activités de Persée sont centrées sur les nouvelles technologies de l'énergie et les énergies renouvelables. Elles sont structurées autour de trois thématiques : matériaux et composants pour l'énergie ; procédés et technologies durables de conversion et de stockage d'énergie ; énergies renouvelables et systèmes électriques intelligents.

Efficacité énergétique, intégration des énergies renouvelables et décarbonation des procédés et des combustibles sont les axes stratégiques du département ».

Trois questions à

PHILIPPE RIVIÈRE

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT



SPÉCIALITÉ DOCTORALE

■Énergétique et procédés

• Responsable : Laurent Fulcheri (Persée MINES ParisTech)

DE NIVEAU MASTER (DNM)

MASTERS INTERNATIONAUX (MI)

■ Mi_CARE : Énergies propres et renouvelables • Responsable : Alain Thorel (CMAT MINES ParisTech)

Mi_MVE : Mobilité et véhicules électriques (interdépartements)

Responsable : Akin Kazakci (CGS MINES ParisTech)

■ Mi_SE : Stratégies énergétiques

• Responsable : Philippe Rivière (CES MINES ParisTech)

■ Mi_TRADD : Transport et développement durable

• Responsable : Florent Breque (CES MINES ParisTech)

■ Master PSL : Énergie

• Responsable : Assaad Zoughaib (CES MINES ParisTech)

FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

■ MS_ALEF: International Energy Management

Responsable : François-Pascal Neirac (Persée MINES ParisTech)

■MS_EnR : Énergies renouvelables

• Responsable : Andrea Michiorri (Persée MINES ParisTech)

■MS_GAZ : Ingénierie et gestion du gaz

· Responsable: Chakib Bouallou (CES MINES ParisTech)

■ MS_IRVE (inter-départements)

Manager de projets en infrastructure de recharges et véhicules électriques

Responsable : Akin Kazakci (CGS MINES ParisTech)

FORMATION D'INGENIEUR **ISUPFERE**

Apprentissage

Responsable : Pascal Stabat (CES MINES ParisTech)

Formation continue

• Responsable : Bruno Duplessis (CES MINES ParisTech)

CHAIRE D'ENSEIGNEMENT **ET DE RECHERCHE**

Chaire Éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures

• Responsable : Bruno Peuportier (CES MINES ParisTech)



Philippe Blanc (O.I.E MINES ParisTech) entouré des ingénieurs d'Optimum Tracker (cf. p20)

Philippe Rivière : De manière générale, le DEP s'intéresse aux systèmes énergétiques et à la maîtrise de leurs émissions. Les activités de recherche des quatre centres qui le composent s'inscrivent dans trois axes stratégiques que sont l'efficacité énergétique, l'intégration des énergies renouvelables et la décarbonation des procédés et des combustibles. Cette recherche traite des nouvelles technologies de l'énergie appliquées aux secteurs du bâtiment, de l'industrie et des transports avec une approche allant du développement de matériaux et composants, à l'analyse globale des systèmes du point de vue efficacité et impacts environnementaux. Une partie importante de cette recherche est expérimentale et bâtie autour de relations collaboratives avec l'industrie, allant jusqu'à la preuve de concept. De nouvelles méthodes et outils numériques en support

■ SPÉCIFICITÉ DU DÉPARTEMENT ENERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS ?

Le DEP participe activement à l'enseignement École, tant au niveau des cycles ingénieurs qu'au niveau des masters, formations spécialisées et doctorat.

QUELLES ONT ÉTÉ LES RÉALISATIONS ET/OU LES ÉVOLUTIONS EN 2018?

P.R.: Une nouvelle plateforme sur la décarbonation du méthane par procédé plasma a été inaugurée le 11 juillet 2018, dans le cadre d'un renforcement du partenariat avec la société *Monolith Materials*. Parallèlement, la start-up *Plenesys* a été créée. D'autres projets démarrent, cette année, sur la conception des réservoirs cryogéniques, la modélisation du risque de cristallisation lors de la liquéfaction du méthane, ou encore l'électrolyse basse température de type PEM-FC.

De nombreux partenaires nous ont également renouvelé leur confiance. La Chaire « Écoconception des ensembles bâtis et des infrastructures », financée par Vinci, a été renouvelée pour 5 ans. Le Mastère spécialisé en Ingénierie et Gestion du gaz devient une formation en alternance, inscrite au RNCP, soutenue par une chaire d'enseignement avec GRDF intitulée « Le gaz au cœur de la transition énergétique et numérique ».

QUELS SONT LES PROJETS/ AMBITIONS POUR 2019?

de la transition énergétique sont également développés.

P.R.: De nombreux projets de chaire et de grands projets de recherche ont été construits en 2018, qui doivent se concrétiser en 2019. C'est le cas de deux chaires sur l'hydrogène et d'un projet européen du programme Copernicus, exploitant les données d'observation de la Terre notamment pour les énergies renouvelables.

Le 22 mai 2018, un accord bilatéral avec l'Université Huazhong de Sciences & Technologies a été signé à Paris pour la poursuite du projet ICARE (China-EU Institute for Clean and Renewable Energy) et notamment du master CARE. Les efforts de construction d'un modèle pérenne pour cette collaboration seront poursuivis. Enfin, le DEP contribuera activement à la constitution d'un programme gradué PSL sur les sciences pour l'ingénieur, incluant la nouvelle École doctorale ISSME (Ingénierie des systèmes matériaux, mécanique et énergétique) et le Master PSL Énergie. Ce master, collaboration avec Chimie ParisTech et l'ESPCI Paris, a diplômé sa première promotion en 2018 et sera porté par MINES ParisTech, à partir de 2019.

PROJETS PHARE

PRÉDICTION SOLAIRE POUR DES SUIVEURS PHOTOVOLTAÏQUES UN PARTENARIAT ENTRE LE CENTRE O.I.E MINES PARISTECH ET LA PME **OPTIMUM TRACKER**

La PME aixoise Optimum Tracker propose des systèmes innovants de suiveurs photovoltaïques réduisant leurs coûts et améliorant leurs perfor-

Optimiser l'orientation des panneaux photovoltaïques

Dans le cadre d'un partenariat de recherche et développement, Optimum Tracker et le centre Observation, Impacts, Energie (O.I.E. MINES ParisTech) mènent des recherches sur l'utilisation de capteurs pyranométriques et de caméras hémisphériques pour la prédiction de la luminance solaire, afin d'optimiser, à chaque instant, l'orientation des panneaux photovoltaïques pour en accroître la production électrique.

Ce partenariat a donné lieu au dépôt de deux brevets (Arliaud et al., 2016a,b) ainsi qu'au développement d'une première instrumentation spécifique, l'OptiSky Control, composée de sept cellules photovoltaïques de référence avec des inclinaisons différentes, d'un pyranomètre et d'une caméra hémisphérique (ou fish-eye), comme le montre la photo ci-dessous. Les activités de R&D consistent à proposer, évaluer et implémenter des algorithmes permettant l'orientation optimisée des panneaux photovoltaïques grâce à cette instrumentation spécifique. L'enjeu principal pour de tels algorithmes est d'être à même d'évaluer, en fonction de la nature de la couverture nuageuse et de son évolution, le gain potentiel de production photo-électrique d'un écart à l'orientation nominale, dépendant, elle, uniquement de la position angulaire topocentrique du soleil et de la configuration géométrique du champ photovoltaïque. Compte tenu des consommations électriques et de l'usure mécanique induites par ces écarts angulaires, ce gain potentiel doit être non seulement estimé en temps réel, mais aussi en prévision sur le court-terme, typiquement dans les 5 à 10 minutes à venir, afin d'en évaluer son intérêt, tout compte fait. C'est la raison pour laquelle les algorithmes développés utilisent notamment les données en temps réel de l'instrumentation de l'*OptiSky Control* pour déterminer des prévisions des éclairements solaires sur plan incliné, et plus généralement de la luminance solaire, sur le très court-terme et à très haute résolution temporelle, meilleure que la minute. Ces prévisions permettent ensuite d'évaluer le gain escompté sur une plage de temps futur de quelques minutes qu'il faut alors mettre en regard des contraintes associées portant sur la consommation électrique et l'usure : de cette évaluation sont ainsi déduites, en temps réel, les commandes d'orientation des panneaux.



- Arliaud Jérôme, Adrien Crucifix, Philippe Blanc. Method for controlling the orientation of a solar tracker based on map models. France, Patent n°: W02017001791 A1. 2016. <hal-01491049>
- Arliaud Jérôme, Adrien Crucifix, Philippe Blanc. Method for predictive control of the orientation of a solar tracker. France, Patent n°: W02016193612 A1. 2016. <hal-01491045>

Brevets:

Thibaut Barbier (Optimum Tracker) Philippe Blanc et Yves-Marie Saint-Drenan (O.I.E. MINES ParisTech)

RETROUVEZ LE PROJET EN VIDÉO SUR





www.mines-paristech.fr/WebTV/



Instrumentation spécifique OptiSky Control développé par Optimum Tracker et utilisée par les algorithmes de prévision solaire pour l'optimisation de l'orientation des systèmes photovoltaïques (partenariat de recherche avec MINES ParisTech)

RÉSEAUX INTELLIGENTS ET STOCKAGE SENSIBLE, UN DÉMONSTRATEUR « GRANDE ÉCHELLE »

Le projet H2020 Sensible avait pour objectif principal de démontrer - à l'échelle de plusieurs villes européennes - l'efficience de solutions innovantes pour la gestion énergétique d'une communauté de producteurs-consommateurs d'énergie électrique (autrement appelés « prosumers »), en mettant un fort accent sur le stockage.

En tant que partenaire académique du projet, le Centre Persée s'est notamment concentré sur le développement de solutions avancées dédiées à la prévision fine de la production photovoltaïque et de la consommation électrique à la maille d'un bâtiment. Le Centre a également travaillé au développement de solutions de gestion i) de smarthomes (destinées à un agrégateur de flexibilités participant au marché), ii) d'unités de stockage et iii) de charges actives distribuées au sein du réseau. Dans ce cadre, l'action du Centre s'est notamment matérialisée autour de trois thèses de doctorat en forte synergie.

Le projet SENSIBLE s'est clôturé en 2018. Il regroupait 15 partenaires de 6 pays différents (dont des « mastodontes » comme Siemens et EDP) et bénéficiait d'un budget de 15,5 M€. Les différentes solutions qui ont émergé du consortium ont été évaluées - avec succès - au Portugal, en Grande-Bretagne et en Allemagne.

> Contacts: Georges Kariniotakis, Andréa Michiorri



Déploiement du démonstrateur SENSIBLE dans la ville d'Evora (Portugal).

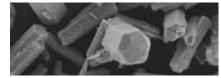
RÉGENÉRER LA MATIÈRE OSSEUSE AVEC DU SULFATE DE CALCIUM HÉMIHYDRATE

Le sulfate de calcium hémihydrate, ou «plâtre de Paris » s'obtient par déshydratation partielle du gypse. À température suffisamment élevée, il se dissout dans l'eau, qui présente alors une sursaturation par rapport à l'hémihydrate: on obtient des cristaux prismatiques bien formés, bien adaptés au renforcement de structures (aérospatiale) et à la régénération osseuse. De plus, leur rapport d'aspect (longueur/épaisseur) est facilement modulable par l'ajout d'espèces s'adsorbant sur les extrémités des prismes, tel l'acide succinique. Malgré ces avantages, peu de travaux vont au-delà de constats expérimentaux. En collaboration avec le Centre Rapsodee (Mines Albi), un dispositif à pression et température constantes a été conçu, avec analyse des solides par plusieurs techniques croisées, dont le traitement d'images de microscopie, afin d'étudier successivement la transformation sans puis avec additif. Un premier modèle de formation de l'hémihydrate à sursaturation fixée par la solubilité du gypse permet d'identifier des expressions cinétiques de nucléation et croissance des cristaux. On obtient

alors une prédiction très satisfaisante de l'évolution complète de la conversion et de la taille finale des cristaux en prenant en compte la vitesse de dissolution des différentes classes granulométriques du gypse et la décroissance de la sursaturation de la solution par rapport à l'hémihydrate. La cinétique de croissance et le rapport d'aspect des cristaux sont reliés de façon identique à la concentration en additif, ce qui confirme son adsorption sur leurs faces terminales. La modulation de ce rapport, à la fois par la température et la concentration d'additif, peut être mise à profit pour le calcul et l'optimisation technico-économique d'un procédé continu. Nous disposons désormais d'un dispositif de cristallisation sous pression pérenne et d'un outil numérique se prêtant au test de diverses hypothèses de transformation de solides par dissolution et recristallisation.

> Contact: Alain Gaunand







Eau pure -115°C. L/D = 1,61 0.02 wt% SuH2 -120°C. L/D = 3,13 0.05 wt% SuH2 -120°C. L/D = 4.17

FAVORISER LA VENTILATION NATURELLE EN MILIEU URBAIN

La demande de climatisation est en forte croissance dans le monde et, en particulier, dans les zones tropicales. Les systèmes de climatisation sont énergivores, contribuent aux îlots de chaleur urbains et dénaturent les façades des bâtiments. De plus, ils génèrent des appels de puissance sur les réseaux électriques, dont ceux en milieu insulaire, qui sont souvent les plus contraints.

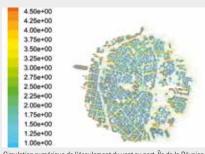
Le CES, en partenariat avec le Centre Persée, le Laboratoire aérodynamique Eiffel et le Laboratoire d'écologie urbaine à La Réunion, mène un projet visant à concevoir des quartiers améliorant le confort thermique par l'exploitation du potentiel

de ventilation naturelle. Ce projet est lauréat de l'appel à projet Ademe « Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 ».

Des essais en soufflerie et des simulations numériques des fluides sont menées pour contribuer à la compréhension des écoulements en milieu urbain. À partir d'études paramétriques, des règles de conception sont établies dans le but d'aider les urbanistes à concevoir des quartiers permettant de promouvoir « le droit au vent ».

> Contacts:

Dominique Marchio, Valentin Delplanque, Pascal Stabat, François Cauneau



Simulation numérique de l'écoulement du vent au port, Île de la Réunion.



Essais en soufflerie d'une proposition de plan local d'urbanisme à Saint-Pierre.

MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX

Nous n'avons de cesse d'inventer et de réinventer les matériaux. Élaborés ou mis en forme « sur mesure », ils deviennent plus légers, plus sûrs, plus durables, plus performants, plus sobres en matières premières, mieux recyclables... Ils accompagnent notre vie quotidienne, sont les clés des révolutions technologiques de demain et résident au cœur des défis énergétiques ou écologiques qui nous sont posés.



2 CENTRES DE RECHERCHE

CENTRE DES MATÉRIAUX (CMAT MINES ParisTech)

Les activités du Centre des matériaux (UMR CNRS 7633) s'organisent principalement autour d'un axe élaboration-expérimentation-modélisation-simulation destiné à comprendre le comportement des matériaux à différentes échelles et sous des sollicitations complexes. La recherche y est menée en partenariat avec l'industrie sur des thèmes d'actualité tels l'énergie, les transports ou le biomédical.

CENTRE DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX (Cemef MINES ParisTech)

Le Cemef (UMR CNRS 7635) développe ses recherches - tant expérimentales que numériques dans le domaine de la mécanique numérique et de la science et ingénierie des matériaux. Elles visent entre autres à comprendre les évolutions microstructurales et mécaniques des matériaux lors de leur mise en forme et leur impact sur les propriétés finales. La science des matériaux est, par essence, multidisciplinaire, aux frontières de la chimie, de la physique, de la mécanique et, parfois, de la biologie ».

Trois questions à

MARIE-HÉLÈNE BERGER

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

COMMENT DÉFINIR LA SCIENCE DES MATÉRIAUX?



SPÉCIALITÉS DOCTORALES

Sciences et génie des matériaux

• Responsable : Lucien Laiarinandrasana

Mécanique numérique et matériaux

Mécanique

• Responsable : Vincent Maurel

FORMATIONS DE NIVEAU MASTER (DNM)

Mn_BME Paris Biomedical Engineering

Responsable : Laurent Corté

Mn_P3M Physique des matériaux, mécanique et modélisation numérique

· Responsable : Michel Vincent

MASTER PSL : Sciences et génie des matériaux

Responsable : Cécilie Duhamel

MASTÈRES SPÉCIALISÉS

MS MaPMod : Digital Materials & Advanced Processing Modelling

• Responsable : Katia Mocellin

MS DMS : Design des Matériaux et des Structures

· Responsable: Georges Cailletaud

CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Chaire Cristal

· Responsable: Georges Cailletaud

Chaire DEEP

• Responsable : Sabine Cantournet

Chaire ANR Opale

 Responsable : Nathalie Bozzolo Chaire ANR Digimu

• Responsable : Marc Bernacki

Chaire ANR Infinity

• Responsable : Elie Hachem



Laurent Corté, professeur MINES ParisTech, chercheur associé à l'ESPCI Paris, coordonne l'activité de recherche en biomatériaux du CMAT (cf. p.24).

Marie-Hélène Berger: La science des matériaux est, par essence, multidisciplinaire, aux frontières de la chimie, de la physique, de la mécanique et, parfois, de la biologie. Elle répond aux défis technologiques, environnementaux ou de santé publique qui nous sont posés et qui exigent le développement de matériaux aux fonctionnalités nouvelles et bien souvent mul-

tiples. Transversale, elle s'appuie sur une compréhension fondamentale des transformations de la matière, en lien avec ses propriétés, avec, comme finalité, le développement de matériaux à usage technologique. Les activités du département sont donc fortement ancrées dans le monde socio-économique, avec un partenariat industriel revendiqué.

Nous partons d'un cahier des charges comprenant les propriétés recherchées - majoritairement mécaniques mais aussi fonctionnelles -, l'environnement d'usage, la durée de vie attendue et une exigence croissante de recyclabilité pour concevoir un matériau (voire un multi-matériau), ainsi que le procédé qui permettra de l'élaborer. Le développement de matériaux à haute performance est ainsi indissociable de celui des procédés d'élaboration et de mise en forme.

QUEL EST LE SPECTRE DES RECHERCHES DANS CE DOMAINE À MINES PARISTECH?

M-H.B: Nous nous appuyons sur des méthodes de caractérisation fine de l'organisation de la matière (par microscopies électroniques, tomographie, spectroscopies multiples...) et du comportement physique ou mécanique du matériau. Une instrumentation toujours plus précise est développée, tant pour le contrôle des procédés que pour la caractérisation des propriétés des matériaux élaborés. La modélisation numérique représente un volet essentiel de notre activité, comme outil d'investigation et de prédiction des procédés, des microstructures et des comportements. Elle est multi-physique et multi-échelles, allant de la modélisation d'un petit nombre d'atomes au dimensionnement d'une structure.

Nous couvrons un large spectre de matériaux (métaux et alliages, verres, céramiques, polymères et élastomères, composites) et de procédés. Les principaux secteurs industriels sont la première transformation, l'aérospatiale, l'énergie et le transport terrestre. Une part croissante de nos activités est tournée vers le développement de matériaux réduisant les impacts environnementaux, tant dans leur élaboration que dans leur utilisation : piles à combustibles pour les transports, matériaux bio-sourcés pour la construction, allègement des structures, procédés sobres en matière première...

QUELS ONT ÉTÉ LES FAITS MARQUANTS EN 2018?

M-H.B: MINDS, projet de l'Institut Carnot M.I.N.E.S autour des sciences prédictives pour l'industrie du futur, a été lancé. Couplant simulation numérique et intelligence artificielle, coordonné par Elie Hachem (Cemef), il réunit 15 centres de recherche des écoles des Mines et de l'Institut Mines Télécom. MINES Paris Tech et Safran ont signé un accord créant la chaire BigMeca (porteur Henry Proudhon), spécialisée en mécanique des matériaux et procédés de fabrication via l'apprentissage statistique d'essais 4D automatiques et la réduction des données et des modèles.

Le prix spécial du jury GRTgaz a été remis à Fransesco Delloro et Yazid Madi (CMAT) pour leur projet proposant l'utilisation de zinc projeté à très haute vitesse pour imperméabiliser les parois internes des canalisations contre les effets indésirables de l'hydrogène.

Le projet Carnot M.I.N.E.S CEFALE (CMAT et Cemef), visant à lever les verrous scientifiques et technologiques liés à la construction par fusion laser sélective de céramiques, s'est achevé en beauté par la réalisation d'une aube de turbine en alumine-zircone! Enfin saluons Vladislav Yastrebov (CMAT), médaille de bronze du CNRS pour ses travaux sur le contact et le frottement entre corps solides.

PROJETS PHARE

MATIÈRE MOLLE POUR LA PRATIQUE CLINIQUE
CONCEPTION D'HYDROGELS BIOADHÉSIFS POUR LA MÉDECINE

L'activité de recherche en biomatériaux du Centre des matériaux MINES ParisTech, coordonnée par Laurent Corté, a rejoint en 2015 le Laboratoire matière molle et chimie de l'ESPCI Paris - aujourd'hui Laboratoire de chimie moléculaire, macromoléculaire et matériaux. Parmi les projets de cette coopération figure la conception de matériaux hydrogels biocompatibles et bioadhésifs, c'està-dire capables de coller aux tissus biologiques. Les perspectives d'application clinique sont nombreuses : attacher des implants, favoriser la cicatrisation, arrêter un saignement ou, encore, délivrer des cellules et des médicaments.

À partir de mesures de bioadhésion *ex vivo* et *in vivo*, l'équipe a mis en évidence le rôle majeur des échanges de fluides à l'interface entre hydrogels et tissus. (1)

Un nouveau mécanisme gouvernant l'adhésion entre hydrogels et tissus biologiques

Les hydrogels polymères sont des solides souples constitués d'un réseau macromoléculaire gonflé par de l'eau. Ils sont très utilisés en chirurgie et dans les dispositifs implantables en raison de leur excellente biocompatibilité. Cependant, leur fixation à la surface des tissus internes très hydratés est difficile et les méthodes mécaniques traditionnelles comme les sutures créent trop d'endommagement. Une solution prometteuse consiste à fabriquer des hydrogels ayant des surfaces bioadhésives pouvant être fixées sans suture ni colle.

Dans cette optique, Laurent Corté et ses collaborateurs ont mis au point un protocole de pelage pour caractériser l'adhésion entre des tissus biologiques et des membranes hydrogels. Leurs travaux montrent que le gonflement des hydrogels au contact des tissus draine les fluides biologiques mouillant l'interface et crée un contact adhésif de plus en plus fort à mesure que les tissus se déshydratent. En étudiant les mécanismes microscopiques en jeu, ils ont déterminé un critère simple capable de prédire si le contact va être lubrifié ou adhésif en fonction des conditions du contact et de l'anatomie du tissu

Vers une meilleure maîtrise de la bioadhésion

Cette découverte du rôle des échanges de fluides dans la bioadhésion des hydrogels apporte de nouvelles clés pour augmenter la performance des bioadhésifs et améliorer leur caractérisation. Des essais *in vivo* d'adhésion sur foie, réalisés en collaboration avec des chirurgiens (École de chirurgie du Fer à Moulin, École nationale vétérinaire d'Alfort) ont confirmé que l'adhésion augmente fortement lorsque l'on utilise des hydrogels superabsorbants qui déshydratent rapidement l'interface.

Ces résultats obtenus sur des hydrogels modèles sont très encourageants. Ces connaissances et ces méthodes sont maintenant utilisées pour concevoir des systèmes cliniquement pertinents. C'est l'object du projet ANR NanoBioTape qui commence en 2019, en collaboration avec des équipes de chirurgiens hépatiques (Hôpital Paul Brousse) et vétérinaires (École nationale vétérinaire d'Alfort). L'objectif visé est la conception de bioadhésifs pouvant être fixés sur les tissus le temps d'une opération, afin d'améliorer la précision du geste chirurgical.

> Contact: Laurent Corté

Cette découverte a été publiée en janvier 2019 dans la revue Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. Ces travaux, réalisés dans le cadre du post-doctorat de Raphaël Michel, ont impliqué des contributions d'étudiants de MINES Paris Tech, de l'ESPCI Paris et du master BIME Paris.







www.mines-paristech.fr/WebTV/



Observations des zones de décollement lors du pelage de bandelettes d'hydrogel à la surface d'un foie de porc dans les cas de contacts lubrifié (gauche) et adhésif (droite).

TRIBOLOGIE

VERS LA MAÎTRISE DU FROTTEMENT ET DE L'USURE

Dans le domaine de l'ingénierie, le frottement, l'usure et l'adhésion-grippage jouent un rôle vital dans la durabilité et la performance des systèmes mécaniques. Ils engendrent aussi une surconsommation d'énergie et accroissent la pollution (CO₂, lubrifiants...).

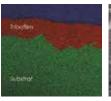
Les mécanismes élémentaires responsables de ces phénomènes restent relativement mal compris. Cela est dû aux difficultés de caractérisation dans l'interface confinée des contacts tribologiques et à la complexité des phénomènes impliqués qui peuvent nécessiter une observation à l'échelle du nanomètre.

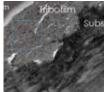
Nous développons, au Cemef, une approche multi-physique et multi-échelles des modifications physico-chimiques, structurales, mécaniques et électriques que subissent les surfaces dans un contact sous l'effet des sollicitations mécaniques et des interactions avec l'environnement.

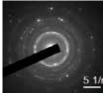
Cette approche repose notamment sur une expérimentation avancée en tribométrie et en microscopie électronique pour sonder la matière à l'échelle de sa microstructure, tout en observant sa déformation en temps réel.

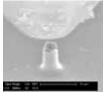
Ce travail vise à comprendre, contrôler et optimiser la réponse tribologique des systèmes mécaniques dans divers secteurs, comme la microélectronique, l'automobile ou l'aéronautique, les matériaux de construction, etc. Aujourd'hui, Il a pour vocation d'explorer les performances tribologiques de nouvelles solutions issues de la fabrication additive.

> Contact: Imène Lahouij









Déformation de la matière sous une "aspérité" et analyse d'un tribofilm formé par réaction entre les partenaires du contact (les deux corps en contact et le lubrifiant) sous une sollicitation tribologique.

DES MATÉRIAUX VIRTUELS POLYMÈRES POUR L'INDUSTRIE 4.0

GÉNÉRATION ET MODÉLISATION DE NOUVEAUX OUTILS NUMÉRIQUES

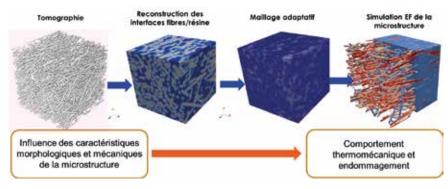
La double pression écologique et économique pousse les secteurs des transports à intégrer de plus en plus de composites techniques dans les pièces d'habitacles ou de structure. Toutefois, la compréhension de leur comportement mécanique reste imparfaite due à la complexité de leur microstructure.

Le Cemef développe de nouveaux outils numériques de génération et de simulation du comportement mécanique et de rupture de matériaux composites à partir de microstructures réelles 3D ou de microstructures statistiquement représentatives. Ces outils numériques ont le potentiel d'améliorer notre compréhension des relations microstructure-propriétés et de contribuer ainsi au développement de matériaux virtuels polymères aux fonctionnalités ciblées.

En développant des matériaux virtuels polymères, nous avons la capacité d'impacter la conception

amont de pièces composites en fournissant des outils numériques permettant un dimensionnement fiable, rapide et économique de pièces composites avec un comportement de matériau ajustable. La stratégie numérique développée dans ce projet est aujourd'hui étendue à d'autres matériaux tels que les mousses de polymères.

> Contact: Jean-Luc Bouvard



Projet Carnot M.I.N.E.S en partenariat avec Arts et Métiers Bordeaux.

Simulation numérique d'écoulement de fluide dans l'interface de contact entre des surface ruqueuses.

COMPRÉHENSION DES PHÉNOMÈNES INTERFACIQUES LE CONTACT À PETITE ÉCHELLE

Les travaux de recherche portent sur la thématique du contact et du frottement et abordent des aspects théoriques et applicatifs. Cette étude s'intéresse notamment au problème du contact à petites échelles où la rugosité des surfaces de contact commence à jouer un rôle important. L'intérêt de cette étude provient du fait que le contact à petites échelles détermine le frottement, l'usure et la conductivité thermique, électrique et hydraulique de l'interface. Via des simulations numériques nous pouvons donc établir le lien entre, d'un côté, la rugosité, le comportement des matériaux, le chargement et, de l'autre côté, l'aire réelle de contact et le champ de distribution des ouvertures qui permettent l'écoulement d'un fluide le long de

l'interface. Cette compréhension pourrait donc permettre d'ajuster la rugosité, d'optimiser le choix des matériaux pour contrôler le frottement, de minimiser l'usure ou d'améliorer la performance des systèmes d'étanchéité. Cette recherche a permis d'améliorer la compréhension des phénomènes interfaciques et d'élaborer des modèles simples pour l'ingénierie. Parmi des applications pertinentes à cette thématique, on peut citer le contact pneu-chaussée, l'étanchéité du cycle d'eau dans des centrales nucléaires et la production des métaux par laminage.

> Contact: Vladislav Yastrebov

MATHÉMATIQUES ET SYSTÈMES

Un département aux travaux très variés qui s'articulent autour du traitement de l'image, du contrôle, de l'optimisation, des langages pour les technologies de l'information et de la bio-informatique.



6 CENTRES DE RECHERCHE

CENTRE AUTOMATIQUE ET SYSTÈMES (CAS MINES ParisTech)

Le Centre automatique et systèmes s'intéresse au contrôle de systèmes de toutes natures (systèmes mécaniques, chimiques, électrotechniques, aéronautiques, mécatroniques, automobiles, pétroliers, énergétiques...). Sa spécialité est la conception d'algorithmes de contrôle et de filtrage qui garantissent un comportement dynamique spécifié à l'avance. Les méthodes mises en œuvre se rattachent aux sciences physiques et mathématiques (théorie du contrôle, stabilisation, identification et modélisation, systèmes dynamiques, optimisation...).

CENTRE DE ROBOTIQUE (CAOR MINES ParisTech)

Le Centre de robotique étudie et développe un ensemble de techniques cohérentes (perception, automatique, interfaces, apprentissage, logistique...) permettant d'améliorer les systèmes existants. La recherche a une forte composante expérimentale et plusieurs plateformes (robots, salle immersive, véhicules...) permettent de valider nos algorithmes et de les transférer à des partenaires industriels avec une orientation automobile marquée.

CENTRE DE BIO-INFORMATIQUE (CBIO MINES ParisTech)

Le Centre de bio-informatique développe des méthodes mathématiques et des algorithmes pour analyser et modéliser des données biologiques et chimiques, en s'appuyant notamment sur une forte expertise en apprentissage statistique. Le CBio collabore de manière très étroite avec l'Institut Curie et l'Inserm sur la recherche contre le cancer et sur la médecine personnalisée.

CENTRE DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES (CMA MINES ParisTech)

Le Centre de mathématiques appliquées déploie ses compétences en mathématiques du contrôle, de l'optimisation et de la décision, déclinées sur les grands enjeux sociétaux : climat, énergie, environnement...

CENTRE DE MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE (CMM MINES ParisTech)

Depuis sa fondation, en 1967, le Centre de morphologie mathématique a contribué à la croissance et à la diffusion du corpus théorique et algorithmique de la morphologie mathématique en s'appuyant sur des domaines d'application très larges : structures et propriétés physiques des matériaux, imagerie médicale, contrôle industriel et analyse de scènes.

CENTRE DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE (CRI MINES ParisTech)

Les domaines étudiés au Centre de recherche en informatique sont les langages de programmation ou de description de données et les techniques d'analyse, de transformation et de validation associées répondant aux besoins industriels et sociétaux.

SPÉCIALITÉS DOCTORALES

■ Bio-informatique

• Responsable : Thomas Walter

Géostatistique

• Responsable : Jacques Rivoirard

Informatique temps réel, robotique et automatique

Responsables: François Goulette et Pierre Jouvelot

■ Mathématique et automatique

• Responsable : Jean Lévine

■ Morphologie mathématique

· Responsable : Jesus Angulo Lopez

Contrôle, optimisation, prospective

FORMATIONS DE NIVEAU MASTER (DNM)

Mn_ Spécialité SAR Systèmes avancés en robotique (avec l'UPMC)

• Responsable : Brigitte d'Andréa-Novel

Mn_OIV Optique – Image – Vision

(avec Mines St-Étienne)

• Responsable : Serge Beucher

Mn_BMEBIM Bioingénierie (Biomedical Engineering) (interdépartements)

Spécialité : Bio-Imagerie Responsable : Petr Dokladal

Mn_MVA Mathématiques - Vision -

Apprentissage (avec ENS Cachan) · Responsable : François Goulette

■ Mi_MVE (inter-départements)

Mobilité et véhicules électriques

• Responsable : Akin Kazakci

FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

MS IRVE (inter-départements)

Manager de projets en infrastructure de recharges et véhicules électriques

• Responsable : Akin Kazakci

MS MISL

Management industriel et systèmes logistiques

· Responsable : Frédéric Fontane

MS OSE

Optimisation des systèmes énergétiques

· Responsable : Gilles Guerassimoff

MS ALMOVE

Artificial Intelligence and Movement

· Responsable : Sotiris Manitsaris

FORMATION CONTINUE

Executive MS MSIT, avec HEC Paris Management stratégique de l'information et des technologies

· Responsable : Fabien Coelho

■ Executive BADGE PTD, avec HEC Paris Pilotage de la transformation digitale

· Responsable: Fabien Coelho

Executive BADGE PSI, avec HEC Paris

Pilotage du système d'information

· Responsable: Fabien Coelho

CHAIRES D'ENSEIGNEMENT FT DE RECHERCHE

Chaire Modélisation prospective au service du développement durable

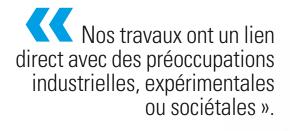
Responsable : Nadia Maïzi

Chaire Logistique urbaine

• Responsable : Arnaud de La Fortelle

Chaire Internationale « Drive for All»

Responsable : Arnaud de La Fortelle



Trois questions à

PIERRE ROUCHON

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

QUELLES SONT LES SPÉCIFICITÉS DU DÉPARTEMENT MATHÉMATIQUES **ET SYSTÉMES?**

PIERRE ROUCHON: Ce département est structuré en six équipes d'enseignants-chercheurs. Les thèmes abordés sont centrés sur l'apport des mathématiques appliquées à la modélisation, à l'analyse, à la conception et au contrôle des systèmes. L'une des spécificités essentielles de nos travaux est leur lien direct avec des préoccupations industrielles, expérimentales ou sociétales. L'équipe du CBIO travaille sur le cancer avec l'Institut Curie et l'Inserm; celle du CMA, sur le changement climatique; celle du CAOR, sur les véhicules du futur; celle du CAS, sur la théorie du contrôle et ses multiples applications et celle du CRI, sur les environnements de développement logiciel.

En retour, ces liens directs nous permettent d'orienter nos recherches amont vers des thématiques abstraites auxquelles nous n'aurions pas nécessairement pensé sans cette mise en perspective expérimentale ou pratique. Ainsi, la morphologie mathématique a été créée au CMM pour répondre à des préoccupations de filtrage et d'analyse d'images. La notion de platitude différentielle est née au sein du CAS, à partir d'études spécifiques sur le contrôle nonlinéaire d'avions à poussée vectorielle et grande incidence. Les connaissances théoriques que nous élaborons et publions, ainsi que l'expertise pratique que nous développons sous la forme de plateformes expérimentales, enrichissent également les enseignements que les membres du département assurent à MINES ParisTech et dans d'autres grandes écoles d'ingénieurs.

QUELLES ONT ÉTÉ LES RÉALISATIONS ET/OU ÉVOLUTIONS EN 2018?

P.R.: Citons les deux projets européens impliquant le CAOR (Collaborate et Mingel) et la création du mastère spécialisé *AlMove* ; les recherches du CBIO sur le développement de nouvelles méthodes d'apprentissage statistique et d'intelligence artificielle et leur application aux données en biologie et en santé, qui ont fait l'objet de publications prestigieuses; l'adoption par le CMM de méthodes d'apprentissage profond qui ont permis, en collaboration avec le CBIO, l'organisation du nouveau cours Deep Learning for Images Analysis; le développement par le CRI d'une extension du logiciel de compilation sourceà-source PIPS permettant d'utiliser les techniques de machine learning dans le cadre de la compilation pour machines hétérogènes, qui combinent CPUs et GPUs; les travaux du CMA sur un modèle électrique à l'échelle européenne et sa participation aux conférences des Nations-Unies sur le climat (cette année, à Katowice) avec un side-event sur la réorientation des flux financiers vers une transition bas carbone équitable.

QUELS SONT LES PROJETS OU AMBITIONS DU DÉPARTEMENT POUR 2019?

P.R.: Nous souhaitons favoriser des échanges et collaborations, grâce à des alliances. Les interactions au sein de PSL montent en puissance : poursuite du programme Mathématiques de PSL et démarrage de l'Institut en intelligence artificielle, Prairie.

En 2019, le CAS continuera à développer la théorie du contrôle pour les équations aux dérivées partielles et les systèmes quantiques ouverts. Le CBIO développera l'axe de recherche GWAS (Genome-wide association studies), pour la prédiction des variables cliniques à partir des mutations dans le génome, notamment via un projet ANR, il s'intéressera au traitement de données massives, manquantes et hétérogènes, dans les dossiers patients et données médico-économiques, ainsi qu'à la transcriptomique spatiale (étude des aspects spatiaux de l'expression de gène). Le CMM adaptera le cours de *Deep learning* aux matériaux numériques. Le CAOR organisera, à Paris, le colloque *Intelligent_Vehicles* et s'impliquera dans le démarrage de l'institut Prairie. Le CRI mènera une étude des approches hybrides mixant outils historiques classiques et techniques d'apprentissage (Machine Learning). Enfin, le CMA débutera le projet européen GIFT visant à décarbonner le mix énergétique des îles européennes, et le projet PGMO «Models for planning energy investment under uncertainty».

PROJETS PHARE

MODÉLISATION PROSPECTIVE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (MPDD)

LA CHAIRE PORTÉE PAR LE CMA MINES PARISTECH FÊTE SES 10 ANS

Le 11 septembre 2018, le Centre de mathématiques appliquées a célébré les 10 ans de la Chaire Modélisation prospective au service du développement durable (MPDD) au cours d'une soirée qui a accueilli près de 200 personnes (académiques, industriels, institutionnels). Les participants, ont pu échanger autour de poster et écouter les témoignages des « anciens » et les discours des porteurs académiques et des parrains industriels et institutionnels de la Chaire. Cette soirée a démontré, une fois encore, que la Chaire MPDD est devenue un lieu d'échanges sur les enjeux de développement durable et de transition. Pour preuve, les discussions animées lors de la session posters, où vingt avancées de recherche des équipes fondatrices ont été présentées. Ou encore, l'appui considérable apporté aux activités de recherche, en soutenant notamment de nombreux jeunes chercheurs, dont dix sont venus présenter leurs parcours professionnels.

Pérenniser un pôle de modélisation prospective

La Chaire MPDD a été créée en 2008 par Nadia Maïzi, du Centre de mathématiques appliquées (CMA MINES ParisTech), et Jean-Charles Hourcade, du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement durable (CIRED). D'abord soutenue par l'Ademe, EDF, Renault, Schneider Electric et Total, la Chaire a pu compter, lors de son renouvellement en 2014, sur le soutien d'EDF, de GRTgaz, Schneider Electric, de l'Ademe et du Ministère de la transition écologique et solidaire à travers la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Les partenaires de la Chaire ont ainsi apporté leur soutien financier à ce projet qui a su pérenniser en France un pôle de

modélisation prospective, porteur d'outils innovants pour une meilleure maîtrise des dossiers du développement durable et de la transition énergétique dans le monde de l'entreprise et dans les divers lieux de la délibération publique.

En adoptant une démarche prospective, la Chaire MPDD a, en effet, au cours de ces dix années, pu asseoir sa vocation à faciliter la prise de décision à partir de scénarios d'avenirs possibles portant sur des questions de politiques énergie et climat, de développement industriel et de choix technologiques. CMA et CIRED sont ainsi parvenus à consolider une plateforme de prospective pérenne pour l'aide à la décision, aux interfaces économie-ressources-climat, permettant des avancées méthodologiques en matière de prospective, notamment à travers un programme d'activités structuré autour de quatre grands axes:

- dynamique de la demande;
- tensions sur les ressources;
- enclenchement et gestion des transitions;
- influences internationales.

Ces axes concourent à fournir les bases scientifiques de la délibération publique autour des mutations impliquées par les enjeux de développement durable et de neutralité carbone.

Une reconnaissance internationale

La Chaire MPDD a également contribué au ravonnement international des équipes co-fondatrices et de leurs partenaires. Depuis dix ans, en mobilisant les compétences complémentaires de ses deux laboratoires, la Chaire est devenue une marque reconnue internationalement, comme en témoignent les succès de ses colloques ou séminaires, l'ensemble de ses publications et les interventions de ses directeurs dans des médias et des cercles d'expertise nationaux et internationaux. Elle fournit d'ailleurs aujourd'hui quatre des cinq Français retenus pour le 6e rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Nadia Maïzi a, en effet, été nommée, en 2018, Lead Author pour le chapitre 5 du 3° Groupe de travail portant sur « Demand, services and social aspects of mitigation ».

Cette soirée fut enfin l'occasion, pour les partenaires de la Chaire, de saluer le travail déployé toutes ces années et de réaffirmer leur soutien. Un second renouvellement de la Chaire est en cours et s'annonce au moins aussi riche en activités et développement. Pour cette 3° phase qui débutera en 2019, RTE rejoint les membres partenaires qui réitèrent leur participation pour cinq nouvelles années. Le CMA salue, par ailleurs, le retour de Total dans la Chaire MPDD.

> Contacts: Nadia Maïzi Sandrine Selosse











Sandrrine Selosse et Nadia Maizi ont célébré les 10 ans de la Chaire MPDD,, le 11 septembre 2018 à MINES Paris Tech

RECHERCHE EN INFORMATIQUE **MACHINE LEARNING ET HPC**

En partenariat avec le département d'informatique de l'Université d'Illinois (États-Unis), le Centre de recherche en informatique (CRI) effectue des travaux en vue d'utiliser les techniques de *machine learning* dans le cadre de la compilation pour machines hétérogènes. les machines qui combinent CPUs et GPUs. Ces travaux s'appuient sur un système d'autotuning, NICE, en cours de développement à l'Université d'Illinois, et le logiciel de compilation source-à-source PIPS, développé au CRI.

PIPS permet d'effectuer de nombreuses transformations à partir d'un code source unique et d'en générer de nombreuses versions. Le système d'autotuning permet d'obtenir le paramétrage optimal pour une transformation donnée. Les très nombreuses données expérimentales issues de l'exécution de ces versions sur une machine servent à alimenter la phase de training d'un algorithme de machine learning. L'objectif est d'optimiser finement de grandes applications scientifiques sans avoir à en compliquer les fichiers sources.

Si les GPUs ont permis le développement fulgurant de nouveaux algorithmes et applications de machine learning, ces nouveaux travaux mettent au contraire le machine learning au service de la mise en œuvre des GPUs pour de très nombreuses applications, effectuant des traitements intensifs systématiques, comme, par exemple, le traitement vidéo ou les systèmes de détection radar.

Cette coopération internationale a été soutenue par la Fondation Mines Paris Tech. Elle devrait déboucher sur des contrats avec des industriels américains et avoir un impact sur la performance de simulations de grande taille utilisées par l'ingénierie numérique.

Pierre Jouvelot



Le département d'Electrical and Computer Engineering de l'Université d'Illinois à Urbana-Champaign.

BIO-INFORMATIQUE

DES PUBLICATIONS PRESTIGIEUSES EN 2018

Chloé Azencott a publié un livre sur l'apprentissage automatique, à destination des ingénieurs. C'est l'un des rares ouvrages en langue française sur ce sujet porteur. 750 exemplaires se sont vendus dans les trois mois qui ont suivi sa



Introduction

parution et un deuxième tirage est donc envisagé. Thomas Walter a publié un article dans la prestigieuse revue Nature Communications, sur une thématique importante pour le CBIO MINES ParisTech: l'analyse des aspects spatiaux de l'expression de gènes. Il s'agit d'un sujet en recherche fondamentale, mais il est à prévoir que les techniques développées dans ce cadre trouvent un vaste champ d'applications.

> Contact: Thomas Walter

AUTOMATIQUE ET SYSTÈMES **PROJET H2020 MARIE CURIE: MAGISTER**

En 2018 a eu lieu le lancement du projet Magister (Machine learning for Advanced Gas turbine Injection SysTems to Enhance combustoR performance), coordonné par l'Université de Twente (Pays-Bas). Le projet est une collaboration entre 11 institutions, dont General Electric, Safran, le Cerfacs et TU Munich. Le CAS MINES ParisTech, représenté dans le projet par Florent Di Meglio, encadre deux thèses, dont une co-encadrée par Ansys France. Le but de projet est, d'une part, de créer des dispositifs expérimentaux recréant les instabilités thermoacoustiques observées dans les turbines à gaz et, d'autre part, d'utiliser les données expérimentales pour développer des modèles capables de prévoir

ou détecter ces instabilités, d'en estimer les caractéristiques et, éventuellement, de les supprimer par feedback et contrôle actif.

> Contact: Nicolas Petit



INTELLIGENCE ARTFICIELLE (IA) CENTRÉE SUR L'HUMAIN **COLLABORATION HOMMES-ROBOT - PRÉSERVER LES SAVOIR-FAIRE**

Le Centre de robotique est impliqué dans deux projets européens H2020. Collaborate est un projet RIA (Research & Innovation Actions), qui s'inscrit dans le cadre de « l'Usine du futur » et vise la collaboration homme-robot dans un milieu purement « manufacturing ». La contribution du Centre porte sur la conception de nouveaux algorithmes pour la capture du mouvement humain et la reconnaissance de gestes et intentions (y compris des éléments/objets de la scène) pour la collaboration homme-robot, les AGV autonomes et l'ergonomie des opérateurs.

Mingei est un projet IA (Innovation Actions), qui s'inscrit dans le cadre de la transformation digitale et vise la préservation, la représentation et la transmission des connaissances motrices humaines dans le cadre des industries culturelles et créatives. La contribution du Centre s'inscrit dans la continuité des algorithmes développés dans le précédent projet européen (FP7) i-Treasures, et vise leur maturation en termes de TRL, pour qu'ils soient déployés et utilisés par un grand nombre de personnes.

A. de La Fortelle, F. Moutarde, Sotiris Manitsaris



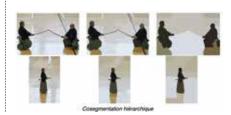
MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE LA PUISSANCE DESCRIPTIVE DES HIÉRARCHIES

Dans sa thèse intitulée Image Characterization by Morphological Hierarchical Representations, Amin Fehri a démontré la capacité des hiérarchies à structurer le contenu des images.

Les applications sont nombreuses et variées.

- Applications médicales ou de contrôle industriel : les images à traiter se ressemblent beaucoup, étant acquises par le même capteur et représentant le même type d'objets. Dans ce cas on peut chercher, par apprentissage, une hiérarchie qui favoriserait au maximum la détection ou la segmentation des objets d'intérêt.
- Indexation d'images: les outils développés permettent de calculer une "signature" à partir d'une hiérarchie ou de niveaux d'échelle d'une image. Cette signature permettrait de rechercher sur une base de données d'autres images qui se ressemblent. Les deux lignes de la figure suivante représentent des niveaux de hiérarchies de deux scènes différentes avec la même signature.

> Contacts: Étienne Decencière



EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTÉ

MINES ParisTech est l'une premières écoles d'ingénieurs à avoir développé une activité de recherche et de formation en sciences économiques et sociales et en management. Des figures renommées telles que Maurice Allais, prix Nobel d'économie, ou encore Michel Callon et Madeleine Akrich, lauréats de la médaille d'argent du CNRS, sont issues du département Économie, management et société (EMS). Ses équipes sont reconnues au plan international pour leurs recherches en sociologie de l'innovation, sciences de la gestion et de la conception, sciences des risques et économie industrielle.



4 CENTRES DE RECHERCHE

■ CENTRE D'ÉCONOMIE INDUSTRIELLE (Cerna MINES ParisTech)

Le Cerna est le laboratoire d'économie industrielle de MINES ParisTech. Fondé en 1978, ses activités portent sur les dynamiques industrielles et la propriété intellectuelle, l'énergie et le changement climatique, le développement durable, les politiques industrielles et la politique de l'innovation.

■ CENTRE DE GESTION SCIENTIFIQUE (CGS MINES ParisTech)

Le CGS est le laboratoire de recherche en gestion de MINES ParisTech. Fondé en 1967, il se caractérise par une double culture de la modélisation et de l'organisation. Ses travaux portent sur trois grands domaines : activités de conception et logistique ; transformation des métiers et santé au travail ; changements institutionnels et gouvernances des entreprises innovantes.

■ CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES

(CRC MINES ParisTech)

Le CRC est le laboratoire de recherche sur les risques et les crises de MINES ParisTech. Fondé en 2008, il a pour mission de contribuer à la formalisation des savoirs dans le domaine de la prévention des risques. À vocation interdisciplinaire, le CRC rassemble des chercheurs venant du droit, de l'ergonomie, de la géographie, de la gestion, de la sociologie, de la psychologie et des sciences de l'ingénieur.

■ CENTRE DE SOCIOLOGIE DE L'INNOVATION (CSI MINES ParisTech)

Le CSI est le laboratoire de sociologie de MINES ParisTech, spécialisé dans l'analyse du développement et du rôle des sciences et techniques dans la société. Fondé en 1967, il est à l'origine de la sociologie de la traduction (ou *Actor Network Theory*). Ses recherches, au carrefour entre *Science and Technology Studies*, sociologie, économie et science politique, sont développées autour de trois grands ensembles de questions: la fabrique de l'économie, les formats de la démocratie technique et la constitution des individus et des collectifs.





SPÉCIALITÉS DOCTORALES

■ Économie et finance

· Responsable : Pierre Fleckinger

■ Sciences de gestion

· Responsable : Blanche Segrestin

Socio-économie de l'innovation

Responsable : Fabian Muniesa

■ Sciences et génie des activités à risques

· Responsable : Eric Rigaud

FORMATIONS DE NIVEAU MASTER (DNM) MASTERS NATIONAUX (MN)

■ Mn_EDDEE : Économie du développement durable de l'économie de l'environnement

· Responsable : Matthieu Glachant

■Mn_GD0 : Gestion et dynamique des organisations

· Responsable : Jean-Claude Sardas

■ Mn_MOPP : Management et organisations des politiques publiques

· Responsable : Frédéric Kletz

■ Mn_MODO : Modèle, optimisation, décision, organisation

· Responsable : Michel Nakhla

■ Mn_MTI : Management de la technologie et de

Responsable : Sophie Hooge

FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

■ MS_ MRI : Management des risques industriels

• Responsable : Wim Van Wassenhove

FORMATION CONTINUE

■ BADGE ADEMA : Management associatif

· Responsable : Vololona Rabeharisoa

■ BADGE MA-HOS : Management hospitalier

• Responsable : Frédéric Kletz

CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

■ Chaire Théorie et méthodes de la conception innovante

· Responsables: Armand Hatchuel, Benoit Weil, Pascal Le Masson, Blanche Segrestin

■ Chaire Économie des médias et des marques

■ Chaire Eau pour tous

• Responsable : Michel Nakhla

Chaire Futurs de l'industrie et du travail : formation, innovation, territoire (FIT2)

• Responsable : Thierry Weil

■ Chaire Économie du gaz naturel

Responsable : François Lévêque

■ Chaire Mines urbaines

Responsable : Franck Aggeri

Chaire Théorie de l'entreprise - Modèles de gouvernance et création collective

· Responsable : Blanche Segrestin

■ Chaire Économie industrielle des émergences africaines

• Responsable : Pierre-Noël Giraud

Deux questions à

ALEXANDRE MALLARD

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTE (EMS)

QUELLES ONT ÉTÉ LES PRINCIPALES RÉALISATIONS DU DÉPARTEMENT EN 2018?

Alexandre Mallard: En 2018. l'intervention des acteurs qui sont parties prenantes de l'innovation a été au centre d'activités de recherche et de communication scientifique du Département. Dans l'ouvrage Innovation et participation (Presses des Mines), les chercheurs de l'Institut interdisciplinaire de l'innovation (i3, dont sont membres le CERNA, le CGS et le CSI) interrogent les logiques collectives de « co-création », « d'innovation ouverte » et « d'innovation responsable ». Le projet FiTeGe (Fichiers et Témoins Génétiques) a organisé une conférence publique sur les enjeux sociaux de la mise en œuvre des fichiers génétiques dans le cadre de procédures judiciaires, accueillant des personnels de la police technique et scientifique, juristes, journalistes, militants pour les droits de l'homme et chercheurs en sciences sociales. Les études en cours sur l'engagement des collectivités locales dans l'innovation en matière de véhicule autonome ont fourni leurs premiers résultats.

L'équipe du CRC s'est renforcée, avec le recrutement du Professeur Enrico Zio, anciennement en poste à Centrale Supélec, pour créer et animer une équipe de recherche dans le domaine de la fiabilité et de la sécurité des installations industrielles à hauts risques. Le CGS est toujours particulièrement impliqué dans la recherche au niveau européen, avec deux projets en cours en logistique (SENSE et CLUSTERS 2.0) et un nouveau projet majeur, EuroGEOSS Showcases (Shaping the future of Earth Observations activities in Europe - Applications powered by Europe), dans lequel le CGS est responsable d'un lot. Enfin, signalons une anecdote emblématique de la diffusion des recherches du Département au-delà des communautés académiques : le sujet du baccalauréat STMG en économie contenait deux articles sur les emplois exposés à la concurrence internationale, écrits par Philippe Frocrain, doctorant du CERNA ayant soutenu sa thèse en novembre 2018!

■ QUELS SONT LES PROJETS ET AMBITIONS DU DÉPARTEMENT POUR 2019?

A.M.: Avec la refonte de l'enseignement du cycle Ingénieurs civils, 2019 sera une année d'intense ingénierie pédagogique pour les enseignants-chercheurs du Département. Un certain nombre de transformations et d'innovations pédagogiques sont déjà clairement identifiées : intégrer plus avant les problématiques du développement durable aux enseignements de sciences sociales ; renforcer l'initiation à l'entrepreneuriat ; reconfigurer les formations à l'économie et à la gestion pour mieux appréhender les évolutions des organisations, des marchés et les impacts de la transformation numérique. De nombreuses autres évolutions dans les enseignements sont à venir, qui seront définies en lien avec les parties prenantes (direction de l'enseignement, élèves, alumni, contacts dans les entreprises et la recherche).

Sur le plan de la recherche, deux événements importants concernant les évolutions des chaires pilotées par le CGS sont à noter : tout d'abord le démarrage du 3° cycle de la Chaire TMCI, lancée il y a dix ans maintenant, avec une dizaine de partenaires industriels; ensuite, la chaire Mines urbaines, portée par Éco-Systèmes, se verra également renouvelée et renforcée (en collaboration avec Arts et Métiers et Chimie Paris). Par ailleurs, le CRC développera une nouvelle collaboration de recherche partenariale avec la R&D de Total EP (Exploration Production, à Pau) dans le cadre du projet TADI (Transverse Anomaly Detection Infrastructure). Son but est d'évaluer les impacts de la transformation digitale des activités industrielles dans le domaine de la sécurité et de la sûreté. Le projet repose sur le couplage entre un théâtre industriel «réel» (2000 m² équipés de dispositifs de production instrumentés et reliés à un Data Lake) et son jumeau numérique qui permet l'extension «virtuelle» du théâtre. TADI vise à l'évaluation et la qualification des matériels et des personnels selon une approche émulateur/simulateur. Le jumeau numérique intègre des données capitalisées/simulées de métrologie, une modélisation physique et numérique des phénomènes de fuite et de dispersion atmosphérique de polluants, ainsi qu'une intelligence artificielle couplée à un Serious game à fin de formation des personnels des futures salles de contrôle commande. Enfin, sur un plan institutionnel, l'année verra la mise en place de la nouvelle école doctorale SDOSE (Sciences de la Décision, des Organisations, de la Société et de l'Échange), au sein de laquelle le CERNA, le CGS et le CSI seront amenés à collaborer avec leurs partenaires de l'Université Paris-Dauphine, dans le cadre de PSL.

PROJETS PHARE

FUTURS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL UNE NOUVELLE CHAIRE INDUSTRIELLE

Aujourd'hui, beaucoup d'entreprises ne trouvent pas les compétences dont elles ont besoin, tandis que de nombreux actifs cherchent en vain des entreprises où ils aimeraient travailler. Des savoirfaire disparaissent, des territoires s'étiolent, la cohésion et la prospérité de notre société sont menacées. L'organisation du travail et notre système de formation doivent impérativement s'adapter aux enjeux de la transformation numérique, de la mondialisation des chaînes de valeur, de la préservation de l'environnement et des évolutions sociétales.

Pour réfléchir aux objectifs et aux moyens de cette mutation, le Centre d'économie industrielle (Cerna MINES ParisTech) a créé la chaire « Futurs de l'industrie et du travail : formation, innovation, territoires » (FIT²).

Des entreprises industrielles comme le Groupe Mäder, des cabinets de conseil spécialisés dans l'accompagnement de la transformation des entreprises comme Kea Partners, Theano Advisors et FaberNovel et le laboratoire d'idées La Fabrique de l'industrie ont soutenu le démarrage de la chaire, dont l'animation est assurée par Thierry Weil, responsable du groupe MIDI (Management de l'innovation et dynamiques industrielles). D'autres sponsors les rejoindront en 2019.

Dès 2018, la chaire a publié deux ouvrages: L'Indus'trip, de Dimitri Pleplé, journal d'un tour de France à vélo d'un jeune ingénieur parti visiter une trentaine de sites industriels, et Tempêtes sur les représentations du travail, de Laurence Decréau, une analyse historique de la construction, en France, de représentations dévalorisantes du travail de production. Elle a organisé un colloque d'une semaine à Cerisy sur Le travail en mouvement, dont les actes ont été publiés en avril 2019.

De nouvelles études en 2019

En 2019, la chaire poursuit deux grandes études. La première porte sur la gestion des compétences et l'organisation du travail dans les entreprises qui intègrent les technologies du futur. Pour tirer parti des nouvelles technologies, les entreprises investissent dans la formation et associent les salariés aux réflexions sur les adaptations souhaitables de l'organisation et sur le choix des équipements. Au design de leur offre associant les utilisateurs et tirant partie de leur expérience, elles ajoutent un design du travail associant ceux qui fabriquent le produit ou fournissent le service. La seconde étude est une enquête approfondie sur les entreprises qui permettent à leurs salariés de développer leur l'autonomie. Elle met en évidence une grande diversité de pratiques, le simplisme de certaines prescriptions sur les entreprises libérées mais aussi les bénéfices d'une telle démarche collective, lorsqu'elle est menée avec humilité, persévérance et pragmatisme.

La chaire s'associe par ailleurs à la création de l'Observatoire des territoires d'industrie, afin de se pencher sur les moyens de favoriser le développement de l'industrie en s'appuyant sur les caractéristiques et les ressources spécifiques de chaque territoire. Elle bénéficie de la capacité de La Fabrique de l'industrie à diffuser et mettre en débat les travaux issus de projets communs.

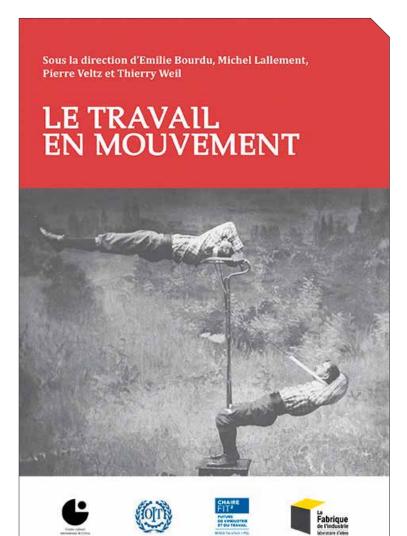
> Contact: Thierry Weil







www.mines-paristech.fr/WebTV/





CO-CRÉATION LES ENJEUX DU « PASSAGE À L'ÉCHELLE »

Dans des domaines comme l'énergie, la mobilité ou l'usage des données, de nombreuses innovations sont aujourd'hui développées en partenariat entre des acteurs publics et privés, des experts et des amateurs, des grandes entreprises et des startups. Le terme « co-création » est fréquemment utilisé pour qualifier ces partenariats, qui prennent souvent la forme de test beds, de living labs ou d'expérimentations. Quelles sont les conséquences de la « co-création » ? Comment la réplication et le passage à l'échelle de la co-création peuvent-ils être envisagés ? Le projet européen SCALINGS (Scaling up Co-creation) a débuté en 2017 et examine ces questions. Coordonné par l'Université Technique de Munich, le projet SCALINGS rassemble dix partenaires européens, dont MINES ParisTech. Il analyse les pratiques de co-création dans trois domaines : la robotique, l'énergie pour les applications urbaines, le véhicule autonome. L'équipe du CSI impliquée dans le projet examine, en particulier, des expérimentations de technologies robotiques pour des applications médicales,

ainsi que des tests de véhicules autonomes, menés à Rouen et à Toulouse. Dans ces deux cas, la réplication des tests singuliers n'a rien d'évident, et le passage à l'échelle se révèle problématique. Les premiers résultats du projet invitent à repenser l'expérimentation dans les processus d'innovation : plutôt que des prototypes bien délimités, ce sont des relations entre des acteurs, des objets et des territoires qui sont testées.

Contact: **Brice Laurent**



K.Levillain, B. Segrestin et A. Hatchuel, chercheurs au CGS MINES

SOCIÉTÉS À MISSION L'ARTICLE 61 DE LA LOI PACTE REPREND LES TRAVAUX **DE LA CHAIRE THÉORIE DE L'ENTREPRISE**

En octobre 2018, l'Assemblée nationale a voté, avec la loi PACTE, la création dans le droit français d'un statut de société à mission. Ce statut permet d'ajouter des finalités d'ordre social ou environnemental aux buts lucratifs traditionnels des sociétés commerciales. Il a été directement inspiré par les travaux de la chaire «Théorie de l'entreprise. Modèles de gouvernance & création collective », en partenariat avec Le Collège des Bernardins. Cette innovation législative, qui devrait être confirmée par le vote du Sénat au printemps prochain, est un signe de reconnaissance des travaux menés au département EMS. Elle appelle aussi à suivre le développement des entreprises à mission et à concevoir les outils pour assurer leur soutenabilité.

Quelles sont les entreprises qui s'en saisiront? Et comment sera-t-elle mise en pratique? Comment évaluer ses effets, notamment juridiques? Quels sont les méthodologies et les outils adaptés aux enjeux des entreprises

La Chaire a donc lancé, avec le soutien de l'ANR, un programme de recherche ambitieux sur ces questions. Ce programme est mené en collaboration avec la Communauté des entreprises à mission, créée par des chefs d'entreprises engagés dans le développement du statut. Il a permis l'organisation d'une grande conférence-débat à l'École, le 20 décembre 2018, clôturée par Antoine Foucher. directeur de Cabinet de la ministre du Travail.

Contact: chaire-te@mines-paristech.fr

LEÇONS DE FUKUSHIMA **COMMENT FAIRE FACE À UN ACCIDENT TECHNOLOGIQUE MAJEUR?**

Franck Guarnieri et Sébastien Travadel du Centre de recherche sur les risques et les crises (CRC MINES ParisTech) ont publié, en mars 2018, l'ouvrage Un récit de Fukushima : le directeur parle, aux Presses Universitaires de France (PUF).

Le 11 mars 2011, le plus violent séisme jamais mesuré au Japon secoue les fonds marins situés à 130 km au large de la côte est de l'archipel. Moins d'une heure plus tard, la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi est frappée par une série de vagues qui noient tous les systèmes de contrôlecommande du site. Certains réacteurs se sont arrêtés automatiquement, mais ils ne sont plus refroidis. Ce livre est le récit commenté du directeur de la centrale, Masao Yoshida. En quatre jours, les équipes dont il a la responsabilité doivent réaliser une tâche jamais effectuée auparavant : stabiliser l'état de plusieurs réacteurs avec des installations rendues inutilisables. Au fil de plusieurs dizaines d'heures d'entretiens menés par des enquêteurs qui jamais ne jugent, Yoshida raconte l'histoire, celle de ses équipes. C'est un récit à la première personne qui livre, de l'intérieur, des éléments sur l'extrême difficulté de la tâche, les pressions subies, les solutions qu'il a fallu inventer dans un milieu fortement radioactif et l'immense courage des opérateurs de terrain. Ce livre complète le dialogue de Yoshida avec les enquêteurs par des apports philosophiques et anthropologiques. En s'appuyant notamment sur les travaux de Castoriadis, Dupuy et Ricœur, les auteurs éclairent sur la relation qu'entretiennent les humains à la technologie et sur la place qu'occupe l'événement de Fukushima dans l'imaginaire des catastrophes possibles.

Contact: Franck Guarnieri



Guarnieri, F. & Travadel, S. (2018). Un récit de Fukushima. Le directeur parle. Paris. PUF (Presses Universitaires de France)

SOMMAIRE

p.34 ENTRETIEN AVEC JÉRÔ<u>ME ADNOT</u>

p.36 CYCLE INGÉNIEURS CIVILS

p.38 MASTÈRES SPÉCIALISÉS

p.39FORMATION CONTINUE

p.40 DOCTORAT

p.41 CORPS DES MINES

ACCOMPAGNER L'INGÉNIEUR ET LE CHERCHEUR DU FUTUR



QUESTIONS À : **JÉRÔME ADNOT** DIRECTEUR DE L'ENSEIGNEMENT

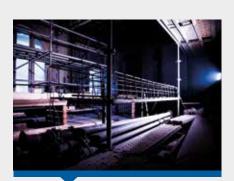
POURQUOI ET COMMENT RÉFORMER LE CYCLE INGÉNIEURS CIVILS ?

JÉROME ADNOT.: MINES ParisTech a formé, forme et formera des ingénieurs de très haut niveau, capables de résoudre des problèmes complexes dans des champs de compétence variés. Quel que soit leur choix professionnel, ils doivent répondre aux grands défis technologiques et sociétaux de leur époque. Or, le monde a changé.

L'École dispense depuis toujours des bases scientifiques, techniques et humaines. Il lui faut préparer les quelque 200 ingénieurs qu'elle diplôme chaque année à porter les valeurs de l'entrepreneuriat, à devenir les promoteurs d'un développement plus durable, écologique et sociétal, porteur de sens, et à être des acteurs de la transformation numérique, en France et à l'international.

Nous proposerons donc, à la rentrée 2019, une nouvelle maquette de notre cursus ingénieurs, comme prévu dans la stratégie 2017. Cette nouvelle maquette s'appuie sur les contributions de nos alumni et de nos enseignants-chercheurs, en prise constante avec le monde de l'entreprise et les grandes questions sociétales. Nous sollicitons également celles de nos élèves, que nous voulons rendre véritablement acteurs de leur formation, et de nos partenaires dans le monde de la recherche, de l'entreprise et dans le monde académique, via l'Université PSL.

FOCUS



QUELS FAITS RETIENDRA-T-ON DE L'ANNÉE 2018?

J. A.: Les effectifs étudiants croissent de manière très importante, rapporté au périmètre de l'École. Cette croissance est conforme aux objectifs stratégiques, pour les cycles ingénieurs, et inférieure aux prévisions pour les autres cycles que nous gérons en propre (Mastères spécialisés et Doctorat). Des mesures correctives (visant notamment à accroître la part de l'alternance dans les Mastères spécialisés) ont été prises, en 2017 et 2018.

2018 est, par ailleurs, l'année de l'écriture de la nouvelle maquette du cycle des ingénieurs civils qui sera mise en œuvre à la rentrée prochaine. Son volet sophipolitain, significatif, a été lancé en 2018 et contribuera à la croissance des effectifs des cycles ingénieurs.

Le nombre d'élèves ingénieurs, d'étudiants inscrits en Master et Mastère spécialisé et de doctorants a atteint 1396, fin 2018, contre 1377, en fin 2017, avec de bons recrutements sur le Concours commun Mines-Ponts et à l'international : 196 Ingénieurs généralistes et 28 Ingénieurs de spécialité en Énergie ont été recrutés. Le rang médian des admis progresse, signe d'une plus grande attractivité. Notons également que la promotion entrée en 2018 sur concours commun comporte 30 % de jeunes filles, chiffre exceptionnel pour cette voie d'accès. Par ailleurs, 61 % d'étudiants ayant été reçus aux concours d'entrée à CentraleSupélec et à MINES ParisTech (Concours Mines-Ponts) ont choisi d'intégrer MINES ParisTech.

Le chiffre élevé de 244 étudiants, dont 41 % de femmes, recrutés en Mastère spécialisé a été maintenu. Deux nouveaux Mastères spécialisés, « Al Move » (intelligence artificielle) et « Deep Tech Entrepreneur » (entrepreneuriat), ont ouvert en 2018. En Doctorat, 118 étudiants ont été recrutés, ce qui représente une augmentation significative par rapport à 2017 (99).

QUELS SONT LES GRANDS PROJETS POUR 2019?

J. A. : Un grand virage pédagogique : la mise en œuvre de la nouvelle maquette du diplôme d'ingénieur généraliste pour les élèves entrant en première année, en septembre 2019. Les élèves entrés sous l'ancienne maquette bénéficieront de cette dernière jusqu'à leur diplomation.

Un virage stratégique: les doubles diplômes sortants. Traditionnellement ouverte aux étudiants internationaux (35 % d'étudiants internationaux, toutes formations confondues) et aux stages à l'étranger, l'École a décidé d'aller plus loin. Le Conseil d'administration lui a assigné l'objectif d'obtenir 75 % des ingénieurs civils en année de césure internationale, ou en double diplôme international (à hauteur de 15 % d'une promotion) et d'accompagner ces élèves par 50 heures d'enseignement au moins. Un virage institutionnel: publication des statuts de PSL et adaptation de ceux de l'École. MINES ParisTech a profondément remanié sa carte de diplômes en 2018 et continuera à le faire en 2019 dans le cadre de PSL. L'École, ayant formalisé sa volonté de conserver ses diplômes d'établissement, et en particulier ses diplômes d'ingénieurs et ses mastères spécialisés, ces derniers continueront d'être gérés intégralement par elle. Ces diplômes d'établissement font néanmoins, bien évidemment, partie de l'offre de formation de PSL.

LES ALUMNI SE MOBILISENT POUR LA RÉNOVATION DE L'AMPHI SCHLUMBERGER

L'amphithéâtre rénové comprendra 141 places (contre 115 avant la rénovation). S'y ajouteront 6 places sur une banquette de côté, 5 espaces pour les personnes à mobilité réduite et 5 places pour les professeurs ou conférenciers.

Grâce au soutien de la Fondation Mines ParisTech, les travaux ont commencé en juillet 2018 et seront finis vers juin 2019. Cinq grands mécènes ont particulièrement contribué au projet : la Société Schlumberger, l'Association Alumni Mines ParisTech et trois bienfaiteurs privés. De plus, la communauté des « mines » a été invitée à « adopter un siège » du nouvel amphi. À ce jour, 110 sièges ont été attribués à des donateurs : amis, parents d'élèves, alumni, couples qui se sont rencontrés à l'École et, même, à des promotions, heureuses de pouvoir toujours se réunir dans leur ancienne école.

Inauguration: jeudi 19 septembre 2019.



Visite de chantier par la Fondation Mines ParisTech et Mines ParisTech Alumni.

ILS EN PARLENT ...



L'équipe du MIG^(*) Systèmes embarqués

Notre objectif: permettre au drone d'assurer la vigie d'une zone en continu, grâce à l'énergie solaire »

Film réalisé par des élèves de 1^{re} année. L'équipe a travaillé sur un drone photovoltaïque pour la surveillance des risques incendie.

(*) MIG: période de 3 semaines dédiée à la découverte des Métiers de l'ingénieur généraliste.

http://bit.ly/2DxveJs

RETROUVEZ LES TÉMOIGNAGES DE NOS ÉTUDIANTS EN VIDÉO SUR MINES-PARISTECH.FR



www.mines-paristech.fr/WebTV/

17 options au choix

Élément essentiel de la pédagogie, l'option fournit à chaque élève l'occasion de mobiliser l'ensemble de ses connaissances pour obtenir une solution au problème industriel concret qui lui est posé dans le cadre d'un projet conduit en collaboration avec une entreprise ou un organisme partenaire de MINES ParisTech. L'École propose 17 options au choix.

Mathématiques et mathématiques appliquées

Géostatistique et probabilités appliquées – Mareva (Automatique, robotique, vision et morphologie mathématique) – Management des systèmes d'information – Ingénierie digitale des systèmes complexes.

Sciences de la matière

Biotechnologies – Génie atomique – Géosciences – Machines et énergie – Procédés et énergie – Sciences et génie des matériaux – Sol et sous-sol.

Sciences économiques et sociales

Affaires publiques et innovation – Économie industrielle – Gestion scientifique – Ingénierie de la conception – Innovation et entrepreneuriat – Système de production et logistique.

CYCLE INGÉNIEURS CIVILS

Le cycle Ingénieurs civils (IC) recrute des élèves issus des classes préparatoires, des universités françaises et étrangères et des grandes écoles d'ingénieur et de commerce (dans le cadre de doubles diplômes)^(*) pour leur offrir une formation d'ingénieur ayant de fortes composantes managériales. Tous les élèves passent au moins 2 ans dans le cycle IC, et jusqu'à 4 ans en cas de césure.

« INGÉNIEUR (E) EN 2022 », UN NOUVEAU MODULE DE DÉCOUVERTE

Pour accompagner la transition de la classe préparatoire ou de l'université vers l'école d'ingénieurs, un nouveau module a été mis en place en début de 1^{re} année du cycle IC. Ce module, intitulé « Ingénieur(e) en 2022 », permet aux élèves fraîchement arrivé (e) s à l'École de découvrir des aspects fondamentaux (mais parfois encore inconnus, pour eux) du métier d'ingénieur comme :

- la sensibilisation à la santé et la sécurité au travail;
- l'entrepreneuriat et l'intrepreneuriat;
- les enjeux du développement durable;
- la communication vidéo et web.

Les élèves ont aussi eu droit à une introduction à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage automatique. Ils ont également pu rencontrer des « anciens » ayant choisi de bifurquer vers des carrières littéraires ou artistiques.

Ce module répond ainsi à la volonté d'aiguiser la curiosité des nouvelles recrues et de leur montrer que tous les choix leur restent ouverts.

UNE APPROCHE « AGILE » POUR LES COURS DE MÉCANIQUE ET DE DYNAMIQUE DES FLUIDES

Le cours 2° année, « Mécanique des Matériaux et des Structure », a lancé en 2018 une nouvelle version, mettant en avant le travail en équipe et les nouvelles méthodes de conception. Tous les élèves de la promotion ont participé, en équipes, au challenge, « Game of Drone », consistant à concevoir le châssis de drone le plus léger et résistant possible.

L'originalité de ce module consiste en une approche de conception «agile», fondée sur le triptyque Expérimentation-Simulation-Fabrication, le tout supporté par des logiciels d'aide au design et des machines de prototypage rapides (imprimantes 3D et découpe laser).

Les élèves ont présenté leurs réalisations lors d'une journée spéciale, avec comparaison des différents drones et démonstration de vol dans le jardin de MINES ParisTech.

Le cours « Dynamique des fluides, Expérimental et Numérique » s'inscrit également dans cet état d'esprit, grâce à l'installation à l'École d'une soufflerie expérimentale. À chaque séance, les élèves conçoivent et simulent des géométries d'ailes d'avion, de véhicules, ou d'autres modèles réduits. Ils les fabriquent ensuite par impression 3D, puis les testent en conditions réelles.



Sous l'œil attentif du professeur Henry Proudhon (au centre) derniers réglages avant le décollage du drone, dans le jardin de l'École

^(*)École polytechnique, Écoles normales supérieures, ESPCI Paris, Agro ParisTech, HEC, ESCP Europe.

DU NOUVEAU DANS LES ENSEIGNEMENTS SPÉCIALISÉS

Blockchain, Deep learning for image analysis, Finance de marché avancé, Extreme value statistics, Nouvelles entreprises et gouvernance responsable, Regional oceanography and of the planetary ocean, Informatique quantique, Théorie des champs, Audelà du modèle standard: au total neuf nouveaux enseignements spécialisés ont été créés en 2018, en 2° et 3° année du cycle Ingénieurs civils. On retrouve dans cette liste des enseignements liés à la transition numérique, aux problèmes climatiques, aux transformations de la société, et également à la physique fondamentale qui se renouvelle et introduit, dès à présent, les élèves aux révolutions de demain.

L'ensemble des cours du cycle Ingénieurs civils et leur descriptif est accessible en ligne à l'adresse suivante:

https://catalogue.mines-paristech.fr



Neuf nouveaux enseignements spécialisés ont été créés en 2018.

29 % de femmes en 1^{re} année du cycle IC

98,5 % en emploi immédiatement après le diplôme

238 stages en PME/ETI

INGÉNIEUR DE SPÉCIALITÉ

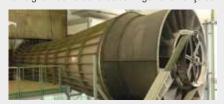
INGÉNIEUR ISUPFERE

Grâce au soutien des branches professionnelles et de ses partenaires universitaires, le cycle d'ingénieur de spécialité en énergétique, ISUPFERE (Institut supérieur Fluides, Énergie, Réseaux, Environnement), en formation continue et en apprentissage, compte aujourd'hui plus 300 ingénieurs acteurs de la transition énergétique.

>en savoir • http://www.isupfere.mines-paristech.fr/

Cette formation met en situation les élèves sur des projets concrets, répondant aux besoins des entreprises. Elle s'appuie notamment sur les activités des centres de recherche de MINES ParisTech. Après la création d'un enseignement sur l'intégration énergétique (méthode du pincement), un TP de mécanique des fluides a été monté pour comprendre les écoulements autour des bâtiments. Celui-ci est issu des recherches de l'École sur l'amélioration de la conception urbaine, en partenariat avec le laboratoire aérodynamique

Eiffel. Les élèves ont ainsi accès à un moyen d'essai témoignant de l'excellence de l'ingénierie française.



Création d'un TP de mécanique des fluides avec la soufflerie Eiffel, en lien étroit avec les activités de recherche du CES MINES Paris Tech.

MASTERS

MINES ParisTech apporte son concours aux diplômes nationaux de master (DNM) avec les universités et les ComUE (Communautés d'universités et établissements).

LES MASTERS INTERNATIONAUX

Les masters internationaux, dits parfois «masters Duby», présentent un cas particulier. Ce sont de vrais DNM, pour lesquels notre École est habilitée sans la tutelle d'une université, mais pour un public limité. Il s'agit de former des étudiants étrangers dans nos spécialités d'ingénierie et de recherche, essentiellement dans les domaines de la mobilité et des énergies.



LES MASTERS EN ASSOCIATION AVEC DES UNIVERSITÉS

En attendant le résultat des efforts de restructuration au sein de PSL, la carte de masters hors PSL comprend :

- Biomatériaux
- Matériaux et procédés
- Systèmes avancés et robotique
- Géophysique
- · Modélisation, optimisation, décision, organisation
- Gestion des Organisations
- Management de l'innovation

LES MASTERS PSL

Il s'agit des masters « Sciences et Génie des matériaux » et « Énergie »

- 3 établissements partenaires: MINES ParisTech, Chimie ParisTech, ESPCI Paris
- Formation à l'innovation par la recherche
- Transdisciplinarité
- Ouverture à l'international
- Partenariats industriels

Nos masters: http://www.mines-paristech.fr/Formation/Masters/Tous-les-masters-en-association/

ILS EN PARLENT ...



Dakar, voyage urbain avec le MS IGE (Ingénierie et gestion de l'environne-

On vient au Sénégal rencontrer des acteurs de l'environnement et du développement durable... »

Le voyage urbain est proposé aux élèves du Mastère spécialisé ingénierie et gestion de l'environnement chaque année. Le cas concret est une ville à l'étranger: en 2018, Dakar, au Sénégal. L'objectif est de permettre aux étudiants de comprendre et d'analyser comment fonctionne la ville et comment les enjeux environnementaux et sociaux du développement urbain sont traités. Entre autres découvertes, la visite du Fab Lac à Kër-Thiossane est un vrai message d'espoir.

http://bit.ly/2ZA0GAg





RETROUVEZ LES TÉMOIGNAGES DE NOS ÉTUDIANTS **EN VIDÉO SUR MINES-PARISTECH.FR**



www.mines-paristech.fr/WebTV/

MASTÈRES SPÉCIALISÉS

DES FORMATIONS POST-MASTER **DIPLÔMANTES**

Permettant d'acquérir une spécialisation ou une double compétence immédiatement opérationnelle en entreprise, les Mastères spécialisés (MS) de MINES ParisTech sont tous conçus par les enseignants-chercheurs de l'École et portés par l'un de ses 18 centres de recherche.

> en savoir http://www.mines-paristech.fr/Formation/Masteres-Specialises/Presentation/

L'ALTERNANCE SÉDUIT LES ÉTUDIANTS ET LES ENTREPRISES

Les Mastères spécialisés attirent de plus en plus d'étudiants en alternance (50 en 2018). Les alternants bénéficient d'un contrat de professionnalisation et leurs frais pédagogiques sont pris en charge par une entreprise. Entreprises et industriels sont également très demandeurs. Résultat: nous continuons à avoir plus d'offres que d'étudiants...



La promo 2018-2019 du MS MRI : 30 alternants sur 32 étudiants



DEUX NOUVELLES FORMATIONS

En 2018, deux nouveaux mastères spécialisés ont été accrédités par la Conférence des grandes écoles. Le MS AlMove, porté par le Caor MINES ParisTech, et le MS DTE, porté par l'IHEIE.

Intelligence artificielle et mouvement dans les industries et la création (MS AIMOVE)

Le Mastère spécialisé AlMove vise à combler l'écart entre la technologie et les arts, entre l'innovation et la créativité. Les objectifs de ce nouveau MS, dont les cours sont dispensés entièrement en anglais, sont de:

- former des experts en ingénierie du mouvement, capables de prendre la responsabilité d'une activité nécessitant la capture du mouvement, l'apprentissage artificiel et l'interaction par le geste;
- former des chefs de projet capables de concevoir, de réaliser et d'exploiter des systèmes interactifs ou des espaces de travail intelligents, en mettant en valeur les capacités sensori-motrices et cognitives de l'utilisateur par une connaissance globale du secteur d'activité et de la technologie de veille.



Second Life - DeepTech Entrepreneur(MS DTE)

L'objectif de ce programme est de permettre aux diplômés de devenir des "entrepreneurs" ou des "intrapreneneurs" dans le secteur des hautes technologies en France, en Europe et dans le reste du monde.



FORMATION CONTINUE

MINES ParisTech propose à des professionnels de tous âges, de tous niveaux universitaires et de toutes expériences une large gamme de formations diplômantes ou qualifiantes, dans 5 grands domaines : Sciences de la terre et de l'environnement, Énergétique et procédés, Mécanique et matériaux, Mathématiques et systèmes et Économie, management et société.

EXECUTIVE MS

Les Mastères spécialisés (MS), créés par la Conférence des grandes écoles, permettent d'acquérir une spécialisation. MINES ParisTech propose une quinzaine de cycles diplômants, ouverts en totalité, ou par modules, à la formation continue. Certains—les Executive MS—ont un planning plus adapté à la formation continue.

FORMATION CONTINUE QUALIFIANTE

Des programmes courts, en immersion dans les enseignements de MINES ParisTech, s'adressent aux salariés, pour répondre à leurs besoins de formation dans les domaines suivants :

- Ressources naturelles
- Environnement & développement durable
- Énergétique & procédés
- Mécanique & matériaux
- Informatique & systèmes d'information

MINES Paris Tech offre la possibilité de se perfectionner au sein de ses centres de recherche et propose aux cadres des entreprises et des services publics des stages de formation aux technologies de pointe, dans de nombreux domaines. 2018 a vu le lancement d'une réflexion sur le développement d'une formation professionnelle pour des cadres dirigeants, du public comme du privé.

executive-professional-education@mines-paristech.fr

BADGE

Pour s'adapter au mieux aux besoins des entreprises et des individus, les « Badges » certifient les compétences acquises. Le Badge (Bilan d'aptitude délivré par les grandes écoles) est un label de la Conférence des grandes écoles. Actuellement, trois « Badge » sont proposés par MINES ParisTech. badge@mines-paristech.fr

LE BADGE RÉGULATION DE L'ÉNERGIE (RDE) CONFIRME SON ATTRACTIVITÉ

Avec 20 élèves en 2018-2019 (17 élèves en 2017-2018 et 10 élèves en 2016-2017), l'effectif du BADGE RDE continue sa progression.

Cette formation répond à des besoins exprimés par des régulateurs du secteur de l'énergie en Afrique, des gestionnaires de réseau, et des distributeurs d'énergie.

Ce BADGE bénéficie d'un partenariat privilégié avec la Commission de régulation de l'énergie en France (CRE) et l'Autorité nationale de régulation du secteur de l'électricité en Côte-d'Ivoire (Anaré-CI). Dans la promotion 2018-2019, deux nouveaux pays (Île Maurice et Tchad) rejoignent le groupe de ceux qui font confiance au BADGE RDE pour la formation de leurs cadres à la réglementation du secteur de l'énergie.



L'IHEIE

L'institut des hautes études pour l'innovation et l'entrepreneuriat (IHEIE) forme les leaders de l'innovation et de l'entrepreneuriat

> en savoir 🔾 iheie.fr/

L'institut des hautes études pour l'innovation et l'entrepreneuriat (IHEIE) ambitionne de devenir le lieu en Europe où des responsables issus de tous horizons professionnels, quelle que soit leur culture, peuvent venir se former afin d'intégrer l'ensemble des dimensions du développement des sciences et de l'innovation.

L'IHEIE soutient la création d'une communauté dynamique de hauts dirigeants, de cadres civils, de chercheurs et d'entrepreneurs pour stimuler le dialogue sur l'innovation dans la société.

«LONG LIFE LEARNING»

L'institut propose des formations uniques permettant de répondre au challenge du *Long Life Learning* grâce à des formats et des pédagogies innovants :

- un cycle international, véritable plateforme d'échange d'expérience et d'expertise avec des acteurs variés internationaux, organisé sous la forme de séminaires, en France et à l'international;
- un Mastère spécialisé, *Second Life DeepTech Entrepreneur*, pour rapprocher les mondes de la recherche et de l'entrepreneuriat, en dispensant une formation de

haut rang, tout en permettant à des professionnels de plus de 20 ans d'expérience de démarrer une seconde vie d'entrepreneur dans les *DeepTech (cf p.38)*;

- des certifications exécutives :
 - Intelligence Artificielle (CIA):
 - Digital Native (CDN).
- des séminaires exclusifs thématiques (IA, Blockchain...).

> Contact: Igor Vujic

ILS EN PARLENT ...



Yang Zhang, Docteur PSL MINES ParisTech

Si vous me demandez ce que j'ai appris durant ma thèse, je vais vous dire que, bien sûr, j'ai appris à faire de la recherche, mais je vais aussi vous dire que j'ai appris à valoriser le travail des autres, à partager les richesses de la vie et à devenir un vrai aventurier en Science et dans la vie quotidienne! ».

Yang Zhang a effectué sa thèse au Centre des matériaux MINES ParisTech sur l'Étude des conséquences mécaniques de la transformation de phase dans les réfractaires électrofondus à très haute teneur en zircone.

Découvrez son témoignage lors de la 1^{re} cérémonie des docteurs PSL

http://bit.ly/2VIKByT





RETROUVEZ
LES TÉMOIGNAGES DE NOS ÉTUDIANTS
EN VIDÉO SUR
MINES-PARISTECH.FR



www.mines-paristech.fr/WebTV/

DOCTORAT

MINES ParisTech dispense une formation alliant Science et Entreprise. Pendant les trois années de recherche, le doctorat préparé à MINES ParisTech, en partenariat avec les entreprises, constitue une véritable expérience professionnelle et permet au doctorant, non seulement d'acquérir des compétences scientifiques dans des domaines multidisciplinaires, mais aussi de développer sa connaissance du monde socio-économique.

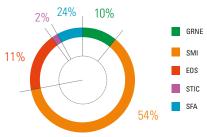
> en savoir • http://www.mines-paristech.fr/Formation/Doctorat/Accueil/

Les centres de recherche de MINES Paris-Tech sont rattachés à 5 Écoles doctorales co-accréditées par l'université PSL:

- Économie, Organisations, Société (EOS n° 396)
- Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement (GRNE n° 398)
- Ingénierie des Systèmes, Matériaux, Mécanique, Énergétique (ISMME n° 621)
- Sciences Fondamentales et Appliquées (SFA n° 364)
- Sciences et Technologie de l'Information et de la Communication (STIC n° 84)

DOCTEURS: PROMOTION 2018

95 nouveaux docteurs ont reçu un diplôme de l'Université PSL préparé à MINES ParisTech. Parmi ces diplômés, 29 % sont des femmes et 38 % sont de nationalité étrangère.



Répartition des étudiants dans les écoles doctorales.

1RE CÉRÉMONIE DES DOCTEURS PSL

La première cérémonie en l'honneur des docteurs PSL, diplômés en 2017, s'est déroulée le 6 juillet 2018, dans les locaux de l'Université Paris-Dauphine. Parmi ces docteurs, 87 ont préparé leur doctorat à MINES ParisTech, soit 22% des diplômés PSL. Les docteurs, ainsi que leurs familles et leurs amis, sont venus en nombre pour célébrer et partager ce moment de consécration et de réjouissance. Cet événement solennel et festif à la fois s'est déroulé sous l'œil bienveillant du parrain de cette promotion, Claude Cohen-Tannoudji, physicien et prix Nobel de physique, et en présence du Président de PSL, Alain Fuchs, et des directeurs et/ou représentants des établissements.

15 spécialités doctorales :

- Bio-informatique
- Contrôle, optimisation, prospective
- Économie
- Énergétique et procédés
- Informatique temps réel, robotique, automatique
- Géosciences et géo-ingénierie
- Géostatistique et probabilités appliquées
- Mathématique et automatique
- Mécanique
- Mécanique numérique et matériaux
- Morphologie mathématique
- · Sciences de gestion
- Sciences et génie des activités à risques
- Sciences et génie des matériaux
- Sciences, technologies, sociétés

NOUVELLE ÉCOLE DOCTORALE: INGÉNIERIE DES SYSTÈMES, MATÉRIAUX, MÉCANIQUE, ÉNERGÉTIQUE

MINES ParisTech a activement œuvré pour la création et l'ouverture, dès la rentrée 2018, de l'École doctorale «Ingénierie des Systèmes, Matériaux, Mécanique, Énergétique» (ED 621 ISMME). Cette École doctorale porte au sein de PSL les couleurs de l'Ingénierie et sera une brique essentielle du futur programme gradué ISAI de notre ComUE.

L'ED 621 ISMME rassemble les doctorants de nos équipes de recherche précédemment rattachées à l'ED SMI, soit un peu plus de la moitié des doctorants préparant leur thèse à MINES ParisTech, ainsi que les doctorants des équipes de recherche « Métallurgie Spéciale » et « Procédés, Plasma et Microsystème » de Chimie ParisTech. Elle s'est structurée en 3 axes thématiques : Matériaux et Mécanique, Énergétique et Procédés, Mathématiques et Systèmes. L'ED ISMME s'attachera à offrir à ses étudiants, équipes de recherche et enseignants-chercheurs le cadre propice au développement d'une formation doctorale de haut niveau.



CORPS DES MINES

La formation du Corps des mines a pour vocation de mettre à la disposition de l'État des ingénieurs formés à la conception et à la mise en œuvre des politiques publiques, dans les domaines de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies. Le cursus, organisé par MINES ParisTech et Télécom ParisTech, est centré sur la connaissance des entreprises et leur lien avec l'État.

DEUX ANNÉES DÉDIÉES AUX EXPÉRIENCES DE TERRAIN

Cette formation offre deux expériences en entreprise de près d'un an chacune. Objectif: comprendre, en la vivant, la réalité de l'entreprise. Une 1[™] expérience de 10 mois se tient le plus souvent en France, de préférence dans des activités opérationnelles. Akuo Energy, FNAC-Darty, Air France, Engie, Total, Gecina, L'Oréal, Carrefour...: grands groupes et PME de tous

secteurs ont accueilli les élèves en 2018. La 2º période a lieu à l'étranger, souvent dans des fonctions de stratégie, ventes et marketing ou finances. Elle permet l'immersion dans une autre culture. Les expériences dans les pays lointains sont encouragées (en 2018, Canada, Chili, Chine, Égypte, États-Unis, Hong Kong, Inde, Japon, Sénégal, Singapour...).

SCIENCES ET TECHNIQUES

Les ingénieurs sont recrutés sur la base de leur excellence académique. Mais ce socle scientifique solide doit être complété en faisant le lien entre les disciplines abstraites qu'ils maîtrisent et leur application concrète. Au cours des deux premières années, 12 semaines sont consacrées à des enseignements techniques : énergie,

logistique, matériaux, sécurité numérique, ingénierie digitale et internet des objets étaient proposés en 2018. En complément, les élèves sont invités à réfléchir aux liens entre technique, société et politique, avec l'appui du Centre de sociologie de l'innovation (CSI MINES ParisTech).

UNE FORMATION SUR MESURE OUVERTE AU DOCTORAT

Un aménagement de la scolarité est permis pour les élèves qui souhaitent préparer un doctorat. En 2018, un élève a choisi de démarrer un doctorat en bio-mécanique. Par ailleurs, trois élèves ont choisi de

préparer un doctorat en économie ou gestion, encadré par des professeurs de MINES ParisTech ou Télécom ParisTech, démarré dès la première année selon une nouvelle modalité expérimentale.

UNE TROISIÈME ANNÉE D'OUVERTURE

La 3º année est consacrée à l'acquisition des compétences de gestion et de compréhension du monde économique et de l'administration, nécessaires à l'exercice des premières responsabilités. Pour la première fois en 2018, les ingénieurs-élèves ont réalisé une *learning expedition* dans la *Silicon Valley* sur l'intelligence artificielle, qui a donné lieu à l'élaboration d'une note communiquée au ministre de l'économie. En 2018, l'ensemble du cycle Économie a été revu, sous l'égide du Centre d'économie industrielle (Cerna MINES ParisTech).

Un accent particulier est mis sur le développement personnel : communication, négociation, connaissance de soi et intelligence émotionnelle.

Les élèves sont également accompagnés individuellement dans la maturation de leurs projets professionnels.

La 3º année est aussi l'occasion d'un mémoire de fin d'étude sur un sujet de politiques publiques, d'économie, ou intéressant l'entreprise. En juin 2018, une soirée dédiée, ouverte aux anciens élèves et personnels de l'École, a permis aux élèves de défendre leurs travaux, sous forme de « pitchs », face à l'ancien ministre Christophe Sirugue. Des sujets comme la transformation numérique des grands groupes, les industries du bio, la right-tech ou le profil-type du dirigeant ont conduit à des travaux passionnants dont certains ont été publiés aux *Presses des Mines*.

DE GRANDS TÉMOINS

La 3º année est enfin marquée par l'intervention de personnalités de premier plan, invitées par les élèves. En 2018, des responsables d'administration, comme Pierre-Franck Chevet (ASN), Amélie Verdier (Budget), Guillaume Poupard (ANSSI), sont intervenus, de même que des chefs d'entreprise comme Jacques Aschenbroich (Valeo),

Jean-Laurent Bonnafé (BNPP), Patrick Kron (Alstom), Marwan Lahoud (OT-Morpho), Xavier Niel (Free), Patrick Pouyanné (Total), ou encore des responsables politiques comme le ministre Mounir Mahjoubi ou bien Arnaud Danjean (LR), Emmanuel Grégoire (PS), Virigine Rozière (RDG) ou Stéphane Séjourné (LREM).

ILS EN PARLENT...



Olivier Remy, élève de 3° année au Corps des mines.

Très attiré par le travail au service de l'État et de l'intérêt général et séduit par la nature pluridisciplinaire de ce corps à vocation interministérielle »,

Olivier Rémy, Polytechnicien, a choisi d'intégrer le Corps des mines.
La première force de cette formation?
Doter les ingénieurs-élèves d'une bonne connaissance du monde de l'entreprise, notamment grâce aux deux premières années de stages. Son stage de 1^{re} année, dans une ETI, a permis à Olivier de comprendre comment on passe de la R&D à un produit fini, tandis que le stage de 2^{re} année, chez Thales, à Singapour, outre la découverte d'une autre culture, l'a initié aux enjeux d'un grand groupe, en termes de conduite du changement.

Découvrez son témoignage sur trois années de formation, à l'interface entre le public et le privé, apportant aux ingénieurs élèves une vision transverse des secteurs d'activité. https://bit.ly/2HtGhmN



RETROUVEZ LES TÉMOIGNAGES DE NOS ÉTUDIANTS EN VIDÉO SUR MINES-PARISTECH.FR



www.mines-paristech.fr/WebTV/

SOMMAIRE

p.44 À L'INTERNATIONAL

p.46
RAYONNEMENT
SCIENTIFIQUE

p.48 MIXITÉ SOCIALE -SOLIDARITÉ

RAYONNER AU-DELÀ DE NOTRE SPHÈRE



Emery Jacquillat (Camif) et Anne-France Bonnet (Nova Vista) veulent promouvoir la Communauté des entreprises à mission.

LA PLACE DE L'ENTREPRISE DANS LA SOCIÉTÉ

En octobre 2018, la chaire « Théorie de l'entreprise, modèle de gouvernance et création collective », portée par le CGS MINES ParisTech, voit ses travaux reconnus dans l'article 61 de la loi Pacte, qui créée le statut de société à mission (cf. p. 33).

En collaboration avec des entreprises pionnières, l'École fonde la Communauté des entreprises à mission. Sa vocation ?

- Rassembler les entreprises de toutes tailles et tous statuts
- Éclairer et documenter sur les nouveaux modèles en train de se mettre en place
- Donner à voir et promouvoir les bonnes pratiques

Le 23 décembre, la chaire réunit entreprises et chercheurs pour poser de nouveaux jalons.

Pour Emery Jacquillat, Pdg de Camif Matelson, il faut « faire connaître la loi et prendre acte des questionnements qui vont se poser ».

Selon Anne-France Bonnet, fondatrice de Nova Vista, « Il est temps de passer à l'action ».

3000±



VÉHICULES AUTONOMES ET CONNECTÉS:

QUELS DÉFIS POUR LA TECHNIQUE ET LE DROIT COMPARÉ?

Le 10 octobre 2018, la Société de législation comparée s'est associée à MINES ParisTech pour réunir les différents acteurs de ce sujet majeur. Industriels, chercheurs, juristes, collectivités, décideurs publics sont intervenus pour faire le point et réfléchir à un avenir commun.

Le véhicule autonome et connecté est aujourd'hui au cœur de nombreuses préoccupations :

- celles des scientifiques auxquels il est demandé d'imaginer les usages et de lever les verrous scientifiques;
- celles de l'industrie automobile, qui doit repenser ses modèles et fabriquer un produit nécessairement parfait qui répondra à toutes les sollicitations en termes d'efficacité et de sûreté;
- celles du grand public, pour qui il sera un changement radical dans la façon d'utiliser un véhicule qui se maîtrisera lui-même, l'utilisateur devenant largement passif;
- celles des décideurs publics pour lesquels il peut être une solution aux problèmes de sécurité routière en même temps qu'un challenge majeur sur les infrastructures de transport et pour l'organisation du transport urbain;
- celles des juristes, qui s'interrogent sur la multitude de problèmes de codification, de responsabilité, de confidentialité que posent ces drôles de machines.



Anne-Marie Idrac, haute représentante pour le développement des véhicules autonomes au Ministère des transport, et Benjamin Grivaux, porte-parole du Gouvernement, invités d'honneur du colloque "Véhicules autonomes et connectés".



La député européenne, Éva Kaïlì, le 13 novembre 2018 à MINES ParisTech.

CRÉER UNE COMMUNAUTE AUTOUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA)

« Intelligence artificielle pour l'humain : quels défis pour l'Europe ? » Le colloque organisé le 13 novembre 2018, dans le cadre du nouveau Mastère spécialisé AlMove (cf. p.38), a réuni une belle palette pluridisciplinaire d'experts internationaux. Selon la député européenne Éva Kaïlí, « l'Europe a pris conscience de l'importance de l'IA ». Pour se préparer au mieux à l'arrivée de l'IA dans notre quotidien et celui des entreprises et des universités, il importe de constituer une communauté rassemblant industriels, universitaires, chercheurs et avocats pour créer une dynamique

Prendre en considération l'éthique, dès la conception des algorithmes, telle est l'une des recommandations de ce colloque.



Pierre Larrouturou a présenté le « Pacte finance-climat », et Jacques Aschenbroich a évoqué la transition écologique.

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN DÉBAT À MINES PARISTECH

Le 25 septembre 2018, répondant à l'invitation des alumni, Jacques Aschenbroich, PDG de Valeo et président du CA de MINES ParisTech, donnait une conférence-débat intitulée « Valeo dans la transition écologique ».

Dans le même registre, c'est à l'invitation d'étudiants de MINES ParisTech que l'économiste Pierre Larrouturou est venu présenter le « Pacte finance-climat », le 5 novembre 2018 : « Et si l'Europe décidait de mettre la finance au service du climat ? »

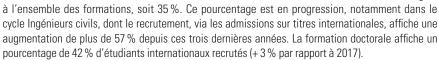
RAYONNEMENT À L'INTERNATIONAL

Qu'il s'agisse de formation, de recherche ou des relations avec les entreprises et avec les alumnis, l'ouverture à l'international constitue un élément essentiel de la stratégie de développement de MINES ParisTech. Son plan stratégique et le contrat d'objectifs, signé avec sa tutelle, confirment cette priorité, dont la mise en œuvre requiert de continuer à travailler en lien avec l'université PSL et avec les réseaux d'excellence ParisTech et IMT.

ATTRACTIVITÉ DE L'ÉCOLE ET DE SA FORMATION



L'attractivité de l'École et de sa formation s'est encore renforcée en 2018. Elle est le fruit d'une politique partenariale ciblée qui priorise certains bassins de recrutement et mise sur l'établissement de liens étroits avec ses partenaires, En 2018, près de 600 élèves internationaux sont intégrés



Le recrutement d'élèves étrangers est fait de manière coordonnée au sein de PSL et avec ParisTech (en Chine, au Brésil, en Russie, en Colombie et à Singapour).

Contribuent largement à ce rayonnement l'appui de la Fondation de Mines ParisTech, le soutien des partenaires industriels de l'École, via les 20 chaires d'enseignement et de recherche et les subventions européennes et régionales obtenues en 2018. Si bien qu'en 2018, 80 % des élèves internationaux admis à l'École et 50 % des élèves en mobilité internationale à l'étranger ont bénéficié d'une aide ou bourse de mobilité.











UN VIRAGE STRATÉGIQUE : LES DOUBLES DIPLÔMES À L'INTERNATIONAL.

L'École a fixé dans son Plan stratégique l'objectif d'obtenir 75 % des ingénieurs civils en année de césure internationale, ou double diplôme international (à hauteur de 15 % d'une promo). En 2018, ce sont 80 % des ingénieurs civils (contre 63 % en 2017) qui ont effectué une césure ou un double diplôme à l'international.

Pour la première campagne des césures académiques diplômantes à l'international, qui incluait une offre de 6 doubles diplômes (NUS, UPM, SPEIT, ESCP Europe, Collège des Ingénieurs), ainsi que la possibilité de réaliser un Master en un an dans certaines universités partenaires, 4 étudiants du cycle Ingénieurs civils ont débuté, en septembre 2018, une formation diplômante à l'étranger, dans le cadre de leur année de césure.

Voici les témoignages de deux d'entre-eux :

- «Je voulais compléter ma formation d'ingénieur avec un diplôme d'école de commerce, découvrir d'autres cours et acquérir des compétences à la fois financières et managériales. Cela m'a aussi permis de travailler avec des personnes aux cursus variés, touiours en anglais ou en espagnol!» (Amaury Testu de Balincourt, en double-diplôme à l'ESCP Europe)
- « Passionné par le secteur de la construction et de l'architecture, je cherchais un moyen de m'y spécialiser, afin de compléter mon profil généraliste de Mineur. J'ai saisi l'opportunité de faire un double-diplôme en Italie, où je suis les cours du "Master in Building and Architectural Engineering". Cette expérience dans une grande université, où je côtoie des étudiants aux profils très variés, venant du monde entier, est extrêmement enrichissante ». (Baudouin Lecerf, en double-diplôme au Politecnico di Milano)













RÉSEAU ATHENS: DE NOUVEAUX DÉVELOPPEMENTS

Dans le cadre du réseau d'échange d'étudiants Athens, coordonné par MINES ParisTech, de nouveaux travaux ont abouti à la création de trois projets d'envergure, auxquels la Commission européenne devrait apporter son soutien en 2019, à savoir :

- Erasmus + (soutien aux mobilités avec des pays partenaires hors Europe);
- mise en place d'un partenariat stratégique autour du doctorat;
- projet d'université européenne (EELISA).



PARISTECH SHANGHAI JIAOTONG: UNE OFFRE DE FORMATION ET DE COOPÉRATION AVEC L'INDUSTRIE FRANCO-CHINOISE

MINES ParisTech est l'une des écoles pilotes de ParisTech Shanghai Jiaotong - SPEIT (école francochinoise impliquant ENSTA ParisTech, École polytechnique, Télécom ParisTech et Shanghai Jiaotong), qui affiche une croissance de 21 % du nombre d'étudiants recrutés en 2018, pérennisant ainsi son offre de formation et coopération avec l'industrie franco-chinoise. L'ouverture à l'international est aussi un axe essentiel de SPEIT, dont tous les étudiants effectuent un séjour académique ou de stage en France dans l'une des écoles partenaires. MINES ParisTech a ainsi accueilli en 2018 une quinzaine d'étudiants de SPEIT (4 en stage de recherche, 5 en échange d'un semestre et 6 en double diplôme).

La première promotion d'étudiants de SPEIT a finalisé sa formation en 2018, pour être officiellement diplômée début 2019.



MINES Paris Tech et les écoles françaises de SPEIT, invitées d'honneur de la cérémonie de remise des diplômes de Shanghai Jiaotong (mars 2019).

MOBILITÉ JEUNES CHERCHEURS: ÉCHANGES SCIENTIFIQUES AVEC LA NORVÈGE

Paula Perez-Lopez, assistante de recherche au centre O.I.E MINES ParisTech, est l'une des douze lauréates 2018 du programme *Asgard-Recherche*. Il s'agit d'un programme de mobilité de jeunes chercheurs destiné à favoriser les échanges scientifiques entre la France et la Norvège.

Experte en Analyse de Cycle de Vie des technologies renouvelables de production d'énergie, spécialiste des procédés fondés sur l'utilisation des algues, Paula fait partie des jeunes chercheurs pour lesquels MINES Paris Tech a récemment mis en place une formule d'accompagnement intitulée « mentoring ».



35% d'étudiants de nationalité étrangère, toutes formations confondues

42% de doctorants de nationalité étrangère

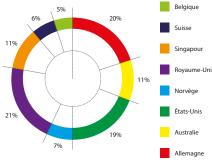
32% d'étudiants internationaux en Mastère spécialisé

15%

des enseignants-chercheurs recrutés à l'étranger

100%

des étudiants font un stage à l'international



Stages en entreprise réalisés à l'étranger en 2018

RAYONNEMENT SCIENTIFIQUE

Soutenue par un dynamique réseau d'alumni, l'École propose à ses étudiants et enseignants-chercheurs un cadre d'étude et de travail exceptionnel. Documentation électronique, archives ouvertes, valorisation du patrimoine ... À MINES Paris Tech, la culture scientifique emprunte différents canaux et repose largement sur les compétences des services communs.

Un réseau de bibliothèques, sur les 4 sites de l'École, offre aux élèves et aux chercheurs livres. revues, mais aussi, et surtout, accès aux grandes bases internationales de documentation électronique.

Le Musée de minéralogie détient l'une des plus belles collections mondiales de minéraux. Il constitue un lieu unique d'accueil et de découverte pour le grand public et les visiteurs de l'École.

La Direction des systèmes d'information (DSI) offre son expertise et met à disposition de chacun les outils informatiques et de communication indispensables à son activité.

Les Presses des Mines proposent une solution éditoriale adaptée aux travaux scientifiques de haut niveau. Plus de 401 titres sont à leur catalogue (dont 41 nouveaux titres en 2018).

MINES ParisTech se donne pour missions, dans le cadre de son plan stratégique, de répondre aux enjeux scientifiques et industriels de demain. Le Service communication contribue à une meilleure connaissance des compétences et réalisations de ses chercheurs. Ainsi, en 2018, deux conférences de presse ont été organisées. L'une portant sur la transition énergétique, l'autre sur les sciences prédictives pour l'industrie du futur.



Participants au colloque « Minéralogie des extrêmes » ; « Boganium », œuvre d'Alan Bogana. (en bas) « Fantasminéralogie » une vitrine de l'exposition de Sainte-Marie-aux-Mines ; « Respiration minérale », œuvre de Caroline Besse

LE MUSÉE DE MINÉRALOGIE: UN MUSÉE EN DÉVELOPPEMENT

Le musée a lancé son programme de rénovation pour mettre en valeur ses collections exceptionnelles. Vingt vitrines ont été modernisées, incluant des nouveautés: des vitrines «météorites» (dont «Toucher Mars, Toucher la Lune ») et un cabinet de curiosités ont vu le jour.

En parallèle, six expositions variées ont permis d'attirer un public nouveau à l'École. Des expositions artistiques en regard d'événements locaux (festival PhotoSaintGermain, « Surfaces », Paris Design Week, avec « Respiration minérale») ou de financements dédiés (Ville de Genève pour «Boganium») ainsi que des

expositions internes issues de nos collections (« Dons du Ciel : des météorites et des Hommes ») et celles de la bibliothèque (« Go West »).

Le rayonnement à l'international continue avec des prêts pour des expositions à l'étranger. Les prêts concernent également les chercheurs qui utilisent nos collections pour leurs projets (ex.: ERC Advanced Grant pour le traçage des routes de l'argent dans l'Antiquité ou la mission d'exploration spatiale Mars 2020).

À noter également en 2018, la tenue du colloque «Minéralogie des extêmes», pour les 140 ans de la Société française de minéralogie et de cristallographie.

LA BIBLIOTHÈQUE AU CŒUR DE LA DIFFUSION DES SAVOIRS

Enfin, 2018 a été marquée par de belles expositions dont :

La bibliothèque a poursuivi ses efforts pour développer les compétences informationnelles des élèves et les préparer à relever les défis de demain (de plus en plus liés à la maîtrise de l'information). L'intégration des interventions des bibliothécaires dans les différents cursus a été facilitée par le dialogue, toujours aussi fructueux, avec les responsables d'enseignements.

La bibliothèque a également accompagné les chercheurs dans leurs démarches de publication scientifique et soutenu leurs initiatives en matière d'open science, afin d'améliorer la visibilité de la production scientifique de l'École et, par là même, de contribuer à l'accroissement du rayonnement de l'établissement et de PSL

Côté patrimoine, l'année 2018 a été particulièrement riche en numérisations de documents anciens, journaux de voyages dans l'ancien empire austro-hongrois des élèves du XIXe siècle, mais aussi, et surtout, numérisation de la collection des mémoires du Corps des mines.

- «L'École des mines 1939-1945 : engagement et Résistance », réalisée avec le Souvenir français et inaugurée à la Mairie du 6° arrondissement, qui met en valeur, à travers une série de portraits, l'action des élèves et des ingénieurs des mines qui se sont illustrés au service de la France;
- « Hephaistos au Laurion : voyages, exploration et mines en Grèce de l'antiquité au XIX^e siècle ». Cette exposition bâtie spécialement pour le festival d'histoire de l'art de Fontainebleau consistait en une sélection d'ouvrages issus du fonds ancien de la bibliothèque sur la Grèce et en particulier sur le gisement de plomb argentifère de Laurion.



L'ÉQUIPE TICE DE LA DSI CONTRIBUE AU RAYONNEMENT PÉDAGOGIQUE **DE L'ÉCOLE**

113 000, c'est le nombre d'inscrits aux MOOC dans lesquels MINES ParisTech est impliquée depuis 2014. La moitié de ces inscriptions sont dues à la participation à l'un des quatre MOOC produits par l'École, en partenariat avec PSL, l'IMT, UNIT et Aunège. Cette année, pas moins de six sessions ont été mises à jour et jouées sur la plateforme France Université Numérique. Parallèlement, les vidéos pédagogiques disponibles sur Canal-U totalisent 47 000 vues.

Pour produire ces nombreuses vidéos originales, l'équipe TICE s'appuie sur un process et des outils développés en interne qui ont été présentés au colloque Media & Learning au mois de juin 2018, à Leuven en Belgique. Cet événement international était consacré à la vidéo pédagogique dans l'enseignement supérieur et, notamment, aux dernières avancées technologiques dans ce domaine. Grâce au projet Souffleur (un logiciel de prompteur innovant, distribué sous licence libre, développé par Nicolas Vion), le stand MINES ParisTech a suscité un grand intérêt auprès des différentes équipes pédagogiques présentes au colloque. Notamment, l'université de Maastricht a acquis un exemplaire du dispositif. Les développements et la documentation sont disponibles à l'adresse : http://tice-lab.mines-paristech.fr/



PRESSES DES MINES: «VALORISER ET DIFFUSER»

Les Presses des Mines contribuent à valoriser et diffuser les travaux conduits, au sein de l'École, par les enseignantschercheurs de MINES ParisTech. Les quelques ouvrages ici présentés témoignent d'une intense production scientifique destinée aussi bien aux étudiants qu'à un public averti ou spécialisé.









> en savoir 🛟 www.pressesdesmines.com

MIXITÉ SOCIALE – SOLIDARITÉ

MINES ParisTech cultive l'ambition de devenir un haut lieu de l'excellence académique en facilitant l'accès des meilleurs élèves aux études supérieures.

L'École encourage par ailleurs ses élèves à mener à bien des projets ayant une valeur pour autrui.

ÉGALITE DES CHANCES: DES BOURSES POUR LES ÉLÈVES DE MINES PARISTECH

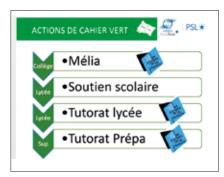


La Fondation Mines ParisTech attribue, chaque année, des bourses destinées à soutenir et inciter les jeunes talents étrangers à venir étudier à l'École. La Fondation intervient aussi tout au long de la scolarité en venant en aide (sur critères sociaux) aux élèves qui en ont besoin pour prendre part aux différentes activités pédagogiques de l'École : voyage d'option, séjours linguistiques, séjours de recherche à l'étranger, etc.

Voici le témoignage d'Hermon, jeune Chilien, séduit par le programme de double diplôme entre son université et MINES ParisTech et la perspective de découvrir de nouveaux horizons.

«La bourse de la Fondation m'a permis de venir étudier aux Mines, m'a aidé à me concentrer sur mes études et à vivre sans complications majeures. Cette aide a été essentielle pour moi et j'ai pu profiter sans restiction de toutes les activités d'intégration et de la vie à la Meuh... J'ai vraiment aimé les relations de proximité entre l'École et ses étudiants. Après l'école ? Je vais travailler un ou deux ans, faire ensuite un Mastère spécialisé et après je retournerai au Chili et créerai une start-up dans le domaine de la Tech...». (Hermon Alfaro Olivos, étudiant chilien en 3º année de cycle ingénieur civil)

CAHIER VERT, PARRAINAGE, CORDÉES DE LA RÉUSSITE... NOS ÉLÈVES S'IMPLIQUENT



L'association étudiante Cahier vert coordonne divers programmes



Pendant la journée des Cordées de la réussite à MINES ParisTech, des lycéens s'informent sur les filières d'entrée dans les grandes écoles

En 2017-2018, environ 50 % des « Mineurs » se sont impliqués dans des activités en faveur d'élèves d'école primaire, de collégiens, lycéens et étudiants. Chaque année près de 1000 jeunes sont ainsi suivis sous forme de tutorat, soutien scolaire, ouverture culturelle...

Voici la liste des actions conduites l'an dernier:

- 3 écoles primaires (100 élèves);
- 13 collèges (450 élèves);
- 19 lycées (350 élèves);
- 4 lycées CPGE (60 élèves);
- 5 Cordées de la réussite.

CONCERT AU PROFIT DES RESTOS DU CŒUR

Dans le cadre de leur scolarité, les étudiants sont encouragés à conduire des projets destinés à leur insuffler esprit d'initiative et plaisir d'entreprendre. Certains s'orientent vers des actions à caractère humanitaire, en France ou à l'étranger.

En 2018, un concert, dont le ticket d'entrée se payait en denrées alimentaires et produits d'hygiène, a permis de récolter, au profit des Restos du Cœur, plus de 150 kg, incluant de nombreux produits pour bébés. À souligner: la mobilisation de partenaires PSL pour la mise à disposition d'une salle et de matériels son et lumière (ENS), de musiciens (MINES ParisTech) et de la Fondation MINES ParisTech.



p.52-53 LES EFFECTIFS

p.54 CONSEIL D'ADMINISTRATION

p.55 ORGANIGRAMME

SE DÉPLOYER POUR RELEVER LES DÉFIS DE DEMAIN

UNE ORGANISATION DYNAMIQUE

SIX PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES SONT MEMBRES DU CONSEIL **SCIENTIFIQUE QUI SE MET EN PLACE EN 2018:**

- Pierre Toulhoat, professeur associé à l'université Lyon 1, membre de l'Académie des technologies
- Andreas Mortensen, professeur, responsable du Laboratoire de métallurgie mécanique de l'EPFL
- Christian Picollet, directeur des programmes et de la stratégie R&T Groupe Safran
- François Maréchal, ingénieur chimiste, docteur en sciences appliquées (université de Liège), professeur au campus Energypolis de l'EPFL Valais Wallis
- Marie-Noëlle Semeria, directrice R&D Groupe de Total, présidente de l'Association des Instituts Carnot
- Didier Roux, directeur de la recherche et de l'innovation de Saint-Gobain, membre de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies





LE PROFESSIONNALISME DE LA **RELATION PARTENARIALE**

MINES ParisTech est labélisée institut Carnot depuis 2006, avec les écoles des Mines rattachées à l'Institut Mines Télécom, l'École polytechnique, l'Ensta ParisTech et Armines. Le label Carnot reconnaît la capacité de ces écoles à mettre la recherche partenariale avec les entreprises au cœur de leur stratégie. Avec ses 2000 personnels de recherche, l'institut Carnot M.I.N.E.S réalise plus de 650 contrats par an avec 300 entreprises partenaires.

Le label Carnot, garantie d'excellence scientifique et de professionnalisme de la relation partenariale, est aussi synonyme de ressourcement scientifique. En 2018, l'institut Carnot M.I.N.E.S a ainsi lancé le projet MINDS, qui vise à créer une plateforme numérique de recherche et de développement commune couplant simulation numérique et Intelligence artificielle, afin d'offrir des réponses précises et complètes au monde industriel. Le projet fédère les équipes de 15 centres de recherche de l'institut Carnot autour d'un enjeu clé: se doter des outils informatiques modernes pour la transition numérique des entreprises.

M.I.N.E.S ambitionne ainsi d'accroître son leadership dans le domaine de la transformation numérique des entreprises, en mobilisant l'ensemble de ses compétences dans une offre de recherchedéveloppement qui tire parti de la convergence des moyens de calcul intensifs, d'outils de simulation numériques, d'algorithmes de traitement de la donnée et de modèles de performance des hommes et des organisations





UN PARTENAIRE STRATÉGIQUE DE L'ÉCOLE

Armines participe à la recherche partenariale de MINES ParisTech en apportant ses moyens propres (humains et matériels) dans les centres communs avec l'École et en assurant la gestion contractuelle. Armines contribue en effet à 23 M€ du budget recherche de l'École. Plus de 300 de ses salariés sont également à l'œuvre dans les laboratoires communs.

Le « modèle » École-Armines a permis aux centres de recherche de se doter d'une « identité » originale et unique en France, fondée sur une forme de recherche où la démarche scientifique est en permanence confrontée concrètement aux problématiques industrielles, économiques et sociétales.

En 2018, la signature d'une nouvelle convention École-Armines par Olivier Baujard, directeur d'Amines, et Vincent Laflèche « apporte des améliorations qui vont - en renforcant la qualité de notre partenariat- faciliter la mise en oeuvre de notre plan stratégique », s'est réjouit le directeur de MINES ParisTech.

> en savoir 🛟 www.armines.net



Les directions de MINES ParisTech et d'Armines, réunies le 29 novembre 2018 pour la signature de la nouvelle convention entre les deux parties, pour une durée de quatre ans à compter du 1er octobre 2018.







LES MOYENS FINANCIERS

LES RESSOURCES

Le tableau ci-dessous indique la répartition des ressources de l'École selon leur origine et leur utilisation, en M€ (données en comptabilité générale)

RESSOURCES ÉCOLE	2017 réalisé	2018 réalisé	2019 prévisionnel
Dotation du ministère*	47,2	47,8	48
Ressources propres	9,5	9,1	10
Total	56,7	56,9	58

^{*} dont masse salariale État et dotation à l'EPA

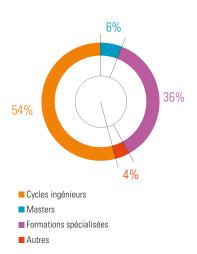
PARTENAIRES

Armines	22,7	22,9	22,9
Fondation	3,1	3,1	3,9
CNRS	2,2	2,2	2,3
Autres	6,6	6,6	6,6
Total Partenaires	34,6	34,8	35,7
Total Consolidé	91,3	91,7	93,7

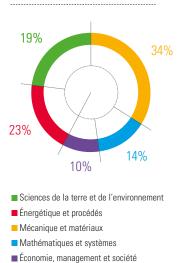
DÉPENSES ÉCOLE	2017 réalisé	2018 réalisé	2019 prévisionnel
Personnel	43,3	42,9	43,7
Fonctionnement et investissement	15,8	15,8	13,2
Total	59,1	58,7	56,9

ENSEIGNEMENT 27,2%

Les dépenses prévisionnelles issues de la comptabilité analytique



RECHERCHE 72,8%



		RÉPARTITION PAR EMPLOYEUR			RÉ	RÉPARTITION PAR FONCTION			
■ LES EFFECTIFS AU 31 DÉCEMBRE 2018	Total École	EPA/MEF	ARMINES	Autres	Enseignants Chercheurs	Autres	Doctorants	Jeunes chercheurs (Post-doctorants)	Doctorants inscrits dans d'autres établissements
						(1)			(2)
DIRECTIONS Direction générale & Services généraux (DG)	51	51				51			
Direction du Corps des mines	6	5		1		4	2		
Direction de l'Enseignement (DirEns)	30	30				30			
Direction de la Recherche (DR)	6	6				6			
Délégation Paris	15	15				15			
Délégation Fontainebleau	10	10				10			
Délégation Sophia Antipolis	12	12				12			
Délégation Évry	3	3				3			
SOUS-TOTAL	133	132		1	-	131	2	-	-
SERVICES COMMUNS Direction des systèmes d'information (DSI)	25	22	2	1		25			
Bibliothèque	20	18	2	1		20			
Musée de minéralogie	5	5				5			
Presses des Mines	1		1			1			
SOUS-TOTAL	51	45	5	1	-	51	-	-	-
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT									
Géosciences	111	59	37	15	43	25	39	4	
SOUS-TOTAL	111	59	37	15	43	25	39	4	-
ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS									
Efficacité énergétique des systèmes (CES)	63	23	18	22	14	13	34	2	
Thermodynamique des procédés (CTP)	22	12	7	3	4	10	8		
Procédés, énergies renouvelables et systèmes énergétiques (Persée)	40	20	15	5	11	12	16	1	
Observations, impacts, énergie (OIE) SOUS-TOTAL	15 140	10 65	4 44	1 31	7 36	3 38	5 63	3	
MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX	140	05	**	31	30	30	03	3	
Mise en forme des matériaux (Cemef)	132	51	40	41	33	33	63	3	4
Matériaux (MAT)	175	53	53	69	32	55	87	1	13
Mécanique des solides (LMS) ⁽³⁾									
SOUS-TOTAL (HORS LMS)	307	104	93	110	65	88	150	4	17
MATHÉMATIQUES ET SYSTÈMES									
Centre de robotique (CAOR)	45	24	8	13	12	12	20	1	
Automatique & systèmes (CAS)	20	11	2	7	7	2	10	1	
Mathématiques appliquées (CMA)	21	12	5	4	7	6	8		
Morphologie mathématique (CMM)	20 18	13 13	3	4	9	3	8 7	1	5
Recherche en informatique (CRI) Bio-informatique (CBio)	18	13	I	4	3	4	9	1	5
SOUS-TOTAL	136	81	19	36	44	27	62	3	5
ÉCONOMIE, MANAGEMENT, SOCIÉTÉ									
Économie industrielle (Cerna)	27	14		13	7	1	18	1	
Gestion scientifique (CGS)	51	27	8	16	14	9	25	3	
Risques et crises (CRC)	23	15	5	3	8	3	10	2	
Sociologie de l'innovation (CSI)	33	14	4	15	12	5	16		1
SOUS-TOTAL	134	70	17	47	41	18	69	6	1
INSTITUTS DE FORMATION - POLLEN	c	c				6			
Institut des hautes études pour l'innovation et l'entrepreneuriat (IHEIE) Institut supérieur d'ingénierie et de gestion de l'environnement (Isige)	6 7	6	1	ļ	3	6 4			
Institut superieur a ingenierie et de gestion de l'environnement (isige)	1	1	1	ļ	1	4			
Pollen	1	1		L	1	L			
SOUS-TOTAL	15	14	1	_	5	10	_	-	_
2230 101112									
TOTAL GÉNÉRAL	1027	570	216	241	234	388	385	20	23

 ^[11] Ingénieurs fonctionnels, personnels techniques et administratifs et visiteurs
 [22] Étudiants inscrits dans des établissements extérieurs
 [33] Le LMS ayant pour tutelle principale l'École polytechnique, ses personnels ne sont pas comptés dans les totaux

■ LES EFFECTIFS DES CYCLES DE FORMATION

CYCLE		2017/2018	2018/2019	Femmes	Étrangers	Effectifs FC	Diplômes 2018
INGÉNIEURS CIVILS (IC) 1º année	3 ans	591 124	611 124	26% 30%	15% 8%	_	170
2° année		124	154	25%	19%	-	
Scolarité personnalisée (entreprises à l'étranger)		88	101	26%	17%	-	
Scolarité personnalisée (double diplôme étranger)		-	4	-	-	-	
3º année		176	177	28%	15%	-	
Fin de scolarité ⁽¹⁾		58	51	16%	8%	-	170
INSTITUT SUPÉRIEUR DES TECHNIQUES (IST)	3 ans	65	69	14%	3%	26%	22
1 ^{re} année (apprentis seuls)		18	18	22	-	-	
2º année (apprentis)		15	18	22	-	-	-
3º année (apprentis)		17	15	7	7	-	16
2º année (fc)		9	9	11	-	100	-
3° année (fc) MASTERS INTERNATIONAUX	2 ans	49	9	44%	90%	100 2 %	41
Stratégie énergétique M1 (MSE)	Z diis	2	41	4470	30%	Z-76	41
Stratégie énergétique M2 (MSE)		6	2	-	100		6
Mobilité et véhicules électriques M2 (MVE)		15	14	24	100	-	15
Transport et développement durable M2 (TRADD)		26	25	60	84	-	20
MASTÈRES SPÉCIALISÉS ET FORMATIONS SPÉCIALISÉES	9-24 mois	243	244	41%	32%	100%	231
Optimisation des systèmes énergétiques (OSE)		19	21	24%	38%	100%	18
Ingénierie et gestion du gaz (Gaz)		7	11	18%	27%	100%	7
Management international de l'énergie (Alef)		22	17	35%	47%	100%	22
Énergies renouvelables (ENR)		15	15	20%	20%	100%	15
Ingénierie et gestion de l'environnement (IGE)		27	26 21	73% 76%	43%	100% 100%	27
Management international de l'environnement (EnVim Asie) Management international de l'environnement (EnVim Europe)		18	21	50%	100%	100%	14
Management industriel & systèmes logistiques (MISL)		18	12	42%	50%	100%	17
Maîtrise des risques industriels (MRI)		31	32	53%	19%	100%	31
Design des matériaux et des structures (DMS)		12	12	8%	67%	100%	12
Matériaux, procédés de fabrications et modélisations (MAPMOD)		-	7	29%	43%	100%	
Géostatistique (CFSG)		7	2	100%	100%	100%	6
Industrie des ressources minérales & société (MIRIS)		13	9	11%	89%	100%	10
Ingénierie des véhicules électriques (IRVE) (2)		4	4	-	75%	100%	4
Executive MS Management stratégique de l'info. et des technologies (MSIT) (3)		27	19	16%	26%	100%	26
Executive MS RSE et développement durable (RSE-DD)		12	26	65%	4%	100%	11
Management industriel et excellence opérationnelle (MILÉO)		9	-	-	-	100%	g
Deep Tech entrepreneur (DTE)		-	4	-	-	100%	-
AI-M0VE		-	4	-	75%	100%	-
DOCTORANTS (MINES PARISTECH)	3 ans	377	383+2 ⁽⁷⁾	27%	42%	-	95
1º année 2º année		99	91+1 ⁽⁷⁾	31	48 34	-	-
3º année		113	95 +1(7)	19 25	47	4	44
Prolongation		68	79	32	37	7	51
CORPS DES MINES	3 ans	52	48	17%	-	100%	19
1 ^{re} année		15	14	21	-	100	-
2º année		16	15	27	-	100	-
3º année		21	19	5	-	100	19
TOTAL ÉCOLE (DÉFINITION DU COP) (6)		1 377	1 396	28%	27%	22%	578
PARISTECH SHANGHAI JIAO TONG (INGÉNIEUR SPEIT 1A-2A-3A-4A-5A-6A)(4)	12 mois	378	459	34%	98%	•	دموا
MASTERS ÉNERGIE, MATÉRIAUX, MATHS, VIVANT PSL	10-18 mois	204	208	40%	30%	-	164
Énergie M1	18 mois	7	4	-	-	-	
Énergie M2 Science et Génie des Matériaux M1	18 mois 18 mois	27 5	22	-	-	-	27
Science et Génie des Matériaux M2	18 mois	14	23				13
Mathématique et applications M1	10 111013	138	122	-	-	-	112
Sciences du vivant M1		-	11	-	-	-	
Sciences du vivant M2		13	17	-	-	-	12
MASTERS AVEC D'AUTRES UNIVERSITÉS	10-12 mois	262	336	33	56	1	132
DNM BME-Paris seulement spécialité Biomatériaux ⁽⁵⁾	24 mois	21	22	-	-	-	21
DNM P3M Matériaux et procédés - Un. Nice	12 mois	17	26	-	-	-	15
DNM MTI : Management de l'innovation - Paris IX Dauphine	12 mois	35	34	-	-	-	35
CARE Énergie Propre et renouvelable - M1		95	84	-	-	-	
CARE Énergie Propre et renouvelable -M2		94	91	-	-	-	
CARE Énergie Propre et renouvelable - M3		-	79	-	-	-	61
BADGE ACCRÉDITÉS PAR LA CGE	6 mois	108	77	9%	26%	100%	103
Management hospitaliar (MA HAS) sossion 1	-	16	- 42	-	-	-	13
Management hospitalier (MA-HOS) session 1 Management hospitalier (MA-HOS) session 2		60 15	42 15	-	-	-	60 13
Régulation de l'énergie (RDE)		17	20	-	-	-	17
TOTAL GÉNÉRAL		2 329	2 476	30%	44%	13%	977

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président

Jacques ASCHENBROICH

Président directeur général de Valeo

Personnalités nommées par le ministre chargé de l'Industrie

Gabrielle BUGAT

Senior vice-présidente, GIESCKE & DEVRIENT Mobile Security

Paul DUPHIL

Président de MINES ParisTech Alumni Secrétaire général, OPPBTP

Jean-Christophe MIESZALA

Directeur général, McKINSEY France

Jean-Yves NAOURI

Personnalité qualifiée

Laure REINHART

Personnalité qualifiée

Ulrike STEINHORST

Personnalité qualifiée

Représentants de l'État nommés par le ministre chargé de l'Industrie

Alain BERNARD

Conseiller scientifique, DGESIP Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

Pascal FAURE

Directeur général de l'INPI

Laurent MICHEL

Directeur général de l'énergie et du climat Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

Xavier MONTAGNE

Adjoint au Directeur scientifique du secteur « Énergie, développement durable, chimie et procédés », Direction générale de la recherche et de l'Innovation Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

Mylène ORANGE-LOUBOUTIN

Secrétaire générale adjointe des ministères économiques et financiers

Luc ROUSSEAU

Vice-Président, Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies

Représentants des collectivités territoriales de la région Île-de-France désignés par le ministre chargé de l'Industrie

Jean-Pierre LECOQ

Conseiller régional Île-de-France

Marie-Christine LEMARDELEY

Adjointe au maire de Paris

Chargée de l'enseignement supérieur, de la recherche et de la vie étudiante

Véronique VEAU

Conseillère départementale du canton de Saint-Fargeau-Ponthierry Conseil départemental de Seine-et-Marne

Représentants des personnels de MINES ParisTech

Madeleine AKRICH

Directrice de recherche, Centre de sociologie de l'innovation (Paris)

Daniel PINO MUNOZ

Enseignant-chercheur, Centre de mise en forme des matériaux (Sophia Antipolis)

Frédérique SOUVERAIN

Responsable logistique (Délégation de Paris)

Représentants des élèves de MINES ParisTech

Aurélien FIOT

au titre des élèves-chercheurs, Centre automatique et systèmes

Victor AMBLARD

au titre des élèves titulaires ou stagiaires, en formation continue ou en spécialisation diplômante

Guillaume VERQUIERE

au titre des élèves titulaires ou stagiaires, en formation continue ou en spécialisation diplômante

Représentant de Paris Sciences & Lettres (voix consultative)

Alain FUCHS

Président, Paris Sciences & Lettres

Représentant de l'Institut Mines-Télécom (voix consultative)

Philippe JAMET

Directeur général Institut Mines-Télécom

Assistent avec voix consultative

Vincent LAFLÈCHE

Directeur, MINES ParisTech

Hélène Le Du

Directrice-adjointe de MINES ParisTech

Jérôme ADNOT

Directeur-adjoint de MINES ParisTech Chargé de l'enseignement

Alain GIRARD

Secrétaire général de MINES ParisTech

Catherine LAGNEAU

Directrice-adjointe de MINES ParisTech Chargée de la formation du Corps des mines

Yannick VIMONT

Directeur-adjoint de MINES ParisTech Chargé de la recherche

Christine BUHL

Contrôleur budgétaire et comptable ministériel, Ministère de l'économie et des finances

Franck RASSU

Agent comptable de MINES ParisTech

Olivier BAUJARD

Président du CA d'Armines

*Organigramme fonctionnel et directionnel de MINES ParisTech - juin 2019

Sociologie de l'innovation : A. Mallard



JRGANIGRAMME*