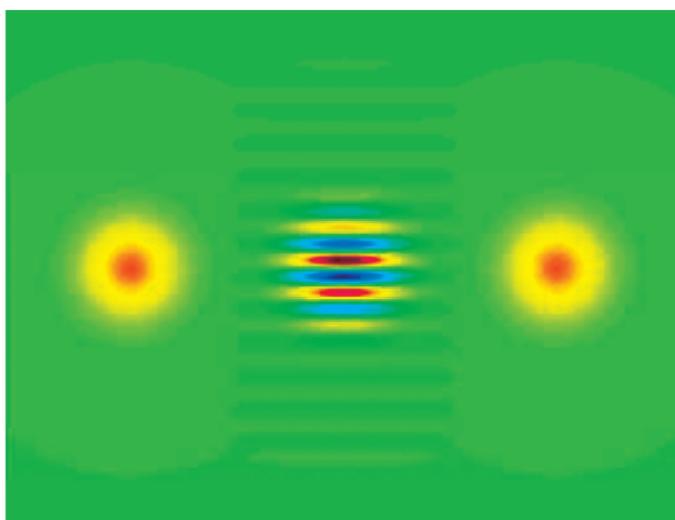


# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2013



Stabiliser et protéger contre la décohérence, des états de type chat de Schrödinger (Fonction de Wigner d'un chat de phases « à trois pattes »).

MINES PARISTECH EN BREF	P. 03
MINES PARISTECH ET SES VALEURS	P. 04
ÉDITORIAL	P. 05
FAITS MARQUANTS 2013	P. 06
PRIX ET RÉCOMPENSES 2013	P. 08
INTERNATIONAL ET PARTENARIATS	P. 10
ENTREPRENEURIAT ET RELATIONS ENTREPRISES	P. 12
CULTURE SCIENTIFIQUE	P. 14

## FORMATION

INTERVIEW DE JÉRÔME ADNOT	P. 16
CYCLE INGÉNIEURS CIVILS	P. 18
MASTÈRES SPÉCIALISÉS	P. 20
LA FORMATION CONTINUE	P. 21
DOCTORAT	P. 22
LE CORPS DES MINES	P. 23

## RECHERCHE

INTERVIEW DE DAMIEN GOETZ	P. 24
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT	P. 26
ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS	P. 30
MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX	P. 34
MATHÉMATIQUES ET SYSTÈMES	P. 38
ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTÉ	P. 42

ORGANISATION ET MOYENS	P. 46
MOYENS FINANCIERS	P. 47
EFFECTIFS	P. 48
CONSEIL D'ADMINISTRATION	P. 50
ORGANIGRAMME	P. 51

# MINES PARISTECH EN BREF

## DES FORMATIONS D'EXCELLENCE

- 150** ingénieurs civils diplômés par an
- 200** diplômés des **16** Mastères Spécialisés
- 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

- 30** millions d'euros de contrats de recherche par an (en partenariat avec ARMINES)
- 1<sup>ère</sup>** école d'ingénieurs française pour le volume de recherche contractuelle
  - 1 000** nouveaux contrats de recherche par an
  - 200** partenaires industriels
  - 15** chaires d'enseignement et de recherche
- 17** entreprises créées grâce à l'École au cours des 5 dernières années : Spotistic, Expliseat, EReLE, 1Year1Book, Nest for All, Weezic...
  - 70** brevets
- 5** millions d'euros de licences logicielles réalisés par TRANSVALOR

## L'EXCELLENCE ACADÉMIQUE DE LA RECHERCHE

- 2** Prix Nobel ont été formés à l'École : Georges Charpak (physique, 1992) et Maurice Allais (Économie, 1988)
- 228** enseignants-chercheurs
- 18** centres de recherche en pointe dans leur domaine
  - 100** thèses soutenues par an
  - 400** articles ou livres publiés chaque année
- La création de disciplines nouvelles : géostatistique, morphologie mathématique, systèmes plats...

## UNE ÉCOLE OUVERTE SUR LE MONDE

- 100** universités partenaires sur les 5 continents
- 30** accords de double-diplôme ingénieur
- 35 %** d'étudiants de nationalité étrangère, tous cycles confondus
  - 50** nationalités représentées
  - 1/3** des professeurs recrutés à l'international
- De nombreux partenariats avec des organismes de recherche français ou étrangers : CNRS, Institut Mines-Télécom, Paris Sciences et Lettres, INRIA, MIT, CalTech...

Données arrondies

# MINES PARISTECH ET SES VALEURS

Théorie et Pratique depuis 1783.



## GÉNÉRALISTE PAR NATURE

Nous formons des ingénieurs, des docteurs... ouverts à tous les champs de recherche. Nos enseignements pluridisciplinaires leur permettent d'envisager l'ensemble des aspects de projets industriels : techniques, organisationnels, juridiques, économiques...

Les origines fondatrices de l'École, liées à l'industrie des mines où se concentraient les connaissances scientifiques de l'époque, ouvrent aujourd'hui les champs de recherche les plus variés : transports, énergie, mécanique, environnement...

## TUTORAT AU CŒUR DU PROJET PÉDAGOGIQUE

L'accompagnement personnalisé est l'un des principes fondateurs de notre pédagogie. Nos promotions de taille réduite favorisent un encadrement individualisé et une pédagogie innovante. Chaque étudiant est encouragé à mieux se connaître et à définir son projet professionnel.

## PROCHE DES ENTREPRISES POUR ANTICIPER

Nos diplômés sont devenus les partenaires référents de nombreuses entreprises. Chaque année, nos contrats industriels enrichissent nos thématiques de recherche. L'École est régulièrement classée 1<sup>ère</sup> des grandes écoles d'ingénieurs françaises pour le volume de recherche contractuelle.

## ENTREPRENEURIALE PAR CULTURE

L'esprit d'entreprise est une valeur identitaire de MINES ParisTech. Il guide nos principes pédagogiques et aboutit à la création de projets d'envergure.

Tous les enseignants-chercheurs de l'École mènent une intense activité de recherche qui leur permet d'adapter en permanence leurs enseignements aux nouvelles connaissances et techniques et aux nouveaux enjeux professionnels.

## LE MONDE POUR TOUS LES ÉTUDIANTS

Tous les talents se retrouvent à MINES ParisTech. Pour nos diplômés, les opportunités de carrières sont nombreuses dans tous les secteurs de l'économie, et les perspectives professionnelles sans frontières (15 % des ingénieurs sortis de l'École depuis moins de 10 ans travaillent à l'étranger).

Grâce à ses étudiants de toutes origines (50 nationalités représentées), aux stages et années de césure à l'étranger, à l'aide à la mobilité internationale pour les chercheurs et son appartenance à des réseaux internationaux... MINES ParisTech est une école connectée au monde entier. Le multiculturalisme irrigue notre pédagogie et notre organisation.

Deux prix Nobel ont été formés à l'École : Georges Charpak (physique, 1992) et Maurice Allais (économie, 1988).

# ÉDITORIAL



**ROMAIN SOUBEYRAN**

DIRECTEUR DE MINES ParisTech, mars 2014

« De nouvelles opportunités apparaissent, qui vont permettre à l'École de valoriser encore davantage son rôle de " passeur de science " ».

L'année 2013 n'a manqué ni d'écueils, ni de vents contraires rendant la manœuvre souvent difficile. Malgré cet environnement adverse, MINES ParisTech a tenu son cap, conforté ses perspectives stratégiques, et affiché une belle progression dans la mise en œuvre de ses projets prioritaires.

Ainsi, dans le domaine international, l'École a intégré le top 200 des meilleures institutions mondiales du classement du Times Higher Education, malgré le handicap de sa taille limitée. Avec trois autres écoles de ParisTech, elle porte l'école d'ingénieurs « à la française », voulue par l'université Jiaotong à Shanghai, et inaugurée par le président de la République, en avril dernier. Elle a également apporté son ingénierie pédagogique pour la formation d'ingénieurs démarrée à la rentrée 2013 sur le nouveau campus d'excellence, décidé par le Roi du Maroc, près de Marrakech. Et l'École est maintenant sollicitée par l'Algérie, de façon similaire.

De même, dans sa volonté d'ouverture sociale et de diversification de ses recrutements, MINES ParisTech a lancé avec succès, à la dernière rentrée, sa formation initiale d'ingénieur par apprentissage. Parallèlement, elle héberge dorénavant et contribue à former une classe du cycle pluridisciplinaire

d'études supérieures PSL - Henri-IV (bac +3), destinée prioritairement aux lycéens boursiers à haut potentiel. Et l'École est un partenaire engagé de l'Institut Georges Charpak, ouvert à la rentrée 2013 et destiné à des profils similaires.

Sur le plan de la recherche contractuelle, l'École et Armines ont également atteint leurs objectifs malgré un ensemble de facteurs fortement défavorables. Ces avancées et ces succès n'ont pu être obtenus qu'au prix d'un investissement accru de l'ensemble des personnels dont l'engagement mérite d'être particulièrement salué.

## **L'année qui s'ouvre ne manquera pas de chantiers**

MINES ParisTech savait de longue date qu'elle ne pourrait donner un nouvel essor à ses ambitions qu'en intégrant un groupement partageant ses valeurs et acceptant ses spécificités. Dans ce contexte, nous nous sommes associés avec Paris Sciences et Lettres en 2012. Confiante dans les perspectives ouvertes avec ce regroupement d'excellence et engagée résolument dans les projets novateurs portés par le groupe, l'École a lié son destin à celui de PSL en 2013 en devenant, en décembre, l'un de ses membres fondateurs. Cette évolution intervient alors que la loi pour l'enseignement supérieur et la

recherche de juillet 2013 consacre le rôle structurant et fédérateur des Communautés d'universités et d'établissements dont PSL fait partie.

L'année qui s'ouvre ne manquera pas de chantiers, à commencer par la concrétisation de cette ambition collective qu'est PSL. Mais de nouvelles opportunités apparaissent, qui vont permettre à l'École de valoriser encore davantage son rôle de « passeur de science » : plans de reconquête industrielle, structuration des filières industrielles, Horizon 2020 de l'Europe...

La solidarité et l'engagement au service du collectif apparaissent plus que jamais nécessaires pour faire face aux défis auxquels MINES ParisTech est soumise. L'École sait pouvoir compter sur ses agents comme sur ses Anciens ; nombre d'entre eux ont montré en 2013 leur capacité de mobilisation pour la soutenir.

Dans un contexte souvent déstabilisant, nous devons rester focalisés sur les activités grâce auxquelles MINES ParisTech apporte une réelle valeur ajoutée au pays et à son économie : la production de diplômés de plus en plus mondialement reconnus, et la capacité à associer recherche d'excellence et innovation au service des entreprises, domaine dans lequel l'École garde une place de leader dans le monde académique.

# FAITS MARQUANTS

## 2013

### JANVIER

**13-14** Présentation de l'**Atlas global des énergies éolienne et solaire** - évaluation, au niveau mondial, du potentiel des énergies renouvelables - par Lionel Menard et Lucien Wald (O.I.E. MINES ParisTech), à l'Assemblée générale de l'IRENA (Agence internationale des énergies renouvelables) à Abu Dhabi.



**24** Signature d'une **convention de partenariat avec France Culture** pour la diffusion des vidéos de recherche de l'École sur la plateforme en ligne France Culture Plus.

### FÉVRIER

**04-05** **6<sup>e</sup> rencontre du Special Interest Group « Design Theory »** de la Design Society, à MINES ParisTech (26 institutions internationales), organisée par Pascal Le Masson (CGS MINES ParisTech).

### MARS

**13** **Le prix Holberg**, plus haute distinction en sciences sociales, est décerné à Bruno Latour, ancien professeur de MINES ParisTech, pour sa contribution à la modernisation des sciences humaines.



**21** Parution, chez CNRS Editions, de « **L'énergie à découvert** », avec la contribution des chercheurs Isabelle Blanc, Didier Beloin-Saint-Pierre, Philippe Blanc, Bella Espinar et Lucien Wald (O.I.E. MINES ParisTech).

**25-27** 2<sup>e</sup> séminaire international des chaires sur le Captage et stockage du CO<sub>2</sub> (CTSC), organisé par la Chaire CTSC (CES MINES ParisTech).

### AVRIL

**25** Innovative approaches to performance for water and sanitation utilities: **1<sup>er</sup> séminaire international de la chaire Eau pour tous** (Michel Nakhla, Daniel Fixari, CGS MINES ParisTech).



**29** **Clôture des Assises de l'entrepreneuriat à l'Élysée** par le Président de la République. Philippe Mustar, professeur à MINES ParisTech, est l'un des 4 experts chargés de guider le processus de réflexion en matière de création d'entreprises.

### MAI

**13-17** **11<sup>e</sup> colloque national en calcul des structures** – CSMA 2013, organisé par le Cemef et le Centre des matériaux MINES ParisTech, à Giens. Présidence: Élisabeth Massoni (près de 400 participants).

**30-31** « **L'énergie demain** »: colloque de l'Institut Mines-Télécom, organisé par le Département Énergétique et procédés de MINES ParisTech.

### JUIN

**06** Après-midi scientifique en **hommage à Michel Demange**, ancien élève et professeur de l'École, géologue et pédagogue hors pair, mais aussi botaniste et entomologiste, disparu le 31 juillet 2012.



**23-27** **13<sup>e</sup> conférence de l'ECerS** (Société européenne de céramique), co-organisée à Limoges par Michel Boussuge (Centre des matériaux MINES ParisTech). 1000 inscrits de 53 nationalités différentes, près de **600 communications orales et 300 posters**, 17 stands d'exposition.

### AOÛT

**26-30** « **Les enjeux de l'énergie éolienne** », Key Note Speech de Georges Kariniotakis (PERSEE MINES ParisTech), au Congrès français de mécanique à Bordeaux.

**30** **Inauguration du showroom NICE GRID**, à Carros, France. Événement de dissémination majeur sur les smart grids (PERSEE MINES ParisTech).

### SEPTEMBRE

Un nouveau classement international, **THE Alma Mater Index: Global Executives 2013**, se fondant sur les études effectuées par les PDG figurant sur la liste « Fortune Global 500 », classe MINES ParisTech au 17<sup>e</sup> rang mondial.

**12** Sortie de l'ouvrage collectif « **Le développement durable à découvert** », chez CNRS Éditions, avec les contributions d'Isabelle Blanc et Catherine Guermont (O.I.E. MINES ParisTech).

**19** Parution de « **Control theory for engineers** », de Brigitte d'Andréa-Novet (Caor MINES ParisTech) et Michel de Lara (École des Ponts ParisTech), chez Springer.

## Conférences de vulgarisation scientifique contribuant au rayonnement de l'École

« *Transformation des ressources fossiles* », par Christophe Coquelet (CTP MINES ParisTech), le 23 janvier 2013, au Théâtre de Fontainebleau.

« *Filmer la science, comprendre la vie : la vidéo-microscopie en biologie aujourd'hui* ». Présentation de Thomas Walter (CBIO MINES ParisTech), au Festival de l'histoire de l'art, le 1<sup>er</sup> juin 2013, à Fontainebleau.

« *Apprentissage statistique pour la médecine personnalisée* ». Exposé de Jean-Philippe Vert (CBIO MINES ParisTech), au « Machine Learning meetup », le 13 novembre 2013, à Paris.

**Octobre 2013 : Fête de la science.** Sur le thème de « *L'eau dans tous ses états* », conférences d'Elise El Ahmar (CTP MINES ParisTech) et de Sandra Bellier, Fabien Ors et Benoît Deleplanque (Géosciences MINES ParisTech). Atelier « *Matériaux architecturés* », organisé et animé par Rudy Valette (Cemef MINES ParisTech).

« *Les plastiques à partir de plantes : fiction ou réalité ?* », par Patrick Navard (Cemef MINES ParisTech) au Palais des congrès de Nice, le 21 octobre 2013.

## OCTOBRE



L'École entre dans le **Top 200 des meilleurs établissements mondiaux**, selon le classement du Times Higher Education ([www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2013-14/world-ranking/institution/mines-paristech](http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2013-14/world-ranking/institution/mines-paristech))

**05** L'ISIGE MINES ParisTech célèbre ses 20 ans (cf. p. 20).

**21-24** **3<sup>rd</sup> EPNOE International Polysaccharide Conference**, co-organisée, à Nice, avec l'American Chemical Society. Présidence : Patrick Navard (Cemef MINES ParisTech).

**29** **Création de l'Institut de recherche et de formation PS2E** (institut pour la transition énergétique dédié à la flexibilité et l'efficacité énergétique des installations industrielles couplées aux zones urbaines), dont MINES ParisTech est membre fondateur.

## NOVEMBRE

**04-08** **Le Congrès de l'Association des sédimentologues français**, co-organisé par le Centre de Géosciences MINES ParisTech, soutenu par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche, Total, IFP Énergies Nouvelles, Areva, le BRGM, et GDF Suez, a réuni 450 participants dont 40% de jeunes chercheurs à la Cité des sciences et de l'industrie.

**08** **Renouvellement, pour 5 ans, de la Chaire Eco-conception**, dont le titulaire est Bruno Peuportier (CES MINES ParisTech).

**11 - 22** **Négociations climat.** MINES ParisTech (CERNA et CMA) participe à la Conférence des Parties (COP 19) à Varsovie et propose 3 « side events » (cf. p.41).

**15-16** Colloque « **Enjeux de la santé au travail** », organisé à Neuchâtel (Suisse), en collaboration avec ESCP Europe, la Haute école de gestion Arc, l'Université de Fribourg et le CGS MINES ParisTech.

## DÉCEMBRE

**02** « Cooperating for innovation: devices for collective exploration », **1<sup>ère</sup> conférence internationale de l'Institut i3** à Télécom ParisTech (<http://www.i-3.fr/conference-2/>)

**03-04** « **Wind power forecasting - From R&D to commercial offering - a 360° view of present and future** ». Colloque international co-organisé par le Centre PERSEE MINES ParisTech et l'EWEA (Association européenne de l'énergie éolienne) à Rotterdam, Pays Bas.

**09** 2<sup>e</sup> édition des **débats du développement durable**. En partenariat avec l'ISIGE MINES ParisTech, Le Monde et McDonald's (cf. p. 29).

**16-18** **Réconcilier entreprise et société.** Journée d'études organisée par le CGS MINES ParisTech et le Collège des Bernardins, sous le haut patronage du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies.

**Lancement du projet ANR SIGARRR**, relatif à « l'étude de l'impact des impuretés sur la réactivité des roches réservoirs dans

le cadre du stockage du CO<sub>2</sub> », coordonné par Jérôme Corvisier (Géosciences MINES ParisTech).

**18** **MINES ParisTech**, accède au statut de membre fondateur, à l'unanimité des voix au Conseil d'administration de la Fondation de coopération scientifique (FCS) de l'Idex **PSL** (Paris Sciences et Lettres).

## NOMINATIONS DANS DIVERSES INSTANCES SCIENTIFIQUES

• **Pascal Le Masson**, nommé au board de l'International Product Development Management.

• **Marine Agogué**, nommée au board de l'Association internationale de Management stratégique.

• **Frédéric Kletz**, nommé au Conseil scientifique permanent de l'ADIMAP (Atelier doctoral international de recherche en Management et stratégie des organisations publiques).

• **Élisabeth Massoni**, élue Vice-Présidente de l'association CSMA (Calcul des structures et modélisation).

• **Patrick Navard**, membre du Comité scientifique d'unité de l'INRA BIA (Biopolymères, Interactions, Assemblages).

• **Thierry Coupeuz**, membre du Conseil de la Fédération de recherche Wolfgang Doeblin.

• **Éric Ballot**, nommé au comité académique de l'association Material Handling Industry, comportant plus de 800 entreprises principalement aux États-Unis.

# PRIX ET RÉCOMPENSES

## 2013

### MÉDAILLES

La médaille Jean Rist 2013 est attribuée à **Alexandre Devaux** (Société Aubert et Duval), qui a soutenu sa thèse « *Étude de l'influence des traitements thermomécaniques et thermiques sur la microstructure et la tenue en fluage de l'alliage 718* », en novembre 2007, sous la double direction de Régine Molins et Loïc Nazé et à **Henry Proudhon**, chargé de recherche au Centre des matériaux MINES ParisTech.

### PRIX SCIENTIFIQUES



**Double prix PREDIT 2013.** Sont récompensés, les projets *Simulation de l'Internet physique* (CGS MINES ParisTech), menés par les chercheurs **Rochdi Sarraj**, **Shenle Pan** et **Éric Ballot** et *Speedcam* (Caor MINES ParisTech), mené par **Fabien Moutarde** et **Fawzi Nashashibi**. ([www.mines-paristech.fr/Actualites/Beau-double-pour-MINES-ParisTech/780](http://www.mines-paristech.fr/Actualites/Beau-double-pour-MINES-ParisTech/780)).



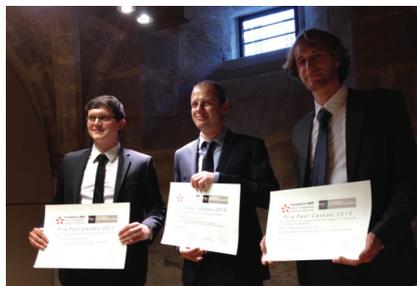
**Bruno Vergnes** (Cemef MINES ParisTech) est lauréat du prix **Maurice Couette 2013**, décerné par le Groupe français de rhéologie (GFR).

**Marc Bernacki** (Cemef MINES ParisTech), prix spécial du jury de l'European Scientific Association for Material Forming (ESAFORM).

**iTreasures**, projet conduit par **Sotiris Manitsaris** (Caor MINES ParisTech), classé 1<sup>er</sup> projet IP en Europe, a été sélectionné pour l'événement « ICT-Horizon 2020 », à Vilnius en Lituanie (6-8/11/2013), en tant qu'excellent projet ICT-FP7, et présenté lors de « Digital Heritage », organisé par la mairie de Marseille, le ministère de la culture et le CNRS, du 28 au 31 octobre 2013.

### PRIX DE THÈSE

Le 1<sup>er</sup> prix de thèse sur le captage, transport, valorisation et stockage du CO<sub>2</sub> est attribué à **Pauline Humez** (Géosciences MINES ParisTech) pour sa recherche sur le traçage des intrusions de CO<sub>2</sub> dans les aquifères d'eau douce par les méthodes multi-isotopiques.



Le prix **Paul Caseau** (Fondation EDF et Académie des Technologies) est décerné à trois chercheurs issus de MINES ParisTech: **Paul Malisani** (CAS MINES ParisTech) pour ses travaux sur le pilotage dynamique de l'énergie du bâtiment, **Sam Cuvilliez** (Centre des Matériaux MINES ParisTech & ONERA) pour ses recherches sur les micro-fissures, et **Benoît Allibe** du Cired (P04 MINES ParisTech), pour ses travaux de modélisation des consommations d'énergie du secteur résidentiel français.

**Marine Agogué** (CGS MINES ParisTech), prix de la meilleure thèse de l'Association internationale de management stratégique, pour sa recherche « *Modéliser l'effet des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles* ».

Prix « **Jean Bourgeois** », décerné par la SFEN (Société française d'énergie nucléaire), à **Arthur Hellouin de Menibus**, pour sa thèse réalisée au SEMI (Service d'études des matériaux irradiés), sous la direction de Jérôme Crépin et Jacques Besson (Centre des Matériaux MINES ParisTech).

Prix de thèse « **Politiques publiques** », décerné à **Benjamin Lemoine**, pour son travail intitulé « *Les valeurs de la dette. L'état à l'épreuve de la dette publique* », mené au CSI MINES ParisTech.



Le Prix de thèse ParisTech 2013, récompense **Delphine Bresch-Pietri**, docteur et ingénieur de l'École, pour ses travaux réalisés au CAS MINES ParisTech. Ce prix, créé il y a 10 ans, distingue pour la 4<sup>e</sup> fois un étudiant du Centre automatique et systèmes de MINES ParisTech. À ce jour, 28 prix ont été délivrés, dont 9 à des docteurs de l'École.



**Francesca Musiani**, chercheuse au CSI MINES ParisTech, lauréate du prix de thèse Informatique & Libertés, décerné par la CNIL.

Le prix **Pierre Londe** (du Comité français de mécanique des roches) est attribué à **Laura Blanco-Martin** pour son travail sur « *l'étude théorique et expérimentale du boulonnage à ancrage réparti sous sollicitations axiales* », réalisé au Centre de Géosciences MINES ParisTech.

**Rémi Morilleau** et **Arthur Stril** (ingénieurs élèves 3A du Corps des mines) obtiennent le 2<sup>e</sup> prix du **Challenge « Administration 2020 »** (60 candidats).

### PRIX PUBLICATIONS

Prix **Syntec** du meilleur ouvrage en recherche appliquée en management pour « *Refonder l'entreprise* », de **Blanche Segrestin** et **Armand Hatchuel** (CGS MINES ParisTech).

Prix du meilleur article du 21<sup>e</sup> volume du JTST. **Olivier Amsellem** (Schlumberger, thèse MINES ParisTech), **François Borit** (MINES ParisTech), **Dominique Jeulin** (MINES ParisTech), **Vincent Guipont** (MINES ParisTech),



SAS PIGM'Azur fabrique des pigments naturels résistants aux milieux agressifs et respectueux de l'environnement.

**Michel Jeandin** (MINES ParisTech), **Elodie Boller** (ESRF grenoble) et **Frédéric Pauchet** (Schlumberger) sont co-auteurs de l'article " *Three-Dimensional Simulation of Porosity in Plasma-Sprayed Alumina Using Microtomography and Electrochemical Impedance Spectrometry for Finite Element Modeling of Properties*", paru dans le *Journal of Thermal Spray Technology*. Un jury, composé de 22 scientifiques spécialisés internationaux, lui a attribué le prix du meilleur article du 21<sup>e</sup> volume du JTST. Ce travail a été qualifié de découverte majeure dans le domaine de la microtomographie et de la caractérisation des microstructures en général.

**Best Student Paper Award** et **Best Presentation Award**, deux prix décernés à **Martyna Poreba** (CGS MINES ParisTech) à la conférence MMT'2013 (International Symposium on Mobile Mapping Technology), à Taiwan début mai 2013, pour son article : « *Line Segment-Based Approach for Accuracy Assessment of MLS Point Clouds* ».

**Yehia Eissa**, doctorant (Centre O.I.E. MINES ParisTech), est lauréat du **Desert Energy Best Paper Award**, décerné par la société allemande Dii GmbH, pour son article.  
« *Artificial Neural Network Based Model for Retrieval of the Direct Normal, Diffuse Horizontal and Global Horizontal Irradiances Using SEVIRI Images* ».

**Anne Kurasiak**, élève du Mastère Spécialisé OSE, a reçu le **8<sup>e</sup> prix Génération énergie**, saison 5, pour l'article « *le citoyen au cœur de la maîtrise des flux électriques* ».

**Fanny Dabard**, élève du Mastère Spécialisé IGE, a reçu le **1<sup>er</sup> prix du**

**concours Génération mobilité** pour l'article « *La ville intelligente, ultime utopie avant un chaos urbain généralisé* ».



**Hayato Hagi**, doctorant (CES MINES ParisTech), lauréat du **Prix du meilleur poster** de la Conférence internationale PRES'13! Ce prix récompense ses travaux sur « *l'évaluation des stratégies de recyclages des fumées dans une centrale à charbon pulvérisé fonctionnant en oxy-combustion, à l'aide d'une méthode d'analyse exergétique* ».

**Jeremy Veysset**, doctorant (Cemef MINES ParisTech), **prix du meilleur poster** de la 4<sup>e</sup> édition du Workshop international **Tetrahedron** pour sa contribution « *NURBS immersed volume method for solving conjugate heat transfer and turbulent flows* ».

## DIVERS

**Prix de l'étude de cas** au Festival du film universitaire pédagogique 2013 pour le « **serious game** » baptisé « **le robot tueur** » (enquête technico-policière sur un problème de rupture), élaboré par la Cellule TICE sur un scénario proposé par le Centre des matériaux (cf p15).

**1<sup>er</sup> prix du concours photo**, organisé par l'association SEMPA (Scanning Electron Microscope Philips Association)

pour Fabrice Gaslain, ingénieur de recherche au Centre des matériaux. Photographie d'un squelette à base de silice d'un phytoplancton, dont le diamètre est d'environ 30 micromètres.

**2<sup>e</sup> prix du Salon des Inventeurs** de la ville d'Antony, pour L3D2, prototype de « **Système Mobile de Cartographie** », développé au Caor MINES ParisTech. Ce véhicule équipé de capteurs de perception 3D (scanner laser, caméras) et de localisation (GPS, Centrale inertielle, odomètres) permet d'effectuer des mesures précises de la géométrie des villes et des routes qu'il traverse, et ainsi de réaliser des cartographies 3D des environnements parcourus.

**Prix de l'innovation** des Doctoriales ParisTech 2013, décerné à **Cyprien Karolak** (doctorant au Cemef MINES ParisTech) et à son équipe, pour leur projet de pare-brise anti-éblouissement.

## ENTREPRISE

**Une reconnaissance pour les nanodiamants fluorescents co-inventés à MINES ParisTech.**

**DiamLite**, dont les porteurs de projet sont **Alain Thorel** (Centre des Matériaux MINES ParisTech) et **Patrick Curmi** (Inserm), a été primée dans la catégorie Création/ Développement au **concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes**, organisé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

**YesPark**, projet développé au sein de l'option Innovation et entrepreneuriat, par **Thibaut Chary**, élève de troisième année remporte le concours 101 Projets. À la clé : 25 000 euros d'investissement dans une future start-up.

**Création de la SAS PIGM'Azur**. Issue de collaborations de recherche du CEMEF MINES ParisTech et du LPMC – Université de Nice Sophia Antipolis, cette société développe et fabrique des pigments naturels résistants aux milieux agressifs et respectueux de l'environnement.

# INTERNATIONAL ET PARTENARIATS

MINES ParisTech entretient de multiples partenariats et rayonne au cœur de réseaux réputés. Grâce à toutes ses alliances, l'École mobilise des compétences dans le monde entier et met au service de ses étudiants des programmes originaux et de grande qualité.

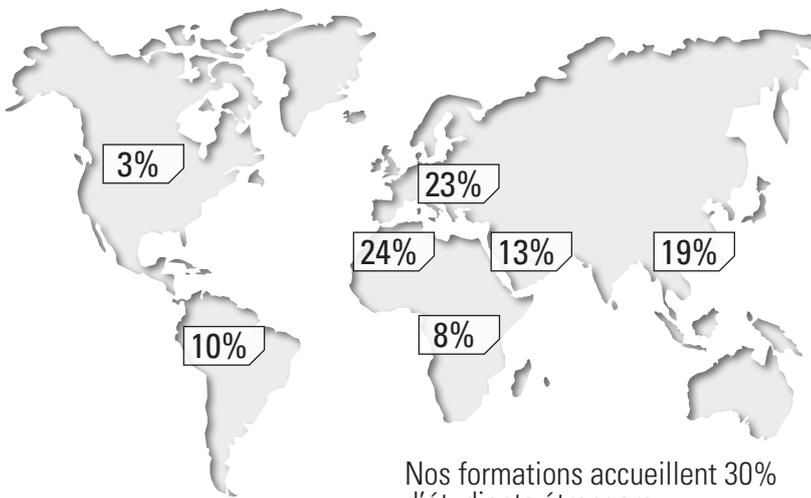
## SEMESTRE D'ÉCHANGE ACADÉMIQUE « S3 »

Depuis près de 10 ans, les étudiants du cycle Ingénieurs civils ont la possibilité d'effectuer le 3<sup>e</sup> semestre de leur scolarité dans une université étrangère sélectionnée par l'École.

En 2013/2014 :

- 8 étudiants sont partis en échange aux États-Unis (MIT et CalTech)
- 4 étudiants au Canada
- 2 étudiants à Singapour
- 2 étudiants à Hong-Kong
- 1 étudiant à Séoul
- 1 deuxième étudiant en Chine, à l'Université Shanghai Jiaotong
- 1 étudiant au Technion, en Israël
- 2 étudiants à la PUC Pérou, à Lima
- 1 étudiant à l'Université d'Etat de Novossibirsk, en Russie

Durant cet échange, les étudiants suivent des enseignements de Master et, selon les accords, réalisent une première expérience de recherche.



Nos formations accueillent 30% d'étudiants étrangers

## 111

étudiants étrangers ont participé à la formation Ingénieurs civils

## 146

étudiants étrangers sont inscrits en études doctorales

## 54

auditeurs étrangers sont inscrits en mastères spécialisés

## 51

nationalités sont représentées dans nos formations

## UNE RECONNAISSANCE INTERNATIONALE REMARQUABLE

### ACCUEIL DES « FULBRIGHT INTERNATIONAL EDUCATION ADMINISTRATORS »

MINES ParisTech a eu l'honneur d'être choisie par la Commission franco-américaine d'échanges universitaires et culturels (ou Commission Fulbright) comme école d'ingénieurs emblème de l'excellence française. Trois représentants des universités new-yorkaises, Columbia et SUNY College at Old Westbury, et de l'ONG World Education Services, spécialistes des questions de formations et d'échanges internationaux ont été accueillis à l'École en octobre 2013. Ils accompagnaient le Directeur de la Commission franco-américaine, Arnaud Roujou de Boubée. Des présentations des spécificités de l'École en terme de formation, de recherche, d'échanges internationaux et une visite du Musée de minéralogie ont permis



d'ouvrir des discussions fructueuses entre participants français et américains.

### TOP 5 DES NATIONALITÉS LES PLUS REPRÉSENTÉES :

Chine : 17%

Liban : 14%

Maroc : 14%

Tunisie : 12%

Russie : 5%

## INAUGURATION DE L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS PARISTECH SHANGHAI JIAOTONG

Lors d'une visite de 2 jours en Chine, le Président de la République, François Hollande, a inauguré le 26 avril 2013, en présence des étudiants, des autorités chinoises et françaises et des représentants d'entreprises françaises, l'École d'ingénieurs ParisTech Shanghai JiaoTong. MINES ParisTech a piloté la création de cette école qui associe également, l'École Polytechnique, l'ENSTA ParisTech et Télécom ParisTech à la prestigieuse université chinoise Shanghai JiaoTong. Belle reconnaissance pour ParisTech Shanghai JiaoTong qui s'affirme comme l'école pilote de l'internationalisation des grandes universités chinoises avec la France.



## DES RÉSEAUX POUR RÉALISER DES PROJETS AMBITIEUX

**PSL** RESEARCH UNIVERSITY **PSL : UN CAMPUS DE RANG MONDIAL AU CŒUR DE PARIS**

Depuis le 18 décembre 2013, MINES ParisTech est membre fondateur de la Fondation de coopération scientifique Paris Sciences et Lettres. Labellisé Idex, PSL rassemble 20 institutions d'enseignement supérieur et de recherche prestigieuses, situées à Paris, pour l'essentiel dans le Quartier latin. Ces insti-

tutions partagent une culture commune, qui repose sur l'excellence scientifique et une sélection très exigeante des étudiants. Elles couvrent des champs disciplinaires très larges allant des mathématiques aux humanités classiques, et de la santé à la création artistique.

<http://www.univ-psl.fr>

**ParisTech** INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY **PARISTECH : UN RÉSEAU ACTIF DE GRANDES ÉCOLES**

L'École est membre fondateur de ParisTech (créé en 1991 ; établissement public de coopération scientifique, depuis 2007), rassemblant douze des plus prestigieuses grandes écoles françaises couvrant l'ensemble des sciences et technologies. La mise sur pied

de projets internationaux est le domaine par excellence où l'action des écoles membres de ParisTech s'exerce de manière collective.

[www.paristech.fr](http://www.paristech.fr)



**L'INSTITUT MINES-TÉLÉCOM : « UN ESPACE PRIVILÉGIÉ DE COOPÉRATION »**

Mis en place par décret, le 1<sup>er</sup> mars 2012, l'Institut Mines-Télécom rassemble toutes les écoles des mines et des télécoms, sous la tutelle du ministère de l'Industrie. Tout en gardant leur personnalité morale, les écoles des mines, rattachées à cet Institut, bénéficient d'un espace privilégié de coopération grâce à un maillage territorial assez important. « Cette fédération nous

permettra d'être plus facilement connectés aux PME. C'est en effet l'une de nos priorités car nous avons surtout développé nos relations avec les grandes entreprises où vont travailler généralement nos élèves », souligne Romain Soubeyran, directeur de MINES ParisTech.

[www.mines-telecom.fr](http://www.mines-telecom.fr)

**TOUS LES ÉLÈVES INGÉNIEURS CIVILS FRANÇAIS DE LA PROMOTION 2010 ONT EFFECTUÉ LEUR STAGE INGÉNIEUR À L'ÉTRANGER, DONT :**

**57 %**  
en Europe

**14 %**  
en Amérique du Nord

**17 %**  
en Asie (dont Russie) et Australie

**5 %**  
au Moyen-Orient

**5 %**  
en Afrique

**2 %**  
en Amérique du Sud

# ENTREPRENEURIAT ET RELATIONS ENTREPRISES

MINES ParisTech, grande école d'ingénieurs française, est marquée par sa culture entrepreneuriale qui irrigue l'ensemble de ses formations et sa recherche partenariale. L'École favorise par ailleurs le développement de relations fortes et durables entre ses étudiants et le monde économique, aussi bien avec des entreprises françaises, qu'internationales.

## PÔLE ENTREPRENEURIAT



Pour POLLEN, le pôle entrepreneuriat de MINES ParisTech, l'année a été marquée par de nombreux événements.

Plusieurs projets portés par des élèves de l'option Innovation et Entrepreneuriat ont été primés en 2013 :

- Twinkler, porté par Jules Marcilhacy et Arnaud Drizard, a fait partie des 10 projets sélectionnés, parmi plus de 200, pour intégrer le prestigieux incubateur international IGNITE100 au Royaume-Uni ;
- HipMe, porté par Simon Fréour, a gagné le 10<sup>e</sup> Mash-Up Paris ;

- YesPark, porté par Thibaut Chary, a été lauréat du concours « 101 projets », organisé par Marc Simoncini, Xavier Niel et Jacques-Antoine Granjon, trois grands patrons de la net économie ;

- 1Year1Book, porté par un ancien élève de l'option, Romain Hill, a également été lauréat de 101 projets.

> **Contact**  
Philippe Mustar

## CRITEO AU NASDAQ : LA « SUCCESS STORY » FRANÇAISE

Un succès entrepreneurial de MINES ParisTech. La société CRITEO, dont deux des trois créateurs, sont de jeunes anciens élèves de l'École, est entrée en bourse au Nasdaq avec une valorisation de 1,7 milliard de dollars, à New-York en octobre 2013. Elle est devenue la « success story » française de l'Internet.



## LES MERCREDIS POLLEN



La première série de mercredis POLLEN, conférences au cours desquelles des entrepreneurs présentent leur expérience mais aussi un nouveau secteur (Big data, objets connectés, crowdfunding, etc.) a connu un fort succès.

Philippe Mustar et Navi Radjou à MINES ParisTech, dans le cadre des Mercredis POLLEN.

## TAXE D'APPRENTISSAGE

MINES ParisTech a été habilitée en 2013, à délivrer un diplôme d'ingénieur par apprentissage (voir Focus, page 17). L'École est dorénavant habilitée à collecter la taxe d'apprentissage en catégories C et B par cumul et aussi le quota en apprentissage.

> en savoir +

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

## CAMPAGNE DE DÉVELOPPEMENT, UN NOUVEAU COUP D'ENVOI

La Campagne de levée de fonds 2008-2012 a été clôturée par l'inauguration, en avril 2013 à l'École, d'un Mur des donateurs. Son bilan, très positif, se mesure à l'aune d'une large mobilisation de plus de 600 donateurs privés et de 50 entreprises, et d'un indéniable succès financier : 23,5 millions d'euros collectés et 18 chaires créées !

La Campagne 2014-2018 se prépare activement grâce à la mise en place d'un Comité de soutien, constitué de dirigeants de grandes entreprises (CGG, BNP Paribas, Valéo, Eramet, Pernod Ricard, Areva, Itron, Ponticelli etc.).

## LES CHAIRES INDUSTRIELLES ACTIVES À L'ÉCOLE, FIN 2013

Nom de la Chaire	Écoles partenaires	Entreprises partenaires
Durabilité des matériaux pour la génération d'énergie	École des Ponts ParisTech	EDF, GRT Gaz
Matériaux avancés pour le nucléaire	/	Areva
Bioplastiques	/	Arkéma, L'Oréal, Nestlé, PSA, Schneider Electric
Eco-Conception	École des Ponts ParisTech, Agro ParisTech	Vinci
Modélisation prospective et développement durable	École des Ponts ParisTech, Agro ParisTech	Schneider Electric, Ademe, EDF, Total, Renault
Théories et méthodes de la conception innovante	/	Thales, Renault, Dassault Systèmes, RATP, Vallourec, STMicroelectronics, SNCF
Eau pour tous	/	SUEZ
Économie des médias et des marques	/	Vivendi, Groupe Lagardère
Captage, transport et stockage du CO <sub>2</sub>	/	Air Liquide, EDF, GDF Suez, Lafarge, Le grand port maritime du Havre, La Communauté de l'agglomération havraise, la Ville du Havre, Total
Logistique urbaine « Frelon »	/	RATP, GT Location, L.R. Services, Monoprix, La Poste, Cemafroid, Siemens
Daher	Mines de Nantes	Daher
Robotique et réalité virtuelle	/	PSA
Résilience et sécurité	/	Afnor, GDF-Suez, SNCF, Total
Intellectual property and markets for technology *	Télécom ParisTech	Air Liquide, Microsoft, Philips
Commodities *	/	OCP (Office chérifien des phosphates)

\* Les 2 nouvelles chaires créées en 2013



La Fondation MINES ParisTech (anciennement FI3M) a été créée en 1946 et déclarée d'utilité publique en 1947. Son rôle est de partager et soutenir, dans le cadre défini par ses statuts, les ambitions de MINES ParisTech. D'importants avantages fiscaux sont accordés pour les versements à la Fondation.

Pour les particuliers :  
 réduction d'impôt de 66 % du montant versé, dans la limite de 20 % du revenu imposable ;  
 réduction d'ISF de 75 % du montant versé, dans la limite de 50 000 euros.

Pour les entreprises : réduction d'impôt de 60 % du montant versé, dans la limite de 0.5% du chiffre d'affaires.

## LES ENTREPRISES ET LES ÉLÈVES

Tout au long de l'année scolaire, les entreprises ont l'occasion de multiplier les contacts avec nos élèves - ingénieurs, mastériens ou doctorants. Elles peuvent les rencontrer sur les forums, lors de soirées d'échanges ou de dîners de présentation, ou bien lors de tables rondes consacrées à un métier.

Les entreprises sont invitées à participer aux manifestations majeures de l'École (colloques, conférences, ateliers, etc.) et à développer des collaborations pédagogiques et de recherche.

Elles ont également la possibilité de recruter nos élèves, en déposant offres de stages et d'emplois gratuitement sur le site internet de l'École.

> **Contact**  
 Johanna Ducret



# CULTURE SCIENTIFIQUE

L'École propose à ses étudiants et enseignants-chercheurs un cadre d'études et de travail exceptionnel. Documentation électronique, archives ouvertes, valorisation du patrimoine... À MINES ParisTech, la culture scientifique emprunte différents canaux et repose largement sur les compétences des services communs.

Un réseau de bibliothèques, implanté sur les 4 sites de l'École, au service de la communauté d'élèves et de chercheurs. Des livres, des revues, mais aussi, et surtout, des accès aux grandes bases internationales de documentation électronique.

Le Musée de minéralogie constitue l'une des plus belles collections mondiales de minéraux. Son contenu et son environnement architectural en font un lieu unique d'accueil et de découverte pour le grand public et les visiteurs de l'École.

Le Centre de calcul et des systèmes d'information (CCSI) offre son expertise à tous les personnels et étudiants, mettant à disposition de chacun les outils d'informatique et de communication indispensables à son activité.

Les Presses des Mines proposent une solution éditoriale nouvelle et adaptée aux travaux scientifiques de haut niveau. À ce jour, 230 ouvrages (14 collections !) et plus de 500 auteurs.



Un lieu exceptionnel et des équipes compétentes.

## DES RESSOURCES DOCUMENTAIRES ET PATRIMONIALES VALORISÉES

La création d'un pôle d'acquisition pour structurer l'ensemble des ressources documentaires de l'École et mettre en œuvre une véritable politique documentaire a constitué un point fort de l'activité de la bibliothèque en 2013. À signaler également, la mise en place d'une cellule de coordination des enseignements dans le domaine de la recherche d'information pour démultiplier

les actions de formations déjà existantes, pour mieux les intégrer aux cursus de l'école et proposer de nouvelles formes d'accompagnements des utilisateurs. L'ouverture d'une bibliothèque numérique patrimoniale, pour mettre en valeur l'important travail de numérisation des fonds anciens de l'École et les rendre accessibles à un large public est prévue en début d'année 2014.

## LA BIBLIOTHÈQUE S'IMPLIQUE DANS LE SOUTIEN À LA RECHERCHE

L'investissement dans la mise à jour de l'archive ouverte HAL MINES ParisTech a été particulièrement important en 2013 et la bibliothèque a parallèlement mobilisé ses forces pour aider à

l'élaboration des listes bibliographiques à fournir dans le cadre de l'évaluation des centres de recherche de l'École (AERES).

## « JEU SÉRIEUX » POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA MÉCANIQUE DE LA RUPTURE

Les ECSPER (Études de cas Scientifiques Pour l'Expertise et la Recherche) désignent un ensemble de ressources pour l'enseignement supérieur sous la forme d'études de cas non-linéaires reprenant des concepts du jeu sérieux.

« ECSPER Rupture » introduit des mécanismes ludiques et des éléments humoristiques dans une matière rigoureuse et réputée difficile. L'étudiant endossant le rôle d'un expert scientifique chargé de découvrir les causes d'un accident, ce module permet d'expliquer et de faire vivre une démarche d'expertise en mécanique de la rupture et de fatigue.

Cette création Mines Douai / MINES ParisTech / UNIT / GEV Mines-Télécom a reçu le prix de l'étude de cas au Festival du Film Universitaire Pédagogique en octobre 2013.

L'équipe TICE du CCSI, conceptrice du modèle Topaze pour la création d'études de cas non-linéaires au format numérique dans la chaîne éditoriale Scénari, prépare d'autres modules ECSPER.

> en savoir +

[www.ccsi.mines-paristech.fr/ECSPER/](http://www.ccsi.mines-paristech.fr/ECSPER/)



L'ECSPER Rupture, primé au festival du film universitaire.

## LE MUSÉE S'OUVRE ET DYNAMISE LA DIFFUSION DES SAVOIRS

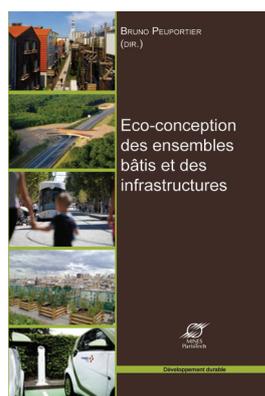
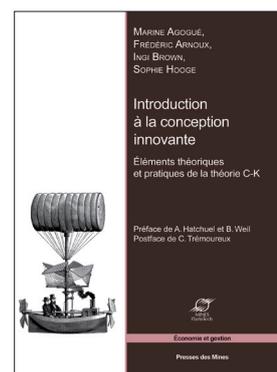
- Refonte du site internet.
- Création d'une page Facebook avec la rubrique « une pierre, un jour », enrichie de deux publications par semaine.
- Introduction de QR codes dans les salles d'exposition, donnant aux visiteurs la possibilité d'écouter et de lire des explications sur les minéraux.
- Curiosités minérales, Un livre d'art et de savoir : plus de 400 images, plus somptueuses les unes que les autres, révèlent au lecteur les richesses des collections du Musée de minéralogie de MINES ParisTech. Chaque image est accompagnée d'anecdotes sur les minéraux, l'histoire de leur découverte, leurs propriétés, ou encore leurs utilisations industrielles.



## LES PRESSES : UNE BELLE CROISSANCE

En 2013, le chiffre d'affaires des Presses progresse de plus de 10%. Cette maison d'édition offre pour la première fois des versions numériques de certains ouvrages. Ces publications sont en vente sur leur site et via leur distributeur Eyrolles (qui les propose à des revendeurs tels que Fnac, Amazon Izibook, Numilog, Apple-ibookstore, Immatériel, TEA, Chapitre, Kobo, etc.).

- 15 300 ouvrages vendus
- 2 nouvelles collections
- 32 nouveaux titres dont 2 issus d'une thèse ; 1 issu d'une HDR et 1 ouvrage en hommage au géologue Michel Demange.



p.16  
INTERVIEW DE  
JÉRÔME ADNOT

p.18  
CYCLE  
INGÉNIEURS  
CIVILS

p.20  
MASTÈRES  
SPÉCIALISÉS

p.21  
LA FORMATION  
CONTINUE

p.22  
DOCTORAT

p.23  
LE CORPS  
DES MINES

# FORMATION

L'un des premiers objectifs des formations à MINES ParisTech consiste à rester proches de la pratique et du concret, qui doivent être connus et maîtrisés à l'aide de savoirs et d'outils théoriques.



## INTERVIEW

**JÉRÔME ADNOT**

DIRECTEUR DE L'ENSEIGNEMENT

### ■ ÊTES-VOUS TROP PETITS POUR EXISTER DEMAIN DANS LA COMPÉTITION INTERNATIONALE ?

**Jérôme ADNOT :** Pour apprécier notre taille il faut raisonner sur l'ensemble des formations diplômantes de l'École. Le chiffre de 1200 étudiants (plus quelques centaines en co-habilitation) peut paraître faible. Mais nous sommes très visibles au niveau international, que ce soit grâce aux Anciens élèves (classement THE) ou grâce à nos alliances. Avec un tiers des étudiants d'origine étrangère, avec une moyenne de onze mois à l'étranger durant le cycle Ingénieurs civils, l'École est aujourd'hui résolument tournée vers l'international. Ainsi le Président de la République a inauguré, le 26 avril, ParisTech Shanghai JiaoTong (PTSJT). Il s'agit d'une école d'ingénieurs conjointe de l'Université de Shanghai JiaoTong (SJTU, l'une des premières universités chinoises dans les domaines de l'ingénierie) avec l'X, l'ENSTA, les Télécom et les Mines. La formation dure 6 ans et est structurée en 3 cycles (pédagogie des CPGE, puis formation d'ingénieur en tronc commun et formation de spécialisation en mécanique et STIC). Environ cent étudiants sont recrutés chaque année sur GaoKao (Bac) et sur entretien sélectif. Ils obtiendront le Master of Engineering de SJTU ainsi qu'un diplôme d'ingénieur de l'École PTSJT, diplôme soumis à l'habilitation CTI.

### ■ VOTRE FORMATION GÉNÉRALISTE EST TRÈS CONNUE ET TRÈS ANCIENNE, CORRESPOND-ELLE AU MONDE ACTUEL, PEUT-ELLE ENCORE ÉVOLUER ?

**J. A. :** Le monde change, et donc les moyens de la création de valeur changent, même si le socle reste stable. MINES ParisTech propose à ses élèves du cycle Ingénieurs civils une formation pluridisciplinaire renouvelée, généraliste, à fort contenu technique, scientifique et socio-économique. Un corps enseignant de haut niveau et des activités pédagogiques diversifiées dispensent un solide bagage de connaissances fondamentales et de savoir-faire pratiques. Nos élèves deviendront de futurs créateurs de richesses et des acteurs de l'innovation dans les entreprises

parce que nous évoluons constamment. Le défi du cycle Ingénieurs civils est d'être la « Graduate School » la plus généraliste du panel CTI, en attirant les meilleurs élèves des classes CPGE, mais aussi en travaillant avec d'autres établissements pour parfaire la formation d'élèves brillants. Parmi nos atouts, une recherche partenariale forte dans nos centres de recherche, un tutorat académique personnalisé et à l'écoute des entreprises. La troisième année du cycle Ingénieurs civils a été aménagée pour permettre des mobilités au sein de l'ITI PSL (ENS, Chimie ParisTech, ESPCI ParisTech, MINES ParisTech). Nous avons créé une option « Affaires publiques et innovation », augmenté le rôle du pôle « Innovation et Entrepreneuriat » et mis à disposition du monde entier de nouvelles ressources en e-learning.

### ■ POURQUOI METTRE EN PLACE DES RECRUTEMENTS D'ÉLÈVES AUTRES QUE CEUX ISSUS DES CPGE ?

**J. A. :** Les entreprises cherchent à introduire de la diversité dans l'encadrement pour s'adapter à un monde changeant. Par l'Admission sur titres nous incorporons au cycle IC des élèves de haut niveau et de profil différent. Nous formons tous les ans des centaines d'ingénieurs diplômés d'autres écoles à cette gestion transverse grâce à nos Mastères Spécialisés, et nous essaïmons en Chine et au Maroc, en nous adaptant à d'autres formations de base. Nous avons aussi commencé à travailler en apprentissage et en formation continue avec des élèves issus de DUT et de BTS. Pour compléter l'ouverture, en 2013, de sa formation d'ingénieurs par apprentissage, l'École participe aussi à des initiatives ambitieuses, mutualisées au niveau licence (classe CPES avec Paris Sciences et Lettres, Institut Villebon-Georges Charpak avec ParisTech) dont elle attend, à terme, une diversification de la population d'ingénieurs.

### ■ FAUT-IL DÉVELOPPER D'AVANTAGE LA FORMATION DOCTORALE CHEZ LES INGÉNIEURS ?

**J. A. :** L'internationalisation des entreprises et la progression de la R&D conduisent à donner plus de valeur au doctorat. En nombre, le doctorat est le deuxième plus important diplôme de l'École. Un important travail a été fait et des progrès sont en cours : meilleure sélectivité lors du recrutement, passage de certains doctorants par l'année pré doctorale de PSL ITI, renforcement des liens au sein de notre ComUe. Un signe des temps : le nombre record, en 2013, d'ingénieurs enchaînant directement en doctorat : 15 % de la promotion.

### ■ LES MASTÈRES SPÉCIALISÉS ONT-ILS UN AVENIR ?

**J. A. :** Nous avons assisté en 2013 à une légère baisse des recrutements due au contexte économique, mais notre « produit » reste le meilleur du marché car issu de nos centres de recherche, en lien direct avec des entreprises qui en général sponsorisent les élèves. L'offre de MS est amenée à évoluer rapidement en raison du modèle de recherche partenariale spécifique à MINES ParisTech et des préconisations des anciens élèves.

### ■ QUELS SONT VOS RAPPORTS AVEC VOTRE TUTELLE ET AVEC L'INSTITUT MINES-TÉLÉCOM ?

**J. A. :** Notre stratégie, élaborée avec notre tutelle, a permis en 2013 la signature d'un contrat d'objectifs et de performance (COP) avec l'État dont les objectifs quantitatifs (2012-2017) sont à moyens budgétaires constants :

- le nombre global de diplômes délivrés augmentera (+ 15 %) en particulier dans le cycle Ingénieurs civils (+7 %), et pour les inscrits en formation sous statut salarié (+6 %);
- les partenariats actifs avec des PME et ETI, augmenteront (+14 %);
- pour nous permettre de devenir un acteur mondial, le nombre d'étudiants étrangers augmentera (+11 %).

## FOCUS



### MINES PARISTECH OUVRE UNE FORMATION INITIALE D'INGÉNIEUR PAR APPRENTISSAGE

L'ISUPFERE (Institut Supérieur Fluides Énergies Réseaux Environnement) propose depuis 1993 à des techniciens supérieurs avec expérience professionnelle de devenir ingénieur en alternance.

À la demande de ses branches professionnelles partenaires, l'École a souhaité compléter cette filière par un cursus en apprentissage. La formation est ouverte à des jeunes de moins de 26 ans, titulaires d'un diplôme BAC+2. Le cursus vise à former des ingénieurs capables de concevoir, installer, exploiter et maintenir des installations énergétiques incluant les énergies renouvelables et les meilleures techniques disponibles dans les secteurs du bâtiment et de l'industrie.

MINES ParisTech répond ainsi aux besoins des entreprises qui désirent consolider leur savoir-faire face aux évolutions techniques et aux exigences croissantes de qualité et d'amélioration de l'environnement. L'accès au métier d'ingénieur par la voie de l'apprentissage participe également à une volonté stratégique de l'établissement d'ouvrir ses portes à des étudiants d'origines sociales plus variées.

> en savoir +

[www.isupfere.mines-paristech.fr/](http://www.isupfere.mines-paristech.fr/)

## ILS EN PARLENT...



Valentine Bleton, Ingénieur civil, Promo 08

J'ai trouvé mon poste par le coaching de l'École



Un ancien élève, chez GDF Suez, m'a orientée vers Tractebel Engineering (...). Aujourd'hui, je conçois, j'installe et je réalise toute la partie mécanique et canalisations des ouvrages gaziers que nous construisons.

Partagez l'expérience de Valentine Bleton, ingénieure d'études mécanique biogaz chez Tractebel Engineering, filiale de GDF Suez, et son plaisir à agir pour la transition énergétique.

RETROUVEZ  
LES TÉMOIGNAGES DE NOS ÉTUDIANTS  
EN VIDÉO SUR  
[MINES-PARISTECH.FR](http://MINES-PARISTECH.FR)



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)

### 15 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 15 options au choix.

#### Mathématiques et mathématiques appliquées

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

#### 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

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

[www.mines-paristech.fr/Formation/Cycle-ingenieurs-civils/Cursus/Approfondissement-Options/](http://www.mines-paristech.fr/Formation/Cycle-ingenieurs-civils/Cursus/Approfondissement-Options/)

# CYCLE INGÉNIEURS CIVILS

Le cycle ingénieur recrute des élèves dans les classes préparatoires et dans les universités françaises et étrangères ou par la « voie spécialisée » (École Polytechnique et Écoles normales supérieures) pour leur offrir une formation d'ingénieur ayant de fortes composantes managériales.

## 3<sup>e</sup> SEMESTRE: UNE SCOLARITÉ « À LA CARTE » PLÉBISCITÉE PAR LES ÉLÈVES

Les élèves de 2<sup>e</sup> année se voient proposer plusieurs possibilités pour le semestre 3 de leur scolarité. De plus en plus d'étudiants saisissent ces opportunités :

- Vingt-trois étudiants ont choisi un semestre dans une université étrangère. Durant cet échange, ils se consacrent soit entièrement à des enseignements, soit à un mi-temps recherche et à des cours, soit complètement à un projet de recherche.

- Vingt-cinq étudiants ont été autorisés à poursuivre un mi-temps recherche de 6 mois dans un laboratoire de la région parisienne : au sein de PSL\* (École Normale, ESPCI ParisTech, Observatoire de Paris, MINES ParisTech), ou à l'École des Ponts, à Polytechnique, etc. Cette immersion de 4 demi-journées par semaine permet à certains élèves d'obtenir des résultats intéressants et de contribuer, en leur nom, aux publications de leur équipe d'accueil dans des revues scientifiques.

## INSERTION DANS LE MONDE DU TRAVAIL

Comme chaque année, la Direction des études réalise des enquêtes auprès des étudiants diplômés (après 1 an, après 2 ans et après 10 ans). Parmi les étudiants diplômés en 2012, 56% ont trouvé leur premier emploi avant d'être diplômés. Sur les 76% qui ont choisi de rejoindre immédiatement le monde du travail, 50% ont rejoint l'industrie et 46% les services.

18% commencent leur vie professionnelle à l'étranger (cf. enquête Premier emploi 2013).

Des séances de coaching d'équipe sont proposées aux élèves de dernière année, au cours desquelles des jeunes anciens les aident à cerner plus précisément leurs envies et leurs attentes pour leurs premiers pas dans leur vie professionnelle. Des séances de type MBTI leur sont également proposées pour les aider à mieux se connaître.

### PREMIER EMPLOI 2013 – Diplômé(e)s en 2012

Taux de réponses: 100%

#### Délais d'obtention

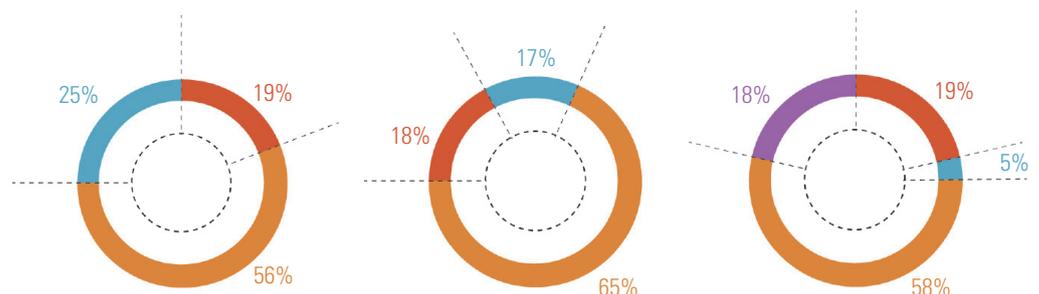
- Avant d'être disponible
- 0 à 2 mois
- Plus de 3 mois

#### Choix géographiques

- Paris, région parisienne
- Étranger
- Province

#### Taille des entreprises

- Grandes entreprises (plus de 5000 salariés)
- ETI (entre 250 et 5000 salariés)
- PME (entre 10 et 250 salariés)
- TPE (moins de 10 salariés)



## CONTROVERSES POUR LES MINEURS ET LES ÉTUDIANTS DE PSL

Depuis la rentrée 2013, l'enseignement de « description de controverses » est ouvert aux étudiants de L2 PSL, filière sciences économiques, sociales et juridiques.

Dans leur futur métier, nos diplômés devront de plus en plus mobiliser leur capacité à analyser des situations de vive controverse (risque technologique, incertitude scientifique, multiplicité des scénarios possibles, conflit de valeur morale ou politique) pour lesquelles il n'existe pas de modélisation assurée, mais qui impliqueront pourtant des décisions.

L'ambition de cet enseignement est de former les étudiants à faire, le moment venu, des arbitrages face à différentes solutions possibles, en anticipant les réactions sociales, morales, économiques, organisationnelles qu'elles peuvent entraîner. Ils doivent donc être capables de cartographier la gamme des positions soutenues.

Cette forme d'objectivité est essentielle : elle suppose la capacité de se familiariser avec un sujet souvent hautement technique dont on n'est pas spécialiste, puis, dans des contraintes de temps très serrées, de rendre une carte des positions des différents intervenants, une explication de leur raisonnement, une interprétation de la dynamique, et enfin, une hypothèse sur sa résolution en prenant en compte toutes ces contraintes et positions. Parmi les sujets traités cette année :

- À qui profite le développement du High Frequency Trading ?
- Faut-il des quotas en faveur des femmes ?
- Peut-on continuer à manger de la viande ?
- Les régimes amaigrissants sont-ils dangereux ?
- Mesurer les coûts et les bénéfices de l'immigration.



# MASTERS

L'École, associée à des universités ou à d'autres écoles (dans le cadre de ParisTech), participe à un nombre significatif de Masters. Parties prenantes dans six Masters internationaux (Mi), destinés à des étudiants étrangers de niveau M2 ou équivalent, et professionnalisant, les enseignants-chercheurs de MINES ParisTech interviennent aussi dans de nombreuses universités au sein des Masters nationaux (Mn), qui constituent des initiations à la recherche.

Intitulé des Master internationaux	Responsable	Établissement leader
Mi_GTESD Gestion et traitement des eaux, des sols et des déchets	A. GAUNAND	ParisTech (Agro)
Mi_MVE Mobilité et véhicules électriques	A. DE LA FORTELLE	ParisTech (A&M)
Mi_SE Stratégies énergétiques	PH. RIVIÈRE	ParisTech (Mines)
Mi_TRADD Transport et développement durable	PH. RIVIÈRE	ParisTech (ENPC)
Mi_REST Énergies renouvelables	D. MAYER	ParisTech (X)
Mi_CARE Énergies propres et renouvelables	D. MAYER	ParisTech (Mines)
Intitulé des Master nationaux	Responsable	Établissement leader
Mn_STAR Systèmes avancés et Robotique	B. D'ANDREA NOVEL	UPMC
Mn_GPX Géophysique	H. CHAURIS	Paris 7
Mn_BME-Paris (Biomedical Engineering)	L. CORTÉ	Paris Descartes et Paris Diderot
Mn_P3M Physique des matériaux, mécanique et modélisation numérique	M. VINCENT	Université de Nice
Mn_OIV Optique, Image et Vision	D. JEULIN	Université de St Étienne
Mn_EDDEE Économie du développement durable, de l'environnement et de l'énergie	M. GLACHANT	Paris Ouest Nanterre
Mn_MODALO Modélisation, optimisation, décision, organisation	M. NAKHLA	Paris IX Dauphine
Mn_MTI Management de la technologie et de l'innovation	A. HATCHUEL	Paris IX Dauphine

L'activité Master de MINES ParisTech, stable en 2013, connaîtra une évolution significative en 2014, dans le cadre de notre ComUe : PSL.

### « MOBILITÉ ET VÉHICULES ÉLECTRIQUES » MEILLEUR MASTER 2013 !

Le supplément Universités & Grandes Écoles du « Monde » a sélectionné les 16 meilleurs masters au titre de 2013. Le Master ParisTech « Mobilité et Véhicules électriques », en partenariat avec RENAULT est lauréat.

Ce Master est opéré par Arts et Métiers (école pilote), ENSTA, École des Ponts et MINES ParisTech (Philippe Rivière et Arnaud de La Fortelle).

<http://www.mastermobilite-ve.com/fr/>

## ILS EN PARLENT...



**Yann Lemoine**, diplômé 2012 du MS franco-chinois International Environmental management (EnVIM)

« I wanted to see how you consider environment when you are managing a company ».

Les points forts de cette formation, entièrement en anglais ? Outre son volet chinois, l'apprentissage de la gestion d'un projet de A à Z : des aspects techniques au volet administratif, en passant par les questions financières et le management d'une équipe.

Découvrez le point de vue de Yann.

<http://www.mines-paristech.fr/WebTV/&?title=Mastères-spécialisés/Yann-Lemoine-Advanced-Master-EnvIM-MINES-ParisTech&id=162700&cat=1332>



**Katia Njolle**, diplômée 2012 du MS Ingénierie et Gestion de l'Environnement

« Cette formation m'a permis d'approfondir certaines problématiques fondamentales telles que la ville durable, le droit de l'environnement, les aménagements urbains... »

Écoutez Katia témoigner, avec son maître de stage, à propos de sa mission industrielle et de la compréhension des processus de production, indispensable pour mieux envisager les procédés et l'impact environnemental associé.

<http://www.mines-paristech.fr/WebTV/&?title=Mastères-spécialisés/MS-IGE-Katia-NJOLLE-et-son-tuteur-industriel-Rio-Tinto-Alcan&id=163247&cat=1332>

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



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)

# MASTÈRES SPÉCIALISÉS

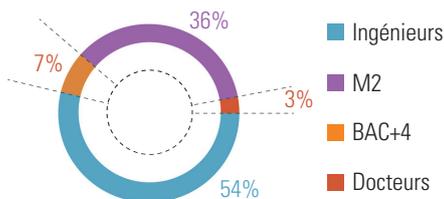
## DES FORMATIONS POST-MASTER DIPLOMANTES

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.

### PRÉSENTATION

MINES ParisTech propose quinze Mastères Spécialisés accrédités par la Conférence des Grandes Écoles. Dix Mastères Spécialisés (MS) et un Executive Mastère Spécialisé (Exe MS) sont directement gérés par l'École. MINES ParisTech participe également à un Mastère Spécialisé et à 3 Executive Mastères Spécialisés en co-accréditation avec des écoles partenaires.

En 2013, 158 élèves sont inscrits en MS et Executive MS à l'École dont 39 % de femmes et 30 % d'étrangers, 19 élèves sont inscrits dans les MS en co-accréditation. Soit au total 177 élèves dans les Mastères Spécialisés de MINES ParisTech.



Diplômes d'origine des étudiants en Mastère Spécialisé, à MINES ParisTech en 2013.

### LES 20 ANS DE L'ISIGE MINES PARISTECH

En 2013, l'ISIGE MINES ParisTech a célébré ses 20 ans. Le centre de formation de l'École, dédié à l'environnement et au développement durable, a mis à l'honneur les quelque 700 anciens étudiants de ses quatre Mastères spécialisés. Une journée les a réunis autour d'une valeur commune : l'engagement sur les questions environnementales. Trois tables rondes, animées par un journaliste d'Actu environnement, autour des thèmes de « l'entreprise », « le territoire et l'engagement personnel », ont permis de mesurer à quel point les anciens élèves, aujourd'hui professionnels reconnus, sont acteurs de la société. Tous les partenaires de l'ISIGE et les anciens étudiants sont repartis avec le livre souvenir, édité à cette occasion, retraçant 20 ans d'histoire durable.

### RENOUVELLEMENT DU PARTENARIAT TSINGHUA – MINES PARISTECH

Le 6 septembre 2013 à MINES ParisTech, l'Université chinoise de Tsinghua et l'École d'ingénieurs ont renouvelé pour trois ans leur accord de double diplôme pour les Mastères Spécialisés ALEF (International energy management) et ENVIM (International environment management).



Signature du partenariat franco-chinois par Si Yuhua, Vice président Tsinghua University et Romain Soubeyran, Directeur de MINES ParisTech

Au programme : un enseignement académique, dispensé en anglais, de 4 mois en Chine et 4 mois en France, et 6 mois de mission professionnelle. À la clé, un double diplôme MINES ParisTech et Tsinghua University.



# LA 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, Économie, management et société.

## EXECUTIVE MS

Les Mastères Spécialisés (MS), créés par la Conférence des Grandes Écoles, permettent d'acquérir une spécialisation ou une double compétence. MINES ParisTech propose une quinzaine de cycles diplômants de ce type, ouverts en totalité, ou par modules, à la formation continue. Certains - les Executive Mastères Spécialisés - ont un planning plus adapté à la formation continue.

## BADGE

Pour s'adapter au mieux aux besoins des entreprises et des individus, les « BADGE » 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.

**masteres-specialises@mines-paristech.fr**  
**badge@mines-paristech.fr**

## LES 10 ANS DU BADGE MANAGEMENT ASSOCIATIF

Plus de cent trente personnes ont participé à la célébration des dix ans du BADGE Management associatif, le 17 octobre 2013. MINES ParisTech et l'ADEMA (association pour le développement du management associatif) proposaient, à cette occasion, une table ronde sur le thème « Des emplois de cadres dans le secteur associatif ? Réalités et perspectives ». Animés par Vololona Rabeharisoa, professeure de sociologie à MINES ParisTech, les débats ont fait entendre les points de vue de Louis Schweitzer, président d'Initiative France, Nathalie Blum, directrice administrative et financière de l'association Les petits frères des Pauvres, et d'Henry Nogues, économiste et président de l'ADDES (association pour le développement de la documentation sur l'économie sociale).



## LE E-LEARNING À MINES PARISTECH

Depuis plus de dix ans, le e-learning a pris son essor à l'école d'ingénieurs, grâce à l'investissement d'enseignants pionniers et à un soutien institutionnel fort. Pour valoriser ces démarches pédagogiques innovantes et promouvoir l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE), la direction de l'enseignement a mis en ligne, sur le site internet de MINES ParisTech, un ensemble de pages illustrant les réalisations dans divers domaines d'enseignement.

Chacun des exemples sélectionnés présente le contexte et les objectifs pédagogiques visés, les auteurs du cours et donne accès librement aux ressources pédagogiques. Les exemples illustrent à la fois la diversité des approches (« jeu sérieux », simulateur, modules sonorisés, cours en vidéo, application mobile...) et la diversité des matières :

- Mécanique et matériaux
- Énergétique et procédés
- Mathématiques et systèmes
- Sciences de la terre et de l'environnement
- Économie, management et société
- Langues, Culture et interculturel

> en savoir +  
<http://www.mines-paristech.fr/Formation/E-learning/>

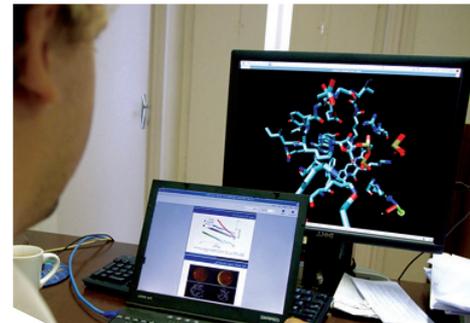
## FORMATION CONTINUE QUALIFIANTE

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

- Ressources naturelles
- Environnement & Développement durable
- Énergie & Génie des procédés
- Mécanique & Matériaux
- Informatique & Systèmes d'information

MINES ParisTech offre également la possibilité de se perfectionner au sein de ses centres de recherche et propose aux chercheurs, ingénieurs et techniciens des entreprises et des services publics, des stages de formation aux technologies de pointe, dans de nombreux domaines.

**executive-professional-education@mines-paristech.fr**



# 47

sites pédagogiques ouverts sur Libres Savoirs

# 50

espaces de cours

# 500

utilisateurs sur la plateforme Campus

# 140

cours avec des documents pédagogiques en ligne pour le cycle Ingénieurs civils

## ILS EN PARLENT...



**Milena Klasing-Chen**, Doctorante au CGS MINES ParisTech

«... Work with people that are amazing and (...) always available»  
Milena, étudiante brésilienne, effectue une thèse en convention Cifre avec la RATP. Au sein du Centre de gestion scientifique de MINES ParisTech, elle mène des recherches sur la réduction des coûts du transport public.

Découvrez son témoignage d'étudiante au cœur d'un centre de recherche.

<http://www.youtube.com/watch?v=bWEEenIKcF4>



**Amel Oumbe**, Docteur O.I.E. MINES ParisTech

«... L'occasion d'avoir une carrière passionnante et de servir la planète»  
Aujourd'hui ingénieur de recherche en énergie solaire chez Total - Énergies nouvelles, à Abu Dhabi, Amel Oumbe a développé, au cours de sa thèse, financée par un projet européen, une nouvelle méthode cartographiant la ressource solaire au sol.

Découvrez son avis sur les compétences scientifiques de MINES ParisTech et la recherche partenariale.

<http://www.mines-paristech.fr/WebTV/&?title=Doctorat/Armel-OUMBE-docteur-MINES-ParisTech-chez-Total-evalue-la-ressource-solaire-en-zones-desertiques&id=165313&cat=1328>

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



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)

# DOCTORAT

MINES ParisTech dispense une formation alliant Science et Entreprise. Pendant les trois années de recherche, le doctorat 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.

## DOCTEURS 2013

103 nouveaux docteurs diplômés dont 30% de femmes et 35% de nationalité étrangère.

L'École, co-accréditée dans 5 écoles doctorales, est habilitée à délivrer le titre de Docteur de l'École nationale supérieure des mines de Paris dans 18 spécialités doctorales :

### Sciences de la terre et de l'environnement :

- Géologie de l'ingénieur
- Hydrologie et hydrogéologie quantitatives
- Techniques et économie de l'exploitation du sous-sol
- Dynamique et ressources des bassins sédimentaires

### Énergétique et procédés :

- Énergétique et procédés

### Mécanique et matériaux :

- Sciences et génie des matériaux
- Mécanique numérique
- Mécanique

### Mathématiques et systèmes :

- Mathématique et automatique
- Morphologie mathématique
- Informatique temps réel, robotique, automatique
- Bio-informatique
- Contrôle, optimisation, prospective
- Géostatistique

### Économie, management, société :

- Économie et finance
- Sciences de gestion
- Socio-économie de l'innovation
- Sciences et génie des activités à risques

## ACCREDITATION DES ÉCOLES DOCTORALES

En 2013, deux écoles doctorales relevant de la vague D ont été favorablement évaluées par l'AERES :

**GRNE 398** (Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement), portée par l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC), avec la notation suivante :



Fonctionnement et adossement scientifique : **A**  
Encadrement et formation : **A+**  
Suivi et insertion : **A**

**EOS 396** (Économie, Organisations, Société), portée par l'Université Paris Ouest, avec la notation suivante :



Fonctionnement et adossement scientifique : **A**  
Encadrement et formation : **A**  
Suivi et insertion : **A+**

Les accréditations de ces écoles doctorales ont été renouvelées pour la période 2014-2018.

## theses.fr UNE VISIBILITÉ AUGMENTÉE POUR NOS THÈSES

Après avoir rejoint le réseau STAR en 2012 pour le signalement des thèses soutenues, MINES ParisTech a rejoint, à la rentrée 2013, le réseau national STEP (Signalement des thèses en préparation), opéré par l'ABES (Agence bibliographique de l'enseignement supérieur), pour recenser ses thèses en cours et les publier sur <http://theses.fr>, le moteur de recherche des thèses de doctorat françaises.

Les thèses de doctorat en préparation (application STEP) sont directement importées depuis DOMINO (le site internet du doctorat à MINES ParisTech), sous réserve d'accord du doctorant.

Le signalement des thèses en préparation contribue à une meilleure visibilité et valorisation des activités de recherche de MINES ParisTech.



# LE CORPS DES MINES

Un cursus ouvert sur le monde économique et l'international, formant des étudiants titulaires du grade de master à des postes de responsabilité dans l'administration, avec l'assurance, pour chaque élève, d'un suivi personnalisé de son développement, tels sont les trois points forts de cette formation dispensée par MINES ParisTech et TÉLÉCOM ParisTech.

## LE CORPS DES MINES SE MET À LA SUPERVISION FINANCIÈRE

Douze élèves ont suivi la première édition du programme d'enseignement optionnel dédié à la supervision financière, à la découverte du monde des marchés financiers, des banques et des assurances.

Organisé avec l'aide de l'Autorité des Marchés Financiers (AMF) et de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR), il a vu le jour suite à l'intégration du corps de contrôle des assurances par le corps des mines.



## UNE 3<sup>E</sup> ANNÉE A L'INTERFACE DU MONDE DE L'ENTREPRISE ET DE LA SPHÈRE PUBLIQUE

Après deux premières années de formation principalement consacrées à des stages longs en entreprise, les ingénieurs-élèves ont l'opportunité de contribuer fortement à l'organisation de leur 3<sup>e</sup> année, placée à la rencontre des sphères publique et privée.

En 2013, plusieurs personnalités de premier plan, issues de l'administration, du monde économique et de la vie politique, ont ainsi répondu à leur invitation :

Des responsables d'administration comme Pierre-Franck Chevet (Autorité de sûreté nucléaire), Patricia Blanc (Prévention des risques), Pascal Faure (Compétitivité, industrie, services) ou Ramon Fernandez (Trésor);

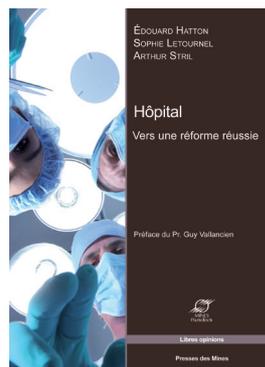
Des dirigeants d'entreprise, comme Jean-Laurent Bonnafé (BNP Paribas), Fabrice Brégier (Airbus), Henri de Castries (AXA), Pierre Lescure (anciennement Canal+) ou Emmanuel Vasseneix (LSDH, PME de la région Centre); Et des hommes politiques comme Jacques Delors (ancien Président de la Commission européenne), Fabienne Keller

(Sénatrice), Edouard Philippe (Député-Maire du Havre), Michel Rocard (ancien Premier ministre) ou encore Hubert Védrine (ancien ministre).



## DES MÉMOIRES DE 3<sup>E</sup> ANNÉE HORS DES SENTIERS BATTUS !

Au cours de leur 3<sup>e</sup> année, les ingénieurs-élèves du Corps des mines effectuent un travail de mémoire en parallèle de leur formation pluridisciplinaire. Encadré par un pilote, chaque binôme ou trinôme dispose des 7 mois de la troisième année pour explorer un sujet concernant les politiques publiques ou la gestion des entreprises. Des « données personnelles sur internet » à la « réforme de l'hôpital », du « trading haute fréquence » au « tourisme », en passant par le « capitalisme patrimonial », le crû 2013 a vu les ingénieurs-élèves apporter leur contribution à des grands sujets de société. Trois d'entre eux seront publiés en 2014, à commencer par « Hôpital - Vers une réforme réussie », édité aux Presses des mines en février.



## ILS EN PARLENT...



**Julien Assoun**, ingénieur du Corps des mines, promotion 2011

« Les atouts de la formation du Corps des Mines ? Trois ans de stage et un an de formation plus académique : l'idéal pour s'adapter au monde du travail, apprendre à conjuguer savoir-être et savoir-faire afin de mieux collaborer avec une multitude d'interlocuteurs et savoir prendre les bonnes décisions sur des enjeux parfois contradictoires et politiques.

Écoutez le témoignage de Julien Assoun, en fonction à la DRIEE depuis l'été 2012, en charge de la sécurité de l'approvisionnement en énergie de l'Île-de-France et de la transition énergétique notamment... Julien évoque son parcours, sa formation et ses perspectives de carrière.



**Caroline Coutout**, élève de 3<sup>e</sup> année au Corps des mines

« ... J'ai adoré la formation, constituée de stages en entreprises et d'un volet « prise de recul » : connaissance administrative, droit, finance, etc. »

Retrouvez le témoignage de Caroline, biologiste, spécialisée en neurosciences cognitives à Normale Sup<sup>®</sup>; sa découverte d'une formation ouvrant à « une infinité de postes, de fonctions et d'entreprises (...) qui permet d'avoir, très jeune, des responsabilités élevées ».

RETROUVEZ  
LES TÉMOIGNAGES DE NOS ÉTUDIANTS  
EN VIDÉO SUR  
[MINES-PARISTECH.FR](http://MINES-PARISTECH.FR)



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)

p.24  
INTERVIEW DE  
DAMIEN GOETZ

p.26  
SCIENCE DE LA TERRE  
ET DE  
L'ENVIRONNEMENT

p.30  
ÉNERGÉTIQUE  
ET PROCÉDÉS

p.34  
MÉCANIQUE  
ET MATÉRIAUX

p.38  
MATHÉMATIQUES  
ET SYSTÈMES

p.42  
ÉCONOMIE,  
MANAGEMENT  
ET SOCIÉTÉ

# RECHERCHE

228 enseignants-chercheurs, 211 ingénieurs et agents techniques et administratifs, et 440 doctorants et post-doctorants : telles sont les forces vives de la recherche de MINES ParisTech. Ces personnels couvrent un champ de disciplines scientifiques très large et se répartissent en dix-huit centres de recherche, organisés en cinq départements scientifiques qui vont des Sciences de la Terre et de l'Environnement à Économie, Management et Société, en passant par Mécanique et Matériaux, Énergétique et Procédés, et Mathématiques et Systèmes.



INTERVIEW  
**DAMIEN GOETZ**  
DIRECTEUR DE LA RECHERCHE

## ■ QUELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES DE LA RECHERCHE À MINES PARISTECH ?

**Damien GOETZ :** Au-delà de la qualité et de l'engagement de ses personnels, la force des structures de recherche de l'École repose sur le recours quasi-systématique à la modélisation et à la simulation mathématique, en s'appuyant sur des outils logiciels développés en interne, sur des plateformes de caractérisation et d'expérimentation de haute technicité souvent spécifiques et uniques, et enfin sur la souplesse et la réactivité que confère le partenariat original mis en place depuis plus de 40 ans avec l'association de recherche contractuelle Armines. MINES ParisTech l'un des principaux établissements d'enseignement supérieur et de recherche en France, a la particularité d'être rattaché au ministère en charge de l'industrie, aujourd'hui le ministère du Redressement Productif. L'École se doit donc de mener une recherche du meilleur niveau académique en relation étroite avec le monde socio-économique.

Sur la période d'évaluation de nos équipes de recherche par l'AERES, les enseignants-chercheurs de l'École ont été à l'origine de plus de 1800 articles dans des revues à comité de lecture, et d'autant de communications dans des conférences à comité de sélection. Plusieurs prix prestigieux sont venus récompenser les travaux menés par des chercheurs de l'École : après le prix Alcan de l'Académie des Sciences pour Yvan Chastel et Rolland Logé en 2008, le prix Dolomieu de l'Académie des Sciences pour Emmanuel Ledoux en 2009, la médaille d'or Acta Materialia pour André Pineau en 2012, 2013 a vu l'attribution du prix Holberg à Bruno Latour, qui a longtemps

développé ses travaux au sein du centre de sociologie de l'innovation de l'École.

La volonté d'une interaction forte avec le monde socio-économique a conduit l'École à développer, dès la fin du siècle dernier, le concept de recherche « orientée », anticipant largement sur le développement actuel de la recherche dite « partenariale ». Les actions contractuelles liées à cette relation étroite avec le monde de l'entreprise permettent à l'École de doubler les moyens qui lui sont attribués par l'État.

### ■ QUELS FAITS RETIENDRA-T-ON POUR L'ANNÉE 2013 ?

**D.G. :** 2013 a d'abord été une année de consolidation.

Consolidation de l'intégration de l'École au sein de l'Initiative d'Excellence PSL, avec l'initiation des premiers projets de recherche en réponse aux appels à projets de l'Institut, l'implication forte dans le développement de l'ITI (Institut de Technologie et d'Innovation), et enfin, l'accession, fin 2013, au statut de membre fondateur.

Consolidation du rattachement à l'Institut Mines-Télécom, qui regroupe les écoles sous tutelle du ministère en charge de l'industrie, dont l'excellent maillage territorial de la France représente un atout majeur pour développer les relations avec les ETI et PME, éléments majeurs de la compétitivité du pays. Enfin, consolidation des investissements dans des projets du PIA, avec en particulier le lancement officiel de l'Institut de Transition Énergétique PS2E, dont l'École est membre fondateur.

2013 a ensuite été une année d'évaluation. Évaluation par l'AERES. L'École a pu se réjouir de l'excellent retour de l'évaluation (amorcé en 2012) de son centre de Bio-informatique qui a conduit à renouveler le partenariat avec l'Institut Curie et l'INSERM (unité U900). Mais l'année aura surtout été marquée par l'investissement très fort de l'ensemble des personnels des autres équipes de recherche dans la préparation tant des dossiers des unités que des comités de visites qui se sont tous déroulés entre novembre 2013 et février 2014. L'évaluation du Carnot M.I.N.E.S ensuite. Labellisé en 2006 lors du premier appel à projets Carnot, renouvelé en 2011 à l'occasion des Carnot 2, le Carnot M.I.N.E.S a confirmé en 2013 sa place de premier Carnot académique et passé avec brio l'évaluation à mi-parcours.

Au-delà des actions évoquées dans le cadre du Carnot, 2013 a enfin été une année de projets, dont les plus marquants sont développés dans les pages suivantes.

### ■ QUELS SONT LES GRANDS PROJETS OU GRANDES AMBITIONS POUR 2014 ?

**D.G. :** En premier lieu, l'École doit terminer en 2014 le processus d'évaluation lancé depuis plus d'un an. Si les unités de recherche ont toutes été évaluées fin 2013-début 2014, l'évaluation de l'établissement, qui constitue une première pour notre institution, se déroulera en 2014.

Ensuite, l'École va poursuivre son investissement sur la dimension académique de ses travaux. L'investissement dans l'élaboration de partenariats scientifiques structurants doit se concrétiser en 2014 par la création d'une nouvelle unité mixte de recherche : i3 (Institut interdisciplinaire de l'innovation), en partenariat avec le CNRS, l'École Polytechnique et Télécom ParisTech. L'intégration dans l'IDEX PSL se prolongera par le développement de partenariats avec des universités internationales de premier plan. La visibilité de l'École doit être développée à travers une plus forte présence dans les programmes de bourses ERC de la Commission européenne.

Enfin, l'École doit se mobiliser en 2014 pour renouveler et renforcer ses liens avec ses partenaires industriels. Cela passe d'abord par une remobilisation des partenariats forts de l'École et une intégration dans les programmes de recherche H2020. Cela passe ensuite par la consolidation et le développement des chaires industrielles de mécénat, en lien étroit avec le comité mis en place par la fondation MINES ParisTech sous la présidence de Robert Brunck pour sa campagne de levée de fond 2014-2018. Cela passe enfin par la concrétisation d'un projet ambitieux de partenariat avec la société Safran, partenariat de long terme avec co-localisation de deux de nos centres de recherche (le centre des matériaux et le centre d'efficacité énergétique des systèmes) avec le centre de R&T Corporate de Safran sur un site d'innovation ouverte développé par le Groupe Safran à Magny-les-Hameaux.



## 1<sup>ER</sup> INSTITUT CARNOT PORTÉ PAR UN ÉTABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE RECHERCHE

**En confirmant en 2013 sa position de premier Institut Carnot porté par un établissement d'enseignement supérieur et de recherche, le Carnot M.I.N.E.S soutient le ressourcement de ses équipes et favorise le développement de synergies entre elles.**

Obtenu en 2006, confirmé en 2011 à l'occasion de l'appel à projets Carnot 2, le Carnot M.I.N.E.S regroupe les équipes de recherche communes aux Écoles des Mines et à Armines, auxquelles s'ajoutent des équipes de l'École Polytechnique et de l'ENSTA. La performance de ses équipes en recherche partenariale sur financement direct des entreprises permet au Carnot M.I.N.E.S de bénéficier d'un abondement de plus de 3 M€. Comme les années précédentes, cet abondement a été consacré à des actions venant en soutien aux recherches émergentes. En 2013, il a notamment permis l'initiation de projets liés à la revalorisation de matière (recyclage de polymères, valorisation de chars de pyrolyse dans la production de syngaz).



> en savoir +  
[www.carnot-mines.eu](http://www.carnot-mines.eu)



## LES CENTRES DE RECHERCHE : DES « ENTREPRISES ACADÉMIQUES »

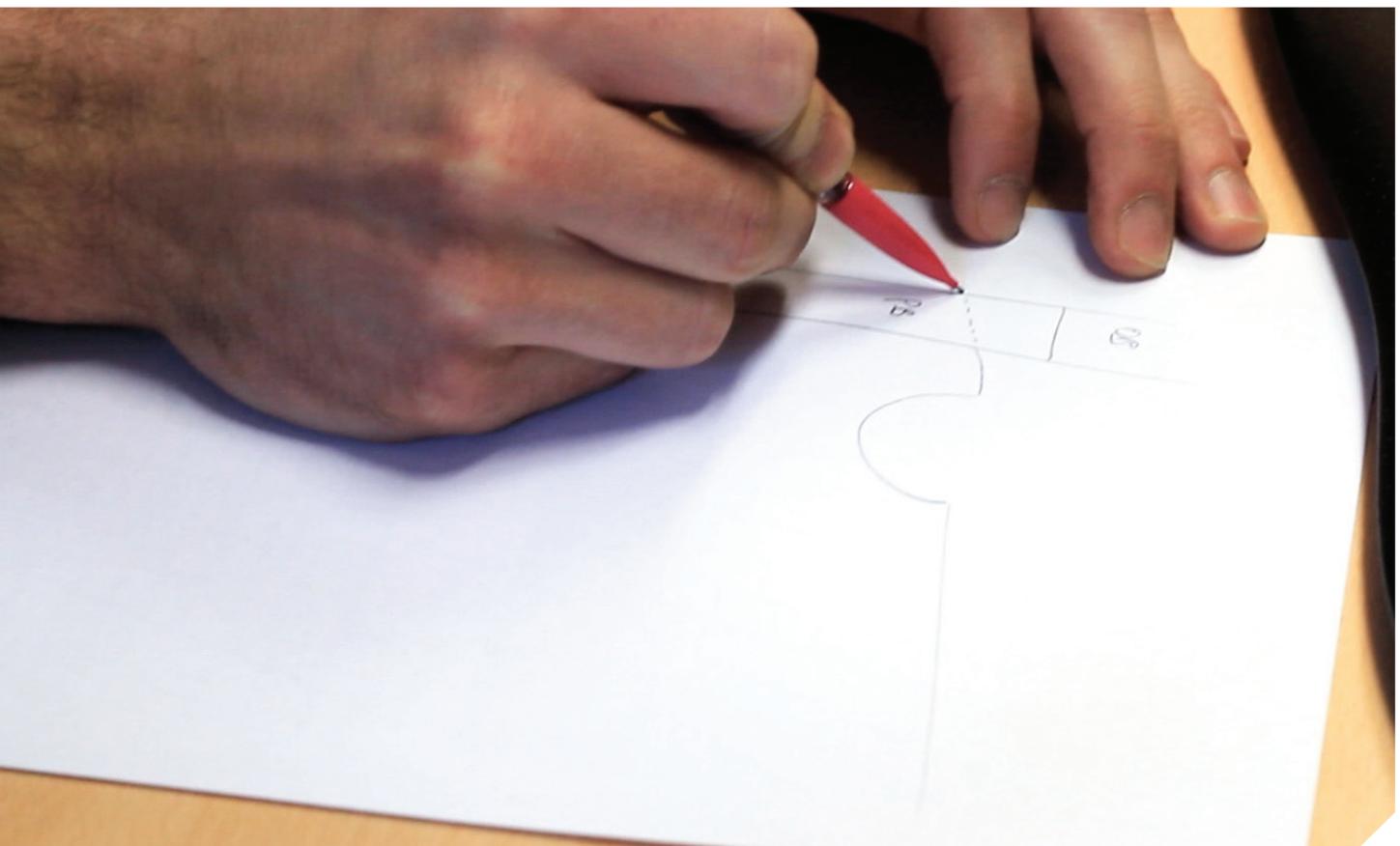
L'association Armines gère la recherche contractuelle de MINES ParisTech et y participe avec ses moyens propres (humains et matériels) présents dans les laboratoires de l'École et financés par les ressources contractuelles. Le « modèle » Armines-École a permis aux centres de recherche qu'elle partage avec MINES ParisTech 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. Aujourd'hui, après plus de 45 ans d'existence, dans un environnement contraint et en mutation, Armines travaille avec MINES ParisTech pour anticiper l'évolution de la recherche « partenariale » qui nécessitera dans le futur un haut niveau de créativité scientifique et des résultats toujours plus rapidement et directement utilisables par les acteurs économiques.

Cette démarche s'appuiera de plus en plus sur Transvalor, filiale de maturation et de valorisation d'Armines.

> en savoir +  
[www.armines.net](http://www.armines.net)

# SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

Après deux décennies durant lesquelles les questions relatives à l'exploitation des matières premières minérales ou des combustibles fossiles étaient passées au second plan, devancées par les préoccupations environnementales, les différents aspects de l'exploitation du sous-sol connaissent un regain d'intérêt, motivé par la question de l'approvisionnement et de la durabilité du développement de nos sociétés.



## 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), 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 dédié à l'environnement et au développement durable de MINES ParisTech. Avec pour maître-mot l'innovation, il forme depuis 20 ans des experts de haut niveau dans le domaine.

« Les activités de recherche couvrent l'essentiel des disciplines scientifiques du domaine des géosciences ».



Trois questions à

**HEDI SELLAMI**

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

### SPÉCIALITÉS DOCTORALES

- **Dynamique et ressources des bassins sédimentaires**
  - Responsable : Isabelle Cojan
- **Géologie de l'ingénieur**
  - Responsable : Roger Cojean
- **Géostatistique**
  - Responsable : Jacques Rivoirard
- **Hydrologie et hydrogéologie quantitative**
  - Responsable : Patrick Goblet
- **Techniques et économie de l'exploitation du sous-sol**
  - Responsable : Michel Tijani

### FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

- **MS IGE: Ingénierie et Gestion de l'Environnement**
  - Responsable : Frédérique Vincent
- **MS ENVIM: International Environmental Management**
  - Responsable : Frédérique Vincent

### FORMATION CONTINUE

- **Formation spécialisée en Évaluation économique d'exploitations minières à ciel ouvert et en souterrain**
  - Responsable : Jean-Alain Fleurisson
- **Formation spécialisée en Géostatistique**
  - Responsable : Gaëlle Le Loch
- **Executive MS MG RSE-DD: Management Global RSE et Développement Durable**
  - Responsable : Jasha Oosterbaan
- **Executive MS SANTÉ: Santé Environnement, enjeux pour le territoire et l'entreprise**
  - Responsable : Jasha Oosterbaan

### ■ QUELLES SONT LES SPÉCIFICITÉS DU DÉPARTEMENT SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT ?

**HEDI SELLAMI :** Le département comprend le Centre de Géosciences, unité de recherche et d'enseignement, et l'Institut Supérieur en Ingénierie et Gestion de l'Environnement (ISIGE), dédié avant tout à l'enseignement. Les activités de recherche couvrent l'essentiel des disciplines scientifiques du domaine des géosciences, avec trois enjeux principaux : améliorer la connaissance des ressources primaires du sous-sol (ressources minérales, hydrocarbures, géothermie) et faire progresser leurs techniques d'exploitation, promouvoir le sous-sol pour le stockage de déchets et d'énergie en grande quantité, et enfin, comprendre et prédire les effets des changements climatiques et des modifications anthropiques sur la ressource en eau et sur les risques naturels. Le département s'implique largement dans l'enseignement, à travers l'animation exclusive des enseignements de terrain de géologie, l'animation, au sein du cycle Ingénieurs civils, de trois options et de deux modules d'initiation aux Métiers de l'ingénieur généraliste (MIG), et par une forte contribution à l'Acte d'entreprendre. Il dispense également des formations continues en gestion des ressources minérales, et des Mastères Spécialisés, dédiés à l'environnement et au développement durable.

### ■ QUELLES ONT ÉTÉ LES RÉALISATIONS EN 2013 ?

**H.S. :** La coexistence de disciplines différentes, mais complémentaires, au sein du même département incite au développement de projets pluridisciplinaires. On peut citer le développement d'un modèle numérique, combinant des processus physiques de dépôts sédimentaires et des algorithmes stochastiques, pour simuler des réservoirs pétroliers de type chenalisés méandriques. Ce modèle, auquel une nouvelle composante géochimique a été intégrée, a ensuite été étendu à la métallogénie de gisements d'uranium de type *roll-front*. Un nouveau logiciel d'optimisation du fonctionnement des systèmes de stockage souterrain d'énergie a également été développé, tenant compte des processus couplés hydro-thermo-mécanique et des sollicitations cycliques caractérisant ces systèmes multi-physiques complexes. Bien entendu, les équipes de recherche ont mis en évidence de nouveaux résultats qui font progresser leur domaine (prix de la meilleure thèse en mécanique des roches, prix de la meilleure thèse sur le stockage/captage du CO<sub>2</sub>). Pour l'ISIGE MINES ParisTech, 2013 a été l'occasion d'ancrer ses divers engagements. L'accord avec l'Université de Tsinghua à Pékin a été renouvelé. Par ailleurs, les liens avec les anciens étudiants et les nombreux partenaires, institutionnels, scientifiques et industriels, ont été à l'honneur pour les festivités autour des 20 ans de l'Institut (voir page 20).

### ■ QUELS SONT LES PROJETS OU AMBITIONS POUR LE DÉPARTEMENT EN 2014 ?

**H.S. :** Plusieurs nouveaux projets seront conduits, concernant la mise en valeur de ressources minérales et énergétiques non conventionnelles et la gestion durable de la ressource en eau. L'année 2014 verra le démarrage de deux importants projets sur des nouvelles approches innovantes de la géothermie profonde, dans le cadre du Programme Investissements d'Avenir, de même que deux autres projets sur le stockage souterrain d'énergie et de CO<sub>2</sub>. Transition écologique, économie circulaire... l'environnement reste une dimension centrale dans l'évolution de nos sociétés. L'ISIGE MINES ParisTech continuera à se renouveler pour former des jeunes diplômés et cadres expérimentés, au fait de ces questions, en France et à l'international.



# PROJETS PHARE

DERNIÈRES ÉVOLUTIONS DU LOGICIEL DE MODÉLISATION FLUMY

**RÉSERVOIRS CHENALISÉS : DE LA MODÉLISATION À L'AIDE À LA DÉCISION**

**M**odélisation. Les dépôts sédimentaires chenalisés, engendrés par la dynamique des fleuves ou des écoulements sous-marins, forment des réservoirs hétérogènes à fort potentiel. Ils peuvent renfermer de grandes quantités d'hydrocarbures, ainsi que des gisements miniers et des réserves en eau.

La raréfaction des énergies fossiles pousse les compagnies pétrolières vers des zones d'exploitation plus complexes, voire vers une remise en exploitation de champs. Il devient alors nécessaire de caractériser de manière détaillée l'architecture interne de ces réservoirs, afin d'optimiser la production tout au long de la vie du gisement.

Des modèles géostatistiques sont classiquement utilisés dans l'industrie pour interpoler les données de forages et reconstituer l'architecture des réservoirs. Cependant, ces derniers ne représentent qu'indirectement les géométries complexes propres aux systèmes chenalisés.

C'est pour répondre à ce besoin que le Centre de Géosciences de MINES Paris-Tech a développé FLUMY, dans le cadre de plusieurs consortiums supportés par BR Petrobras, Eni, Exxon, GDF Suez, IFP-EN, et Shell. Ce logiciel utilise une méthodologie unique au monde, combinant un algorithme de modélisation basé sur les équations de l'hydraulique, à une approche stochastique mimant les processus physiques qui contrôlent la sédimentation. C'est grâce à ce savoir-faire que le Centre de Géosciences a pu mettre au point un outil de modélisation performant et réaliste.

**Aide à la décision.** Les industriels ont recours à des outils complexes de modélisation des réservoirs, afin de piloter et d'optimiser l'extraction de ressources naturelles, ou de suivre la qualité des nappes alluviales. Toutefois, ces logiciels se doivent (1) d'être facilement pris en main par des utilisateurs non-experts, (2) de respecter les données géologiques du sous-sol, et (3) de s'intégrer aux chaînes de travail des compagnies. C'est autour de ces trois points que se concentrent aujourd'hui les efforts des chercheurs associés au projet.

Jusqu'à présent, la construction d'un scénario de modélisation nécessitait une certaine expertise. Le Centre de Géosciences a donc mis au point un pré-calculateur permettant de limiter les paramètres d'entrée du modèle à quelques paramètres clés déductibles des informations géologiques. Cet outil d'aide à la décision ouvre l'utilisation du logiciel FLUMY à des non-spécialistes.

Outre la facilité d'utilisation, les industriels ont également besoin d'outils de modélisation capables de respecter les données de forages ou de prospection géophysique. Si la modélisation des processus hydro-sédimentaires permet de générer des corps réservoirs très réalistes, il est plus difficile de contraindre le modèle afin d'honorer les données de terrain. Le Centre de Géosciences travaille actuellement au développement et à l'amélioration d'un outil de conditionnement en temps réel unique en son genre, où les données de forages influent de manière dynamique sur les paramètres des processus physiques simulés. Les chercheurs envisagent aussi la possibilité d'affiner la phase de conditionnement par un ajustement en *post-processing*, soit une fois la simulation terminée.

Les industriels et les chercheurs souhaitent enfin que la modélisation proposée par FLUMY aille vers toujours plus de précision et se rapproche encore plus de la réalité. C'est en partie chose faite avec les travaux de Benjamin Grappe (qui soutiendra sa thèse en mars 2014), qui ont consisté en une meilleure description de la migration du chenal. De telles recherches ouvrent de nouvelles perspectives, comme l'implémentation d'un module de transport sédimentaire afin d'affiner la représentation des hétérogénéités dans les réservoirs.

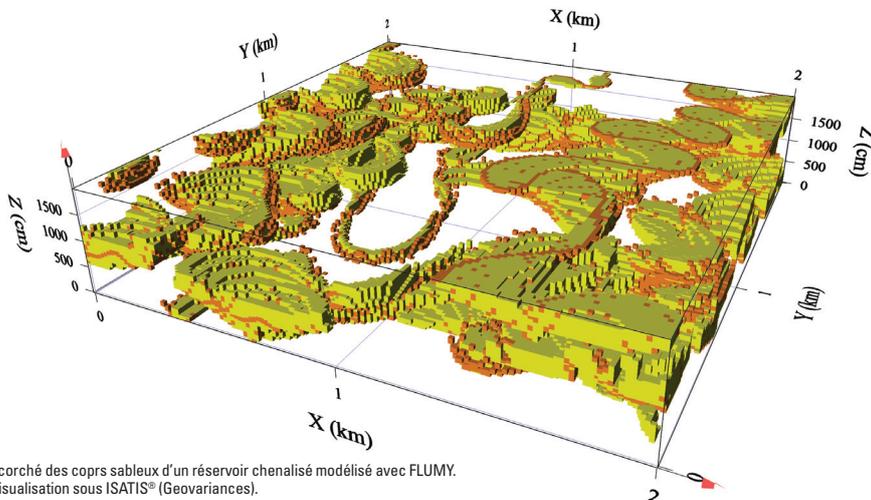
FLUMY est désormais suffisamment mature pour être valorisé. Il est déjà commercialisé sous forme de plug-in dans le logiciel ISATIS de la société Geovariances et disponible, en version *stand alone*, pour une utilisation académique. Le Centre de Géosciences envisage de développer de nouveaux plug-ins, aptes à fonctionner avec les logiciels utilisés par l'industrie pétrolière et minière.

Ces développements récents ouvrent de nouvelles perspectives pour le logiciel FLUMY, et de nouveaux partenaires sont appelés à rejoindre le projet de recherche.

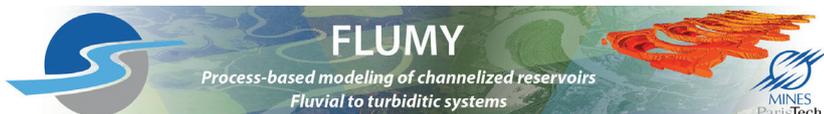
RETROUVEZ  
LE PROJET EN VIDÉO SUR  
MINES-PARISTECH.FR



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)



Écorché des corps sableux d'un réservoir chenalisé modélisé avec FLUMY. Visualisation sous ISATIS® (Geovariances).



> **Contacts**  
Pierre Weill - Fabien Ors

## HYDRODYNAMIQUE ET RÉACTIONS

## LE PÔLE GÉOCHIMIE TRANSPORT (PGT) EST RELANÇÉ

Le PGT est un consortium lancé en 2001, à l'initiative de MINES ParisTech, pour soutenir le développement d'outils de transport réactif : il s'agit de codes permettant de simuler les interactions entre écoulement de l'eau et réactions chimiques des éléments dissous dans l'eau avec les solides constituant une matrice poreuse (sol, roche, mais aussi bétons). Grâce à un financement pérenne et mutualisé, et grâce à l'apport d'un conseil scientifique et aux retours d'une base d'utilisateurs, le centre de Géosciences MINES ParisTech a pu développer et maintenir un code opérationnel, HYTEC, utilisé quotidiennement dans des thématiques aussi diverses que le stockage des déchets radioactifs ou de CO<sub>2</sub>, la durabilité de géomatériaux, les impacts environnementaux ou l'exploitation minière. Après une pause d'un an, le réengagement des associés, pour trois années dans la phase 4 du consortium, à un niveau d'implication constant, est une preuve de la confiance des institutionnels et des industriels partenaires. L'entrée de Bel V, Institut belge d'expertise nucléaire, ouvre le consortium à l'étranger et vient renforcer la dernière mission du consortium : communiquer et améliorer

la visibilité d'HYTEC et du centre de Géosciences à l'international.

> Contact  
Vincent Lagneau

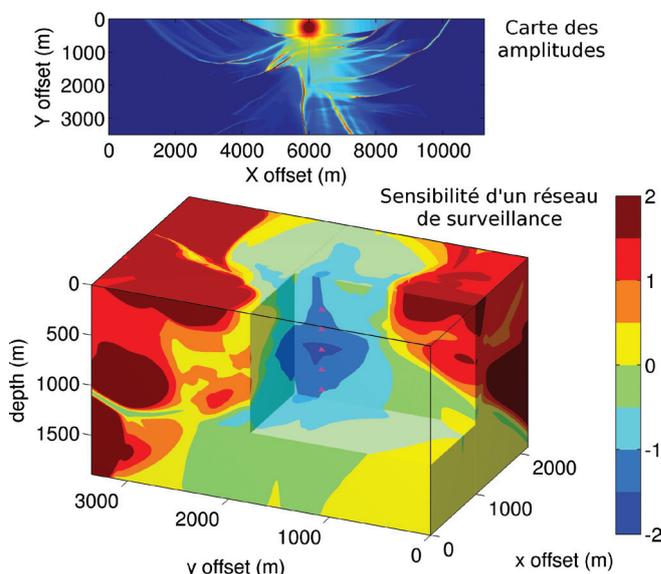


## GÉOPHYSIQUE

## SURVEILLANCE MICRO-SISMIQUE

La surveillance sismique des réservoirs est un enjeu important pour lequel il faut être capable de bien dimensionner les réseaux de capteurs placés à la surface ou dans des puits. Une thèse CIFRE, effectuée dans le cadre d'une collaboration entre la société Magnitude et MINES ParisTech, a été soutenue en avril 2013 (Nidhal Belayouni). Les travaux ont permis de bien prendre en compte l'aspect dynamique de la propagation des ondes pour une prédiction fiable des amplitudes (figure 1). La sensibilité d'un réseau d'écoute micro-sismique est fonction de la disposition des capteurs et du modèle de propagation des ondes (figure 2). L'échelle de couleur donne la plus petite magnitude détectable par le réseau de récepteurs : plus on est loin des capteurs, plus il faudra une magnitude importante pour qu'elle soit détectée. Ces travaux se poursuivent au sein du centre de Géosciences où un ingénieur de chez Magnitude est détaché à plein temps, depuis juillet 2013.

> Contacts  
Mark Noble  
Alexandrine Gesret  
Nidhal Belayouni



OÙ EST PASSÉE L'ÉCOLOGIE ?

## LES DÉBATS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

*Rendez-vous annuel majeur, organisé par Le Monde et McDonald's France, en partenariat avec l'ISIGE - MINES ParisTech et la Chaire Développement durable de Science Po, les débats du développement durable sont l'occasion d'aborder des enjeux de la transition écologique et durable. En 2013, la question centrale « Où est passée l'écologie ? » a été déclinée en deux sous-thématiques : l'alimentation de demain sera-t-elle verte ? et, la transition écologique peut-elle être démocratique ?*

*Après l'intervention du ministre de l'Agriculture, Stéphane Le Foll, agriculteurs, éleveurs, entreprises, responsables de l'action publique et scientifique ont pris tour à tour la parole. Un large panorama de thèmes a été abordé : accès à la nourriture, malnutrition, agriculture intensive et biologique, transition énergétique, ou encore différences culturelles. Un débat complexe et multilatéral s'est engagé, avec une participation forte des étudiants de l'ISIGE en session plénière.*

> Contact  
Frédérique Vincent

# 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 phases 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 spatio-temporelle 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

(PERSEE - MINES ParisTech)

Les activités de PERSEE 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.

« Le Département constitue le socle des activités de MINES ParisTech dans le domaine de l'énergie ».



Trois questions à

**DIDIER MAYER**

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

### SPÉCIALITÉ DOCTORALE

#### ■ Énergétique et procédés

- Responsable : Laurent Fulcheri

### FORMATIONS DE NIVEAU MASTER (DNM)

#### MASTERS INTERNATIONAUX (MI)

##### ■ Mi\_CARE : Énergies propres et renouvelables

- Responsable : Didier Mayer (PERSEE)

##### ■ Mi\_GTESD : Gestion et traitement des eaux, des sols et des déchets

- Responsable : Alain Gaunand (CTP)

##### ■ Mi\_MVE : Mobilité et véhicules électriques

- Responsable : Arnaud de la Fortelle (CAOR)

##### ■ Mi\_REST : Renewable Energy Science & Technology

- Responsable : Didier Mayer (PERSEE)

##### ■ Mi\_SE : Stratégies énergétiques

- Responsable : Philippe Rivière (CES)

##### ■ Mi\_TRADD : Transport et développement durable

- Responsable : Philippe Rivière (CES)

### FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

#### ■ MS\_ALEF : International Energy Management

- Responsable : François-Pascal Neirac (PERSEE)

#### ■ MS\_EnR : Énergies renouvelables

- Responsable : Didier Mayer (PERSEE)

#### ■ MS\_GAZ : Ingénierie et gestion du gaz

- Responsable : Dominique Marchio (CES)

#### ■ MS\_IVE (inter-départements) : Ingénierie des véhicules électriques

- Responsable : Arnaud de la Fortelle (CAOR)

### FORMATION CONTINUE

#### ■ IST « ISUPFERE »

- Responsables : Jérôme Adnot, Dominique Marchio

### CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

#### ■ Chaire Eco-Conception des ensembles bâtis et des infrastructures

- Responsable : Bruno Peuportier

#### ■ Chaire Captage, transport et stockage du CO<sub>2</sub>

- Responsable : Denis Clodic

### ■ QUELLE EST LA SPÉCIFICITÉ DU DÉPARTEMENT ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS ?

**Didier Mayer :** De manière générale, le Département énergétique et Procédés (DEP) s'intéresse aux systèmes énergétiques complexes, en régimes variés, et à la maîtrise de leurs émissions. Les activités de recherche sont organisées selon trois grands axes stratégiques orientés vers l'efficacité énergétique, la décarbonation des procédés et les énergies nouvelles et renouvelables. De manière transverse, une attention particulière est accordée à l'apport des nanomatériaux et aux impacts environnementaux.

Les domaines de compétence, marqués et très complémentaires, permettent d'aborder de nouvelles problématiques utiles à l'étude de la transformation de la matière et de l'énergie. La recherche qu'« abrite » ce Département est à forte composante expérimentale autour de relations collaboratives avec l'industrie, allant jusqu'à la preuve de concept.

Par ailleurs, le DEP participe activement à l'enseignement au sein de l'École, tant au niveau du cycle ingénieurs civils où il anime, entre autres, deux options, « Machines - énergie » et « Procédés - énergie », qu'au niveau des masters et formations spécialisées. Plus d'une centaine d'étudiants passe chaque année dans le Département grâce à l'ensemble de ces formations.

### ■ QUELLES ONT ÉTÉ LES RÉALISATIONS ET/OU LES ÉVOLUTIONS EN 2013 ?

**D. M. :** Comme annoncé en 2012, le DEP est maintenant composé de 4 centres indépendants, le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES), le Centre Thermodynamique des Procédés (CTP), le Centre Observation, Impacts, Énergie (O.I.E.) et le Centre Procédés, Énergies Renouvelables et Systèmes énergétiques (PERSEE). La coordination globale en termes de recherche et d'enseignement est assurée par le DEP. Deux exemples de réalisations marquantes en 2013 :

- Mise en place de l'Institut pour la Transition énergétique ITE PS2E, fin octobre. Le DEP, à travers le CES, y a largement contribué et en est un acteur majeur, aux côtés d'Air Liquide, Total, EDF, CEA, Centrale Paris et Paris XI.

- Organisation du colloque « L'énergie demain », fin mai, qui a permis de mesurer le potentiel recherche de l'Institut Mines-Télécom et d'identifier quelques domaines clés.

### ■ QUELS SONT LES PROJETS/ AMBITIONS POUR 2014 ?

**D. M. :** En termes de recherche, l'année 2014 sera une année de consolidation de nos activités, que ce soit à travers le nouvel ITE PS2E, au sein de nos partenariats industriels ainsi que nos activités à l'international. Le lancement des programmes « Horizon 2020 » de la Commission européenne en est l'un des éléments.

L'une de nos ambitions dans ce cadre est de nous insérer dans les organes de coordination de la recherche, aux niveaux national et européen.

En termes d'enseignement, l'intégration dans PSL, démarrée en 2013, aura un impact significatif sur nos activités.

# PROJETS PHARE

PROJET EUROPÉEN LOVE

## PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ SUR SITE INDUSTRIEL PAR VALORISATION THERMODYNAMIQUE DES REJETS THERMIQUES

Dans de très nombreuses industries, plus de 50% de l'énergie consommée lors du processus industriel se retrouve sous forme de rejets thermiques et est donc perdue. Les usines de production de ciment rejettent notamment cette énergie sous forme de fumées dont la température peut aller jusqu'à 120°C. Le béton étant, après l'eau, l'une des ressources les plus utilisées au monde, de tels rejets thermiques constituent de gigantesques gisements potentiels de valorisation énergétique.

Lancé en octobre 2010 et financé par l'Union européenne, le projet « LOVE » (LOW-temperature heat Valorisation towards Electricity production) visait à démontrer la faisabilité technique et économique de la valorisation de ces déchets thermiques à basse température (< 120°C).

Membre du consortium du projet LOVE, le CES (Centre Efficacité énergétique des Systèmes) a développé un système de récupération d'énergie de ces fumées industrielles issues des rejets thermiques de cimenterie. Après une phase de design, puis de modélisation du système pour en valider les choix techniques, les chercheurs du centre ont réalisé deux prototypes démonstrateurs testés sur banc d'essai en laboratoire, puis sur site en situation réelle.

Le premier prototype, installé chez Holcim, à Hover en Allemagne, était composé d'un système de récupération de chaleur des fumées sortant du broyeur de matières premières et utilisait l'eau comme caloporteur entre les fumées et le système thermodynamique ORC (cycle organique de Rankine). Relié au système ORC le prototype pouvait générer une puissance électrique de 100 kW.

Le second, installé chez CEMEX, à Kollenbach, également en Allemagne, était lui composé d'un système ORC et d'un récupérateur de chaleur de l'air chaud et humide sortant du broyeur de ciment. Sa puissance électrique allait jusqu'à 50 kW. Les premiers retours d'expérience ont confirmé la viabilité de la technologie mise en place. Néanmoins des problèmes de

corrosion et d'oscillations sont rapidement apparus. Sur le site de Holcim, les fumées récupérées, très chargées en soufre et en chlore, se sont avérées plus corrosives que prévu. L'échangeur de fluides (eau – fumées), protégé par l'extérieur, l'avait été insuffisamment à l'intérieur du système. De plus, à chaque arrêt de l'outil de production, l'eau stagnante se chargeait davantage en soufre et corrodait le matériel très rapidement.

Un phénomène d'oscillation du fonctionnement du système (lié notamment à une mise en sécurité de la turbine due aux températures aléatoires des fumées) était également apparu, dégradant l'efficacité du système.

Le remplacement de l'échangeur par des pièces en inox a rapidement résolu le problème de corrosion, l'ajout d'un système de contrôle prédictif a permis de pallier les oscillations du dispositif.

Mais si le projet a pu être validé d'un point de vue strictement technique (les 100kW ont effectivement été produits), des réserves sont apparues quant à sa rentabilité économique.

Les lois de la thermodynamique associées à des calculs économiques montrent qu'il est encore difficile de récupérer de l'énergie d'une source à basse température à des coûts acceptables. En effet, avec un prix de l'énergie relativement bas, un système de production d'électricité de ce type ne deviendrait rentable qu'à partir de 12 ans. Or ceci est difficilement envisageable pour un industriel dont le retour sur investissement se situe en moyenne autour de 2 à 3 ans. Pour le moment, seule une rupture technologique majeure, voire une hausse des prix de l'énergie, pourrait améliorer la rentabilité du système.

D'autres pistes se dessinent néanmoins. Une telle solution pourrait fort bien devenir rentable si l'industriel se voyait obligé de dépolluer ses émissions. Dès lors, il serait possible de coupler le système de récupération de l'énergie à un système de dépollution.

Par ailleurs, les sites de production industriels de cimentiers sont souvent installés dans des zones isolées, loin des centres de production d'électricité. Il peut alors être intéressant de mettre en place ce genre de système, un retour sur investissement long n'étant plus forcément un obstacle.

Les travaux se poursuivent pour réduire le coût de l'électricité produite à partir de cette source gratuite d'énergie.

D'une durée de 42 mois (octobre 2010 - mars 2014), le projet LOVE a été financé par l'Union européenne. Outre le CES, il rassemble l'École polytechnique fédérale de Lausanne, CEMEX, Cryostar, EDF, EnBw, Holcim et Maketec.

RETROUVEZ  
LE PROJET EN VIDÉO SUR  
MINES-PARISTECH.FR

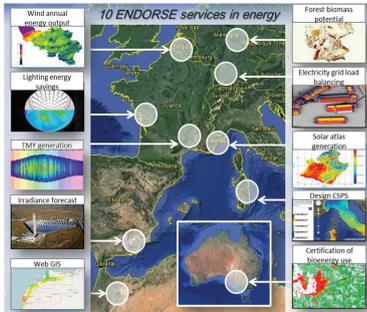


[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)



Les équipes travaillant sur le projet européen LOVE.

> **Contact**  
Maroun Nemer



PROJET EUROPÉEN ENDORSE  
(2011 -2013)

## L'OBSERVATION DE LA TERRE AU SERVICE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'Union européenne s'est engagée à ce que 20 % de l'énergie consommée en 2020 proviennent de sources renouvelables. Durant le projet européen ENDORSE, coordonné par le Centre O.I.E., des PME ont développé des services innovants à destination des marchés et décideurs régionaux, dans les énergies éolienne, solaire et biomasse, ainsi que dans la planification des réseaux électriques et les économies d'éclairage dans les bâtiments. Ces services sont fondés sur l'exploitation des données d'observation de la Terre par des méthodes mises au point par O.I.E. et ses partenaires. Plusieurs d'entre eux sont déjà opérationnels, et servent d'exemples à suivre pour d'autres PME.

> **Contact**  
Lucien Wald (O.I.E.)

## SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES

### PEUT-ON REFROIDIR LES CENTRALES ÉLECTRIQUES SANS EAU DE MANIÈRE ÉCONOMIQUE ?

Le refroidissement actuel des centrales nucléaires nécessite la proximité d'une source d'eau importante. Un des cycles envisagés permettant de pallier cette contrainte est le développement d'un cycle bi-étagé, dans lequel la partie basse pression du cycle vapeur est remplacée par un Cycle organique de Rankine (ORC) condensant sur l'air. Le choix d'un fluide efficace, sain pour l'environnement mais dont les propriétés de transport permettent de minimiser la taille de la turbine ORC et des échangeurs sans dégrader le rendement global de conversion constitue l'une des étapes clés. Pour cela, le CTP, PERSEE et le CES ont collaboré étroitement, dans le cadre d'une thèse financée par EDF R&D Chatou, pour apporter des solutions et méthodes innovantes. Le progiciel THERMOPTIM est maintenant doté d'un serveur de propriétés thermodynamiques permettant la prédiction des propriétés thermophysiques utiles pour le dimensionnement des échangeurs de chaleur. Des simulations en fonctionnement non nominal ont permis de sélectionner des fluides susceptibles d'intéresser EDF. Cette collaboration montre tout le potentiel du département dans le cadre de l'optimisation des systèmes thermodynamiques.

> **Contacts**  
Christophe Coquelet (CTP)  
Renaud Gicquel (PERSEE)  
Philippe Rivière (CES)



Sécheresse.



Centrale nucléaire près d'une rivière.

## NICE GRID

### PREMIER DÉMONSTRATEUR EUROPÉEN DE QUARTIER SOLAIRE INTELLIGENT



NICE GRID entre en phase d'installation (onduleur de très grande taille (Alstom) et batterie de 1MW (Saft), une des plus grandes d'Europe, soit l'équivalent en appel de puissance d'environ 1000 clients).

*Le projet NICE GRID est un démonstrateur de smart-grid « grandeur nature », piloté par ERDF, qui a pour cadre le territoire de Carros, au cœur de la métropole Nice-Côte d'Azur.*

*Impliquant plus de 1500 clients résidentiels, professionnels et collectifs, NICE GRID a pour ambition d'étudier l'ensemble des problématiques liées au concept de réseaux intelligents « du futur ».*

*PERSEE est le partenaire recherche de NICE GRID. Sa contribution est concentrée sur le développement des approches de prédiction de la production photovoltaïque à court-terme et des méthodes de gestion prévisionnelle des unités de stockage intégrées au réseau.*

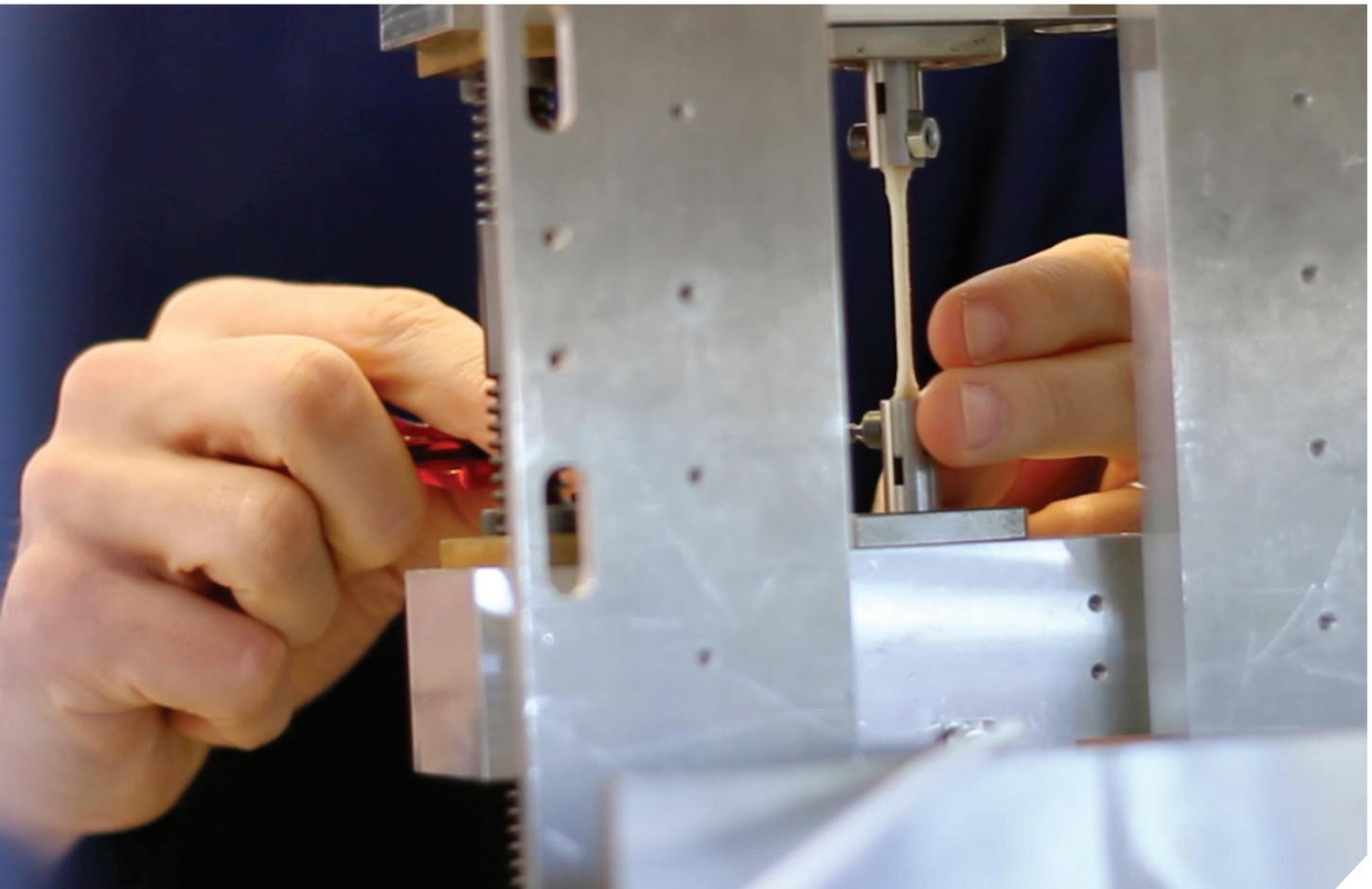
*Le projet NICE GRID rayonne bien au-delà des frontières nationales. En compagnie de six autres projets démonstrateurs européens, il forme GRID4EU, projet phare de la Commission dans le domaine des smart-grids.*

> **Contact**  
Georges Kariniotakis (PERSEE)



# MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX

La technologie contemporaine repose plus que jamais sur la capacité d'élaborer, de mettre en forme et de contrôler des matériaux toujours plus variés et sophistiqués. On songera, par exemple, à l'importance pour notre société de la maîtrise de la production et de l'utilisation de l'énergie qui passe par l'utilisation de matériaux plus résistants, plus légers, plus durables ou plus facilement recyclables.



## 3 CENTRES DE RECHERCHE

### ■ CENTRE DES MATÉRIAUX (MAT – 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) étudie les matériaux de

leur transformation aux procédés de fabrication. Ses recherches expérimentales et numériques visent la compréhension de leur comportement lors de la mise en forme et de son impact sur les propriétés finales.

### ■ LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLIDES (LMS – MINES ParisTech)

Le LMS est une UMR (Unité mixte de recherche - UMR 7649) sous tutelle de l'École Polytechnique, du CNRS et de MINES ParisTech. Ses domaines d'activités principaux sont l'étude du comportement des matériaux, du comportement et de la durabilité des structures, et les problèmes multidisciplinaires. Il est au cœur de nombreux partenariats internationaux et industriels.

**SPÉCIALITÉS DOCTORALES****■ Sciences et Génie des Matériaux**

- Responsables : Jean-Marc Haudin et Jérôme Crépin

**■ Mécanique Numérique**

- Responsable : Thierry Coupez

**■ Mécanique**

- Responsable : David Ryckelynck

**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

**FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS****■ MS MaPMod : Materials, Processing and Modelling**

- Responsable : Katia Mocellin

**■ MS COMADIS : Comportement des matériaux et dimensionnement des structures**

- Responsable : Jacques Renard

**CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE****■ Chaire Durabilité des matériaux pour la génération d'énergie**

- Responsable : Jacques Bessou

**■ Chaire Matériaux avancés pour le nucléaire**

- Responsable : Jérôme Crépin

**■ Chaire Bioplastiques**

- Responsable : Tatiana Budtova

**■ Chaire DAHER**

- Responsable : François Bay

« Tous les matériaux peuvent être considérés comme nouveaux ou en évolution »



Trois questions à

**JEAN-FRANÇOIS AGASSANT**

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

**■ COMMENT DÉFINIR LA SCIENCE DES MATÉRIAUX ?**

**Jean-François Agassant :** La science des matériaux évolue à un rythme élevé :

- dans son objet même car de « nouveaux matériaux » apparaissent régulièrement et les matériaux plus traditionnels subissent des transformations, à la fois en composition chimique et en microstructure, si bien que tous les matériaux peuvent être considérés comme nouveaux ou en évolution ;
- dans les procédés d'élaboration et de mise en forme, toujours plus ingénieux et qui comportent un nombre croissant de dispositifs de régulation permettant un contrôle des processus et une optimisation du produit final ;
- dans la caractérisation expérimentale et la modélisation du comportement des matériaux, indispensables pour la compréhension et la prédiction des phénomènes physiques à différentes échelles ;
- et dans ses méthodes où la simulation numérique intervient pratiquement à tous les stades de la conception, depuis le choix de la formulation jusqu'aux propriétés d'emploi, en passant par les procédés de mise en forme et l'analyse des conditions de sollicitation.

**■ QUELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES DE LA RECHERCHE DANS CE DOMAINE À MINES PARISTECH ?**

**J.-F.A. :** La recherche en Mécanique et Matériaux couvre les thèmes allant de l'élaboration aux propriétés d'emploi des matériaux, en passant par leur mise en forme. L'objectif est à la fois de contribuer à la résolution des problèmes concrets du milieu industriel par une approche mettant en œuvre les connaissances technologiques concrètes et les méthodes scientifiques les plus pointues, et de dispenser une formation opérationnelle (ingénieur, thèse ou mastère spécialisé).

Elle est répartie dans trois laboratoires, le Centre des Matériaux à Évry, Le Centre de Mise en Forme des Matériaux à Sophia Antipolis et le Laboratoire de Mécanique des Solides, commun à MINES ParisTech et à l'École polytechnique, à Palaiseau. Ils sont associés au CNRS et ont acquis une réputation internationale dans leurs domaines et une place importante dans la communauté française.

**■ COMMENT S'EST ORIENTÉE L'ACTIVITÉ EN 2013 ?**

**J.-F.A. :** Les équipes de recherche de nos laboratoires ont largement contribué au développement des méthodes d'analyses théoriques en vue de la modélisation en mécanique des milieux continus et en thermique, en calcul des structures et en mécanique des fluides, débouchant sur des modèles numériques de simulation.

Au plan physique et expérimental, les efforts ont surtout porté sur la caractérisation du comportement et des propriétés mécaniques et fonctionnelles des matériaux à travers des essais instrumentés en mécanique, rhéologie et tribologie, les études de procédés de fabrication et d'assemblage de matériaux, l'observation, la quantification et la modélisation des microstructures et de leur évolution, la science des surfaces et des interfaces.



# PROJETS PHARE

L'IMAGERIE TRIDIMENSIONNELLE DES MATÉRIAUX

DE LA CARACTÉRISATION 3D À LA SIMULATION DU COMPORTEMENT

Le recours à des matériaux composites est désormais incontournable, notamment pour des industries de pointe comme l'aéronautique ou encore la pétrochimie.

En situation réelle, ces matériaux sont souvent soumis à de fortes contraintes mécaniques, susceptibles de les endommager et de conduire à la rupture prématurée de la pièce. Il est donc crucial d'améliorer la connaissance de ces matériaux et de leur comportement face à des sollicitations mécaniques.

Les observations expérimentales traditionnelles, limitées à la surface des matériaux souvent opaques et hétérogènes, s'avèrent insuffisamment précises. Mais les énormes progrès des sources de rayons X (en particulier les synchrotrons de 3<sup>e</sup> génération) et des détecteurs toujours plus performants ouvrent la porte à de nouvelles techniques d'imagerie par tomographie. Cela permet de caractériser les matériaux et l'endommagement en volume de manière non invasive, avec des résolutions spatiales inférieures au micromètre.

Spécialiste reconnu pour son approche consistant à coupler l'expérimentation et la modélisation des phénomènes, le centre des matériaux est allé plus loin en développant des techniques permettant de fournir des images *in operando* lorsque le matériau est sollicité mécaniquement. À cette fin, le centre travaille régulièrement avec plusieurs lignes de lumière synchrotron (ID19 et ID11 à Grenoble, Diffabs à SOLEIL, Topomoto à ANKA en Allemagne), ainsi qu'avec le tomographe de l'institut Navier, dans le cadre de la Fédération francilienne de mécanique.

Contrôler les sollicitations mécaniques de l'échantillon pendant l'imagerie 3D sans en dégrader la qualité n'est pas simple. Il a notamment fallu mettre au point un

dispositif de chargement mécanique compatible avec la rotation nécessaire à l'imagerie 3D.

L'échantillon de matière est placé dans la machine, entre la source de rayons X et un détecteur enregistrant les nombreuses radiographies (1000 projections sur 360°). Cette phase d'acquisition des données qui va de la seconde à quelques heures, selon le degré d'atténuation du matériau utilisé, est répétée pour plusieurs niveaux de chargement représentatifs de la sollicitation que subit le matériau en service. Une fois les images obtenues, celles-ci doivent être traitées. Pour la phase de reconstruction, le laboratoire utilise un certain nombre de logiciels du commerce ou disponibles en *open source*, mais il a également dû recourir à ses propres développements pour ensuite transformer automatiquement les images 3D en un modèle numérique permettant de calculer la réponse mécanique du matériau.

Ces nouveaux essais mécaniques disponibles au Centre des matériaux permettent d'observer l'endommagement et les propagations de fissures dans les alliages métalliques, les matériaux polymères et composites.

Un des buts ultimes de l'utilisation de ces techniques est de coupler la caractérisation et la modélisation et de passer ainsi de l'observation à la prédiction du comportement des matériaux afin de répondre au mieux aux besoins des industriels.

La méthodologie étant désormais au point, le centre cherche à présent à la valoriser et à la développer, notamment par des matériaux composites, en partenariat avec des industriels.

Des développements sont en cours pour caractériser la microstructure des matériaux cristallins en 3D, à l'aide d'un signal de diffraction. De nouveaux moyens d'essais compatibles avec ces mesures sont développés dans le cadre d'un projet ANR porté par le centre et en collaboration avec le laboratoire MATEIS de l'INSA de Lyon, ils permettront d'étudier et de modéliser la déformation et la fatigue des alliages métalliques polycristallins.

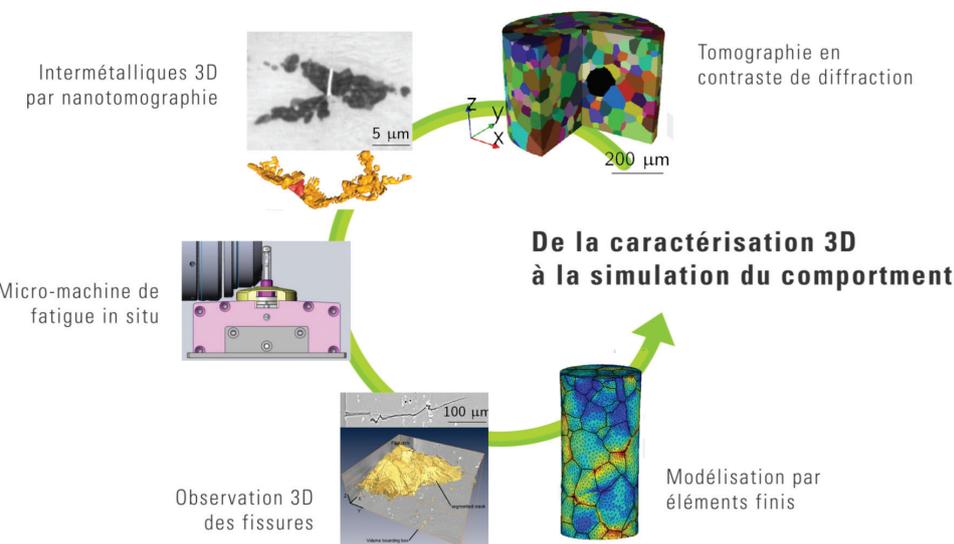
Les chercheurs essaient aussi de travailler avec une géométrie d'échantillons moins contrainte. La tomographie aux rayons X restreint actuellement l'imagerie aux éprouvettes de type traction uniaxiale, limitant de fait les sollicitations mécaniques que l'on peut appliquer. C'est pourquoi le centre se tourne vers le développement d'une machine compatible avec la Laminographie X, une variante de la tomographie, qui lui permettrait de travailler sur des échantillons plats de type tôles minces et de reproduire plus finement encore les sollicitations et la fatigue des pièces utilisées dans l'industrie.

> **Contact**  
Henry Proudhon

RETROUVEZ  
LE PROJET EN VIDÉO SUR  
MINES-PARISTECH.FR



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)



**COMPORTEMENT RHÉOLOGIQUE  
DES NANOCOMPOSITES À BASE D'ARGILE LAMELLAIRE**

Le Pôle Polymères et Composites du CEMEF s'est intéressé au comportement en écoulement des nanocomposites à matrice polypropylène renforcée par des argiles lamellaires organomodifiées. Pendant le mélange à l'état fondu, les agrégats d'argiles sont dispersés et les tactoïdes partiellement exfoliés. Même à de faibles concentrations, et pour peu que cette exfoliation soit suffisante, la structure obtenue se caractérise par des interactions marquées entre les charges. Il en résulte un comportement rhéologique particulier, avec l'apparition d'un seuil d'écoulement. Les chercheurs ont montré

que ce comportement résultait de la formation d'un réseau percolé de dimension fractale, créé par les feuillets exfoliés et les tactoïdes résiduels, et que ces matériaux évoluaient de façon permanente au cours du temps, sans stabilisation, même au bout de plusieurs jours. Ces résultats débouchent sur la mise au point de protocoles expérimentaux très stricts pour être capable de mesurer correctement les propriétés rhéologiques de ces nanocomposites.

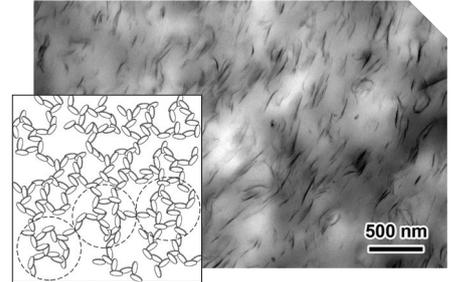
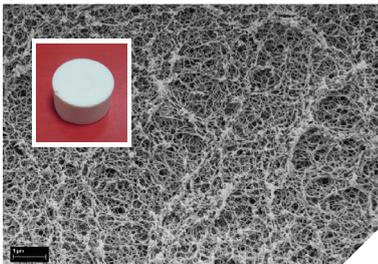


Image en microscopie électronique en transmission d'un nanocomposite polypropylène argile et représentation schématique du réseau fractal associé (T. Domenech, 2013).

> **Contacts**  
Bruno Vergnes  
Edith Peuvrel-Disdier

**« L'AÉROPECTINE », NOUVEAU  
MATERIAU 100% BIOSOURCÉ  
POUR UNE NOUVELLE  
GÉNÉRATION DE SUPER-  
ISOLANTS THERMIQUES**



Travail dans le cadre du projet ANR « Nanocel », en collaboration avec le Centre Persée - MINES ParisTech.

L'aérogel de silice est actuellement le meilleur matériau super-isolant thermique. Sa conductivité est plus faible que celle de l'air, mais, il est extrêmement fragile. Au CEMEF, nous avons élaboré « l'aéropectine », un aérogel 100 % biosourcé à base de pectine, déchet de fruit que l'on trouve en abondance. Il est très poreux, ultraléger (densité ~0.1 g/cm<sup>3</sup>) et mécaniquement dix fois plus résistant que l'aérogel de silice. Grâce à sa nanostructuration (voir image MEB : surface spécifique > 250 m<sup>2</sup>/g), l'Aéropectine est un super-isolant thermique avec une conductivité thermique de ~ 0.02 W/(m.K). L'aéropectine peut être utilisée non seulement comme matériau « vert » de super-isolation thermique, mais aussi comme matrice pour la libération contrôlée de médicaments ou encore pour la catalyse.

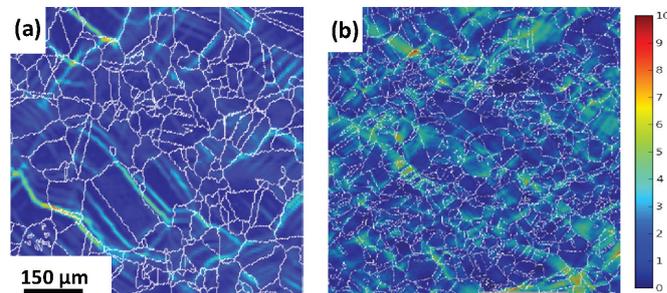
> **Contact**  
Tatiana Budtova

**COMPOSANTS NUCLÉAIRES  
FISSURATION PAR CORROSION SOUS CONTRAINTE : VERS UNE  
APPROCHE COUPLÉE**

La fissuration par corrosion sous contrainte, assistée ou non par l'irradiation, est un mode de dégradation affectant certains composants des centrales nucléaires, réalisés en alliage austénitique inoxydable. La démarche mise en œuvre par le Centre des Matériaux pour comprendre et prédire l'amorçage de ces fissures repose sur l'étude, à l'échelle locale, du couplage entre (i) la microstructure du matériau, (ii) l'oxydation en surface et aux joints de grains,

(iii) l'état de déformation local mesuré par corrélation d'images et (iv) l'état de contrainte local calculé à partir des champs de déformation établis expérimentalement. Ces travaux font l'objet de plusieurs thèses en collaboration avec Areva, le CEA ou EDF.

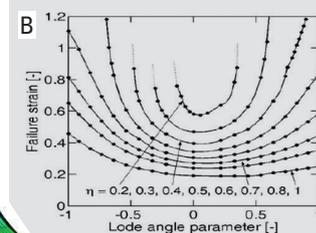
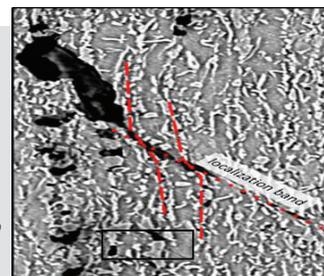
> **Contacts**  
Cécilie Duhamel  
Jérôme Crépin



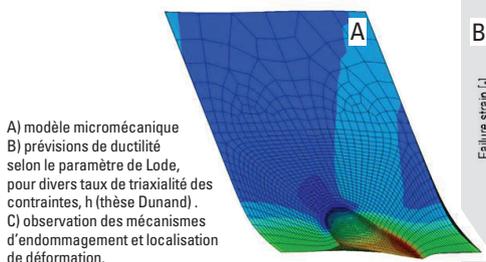
Champs de déformation après 1% de déformation macroscopique sur un acier 304L (a) irradié, (b) non irradié. La localisation de la déformation observée sur le matériau irradié joue un rôle primordial dans la fissuration par corrosion sous contrainte. (Thèse M. Le Millier - Chaire Areva-MINES ParisTech).

**MÉCANIQUE DES SOLIDES  
RUPTURE DUCTILE DES MÉTAUX**

*Des travaux couplant expérimentation, modélisation et simulation numérique ont été menés au LMS pour analyser l'endommagement et la rupture ductile des métaux à faible taux de triaxialité des contraintes, domaine d'intérêt pour l'automobile et l'aéronautique. Pour les tôles minces, des procédures d'essai quasi-statiques ou dynamiques à rupture sous des états de contrainte variés ont été développées, dans le cadre de plusieurs thèses et d'études menées en collaboration avec le Crashworthiness Lab du MIT. Un modèle avancé de « cellule élémentaire représentative » poreuse a permis l'étude numérique des phénomènes de localisation en fonction de l'état de contrainte. Pour les matériaux plus massifs, des essais à rupture en traction et torsion combinées en proportions variables ont été mis au point sur des tubes entaillés. On a notamment montré que les évolutions de la texture sous chargement en torsion favorisent le développement des bandes de cisaillement localisé et des microfissures qui conduisent à la rupture.*



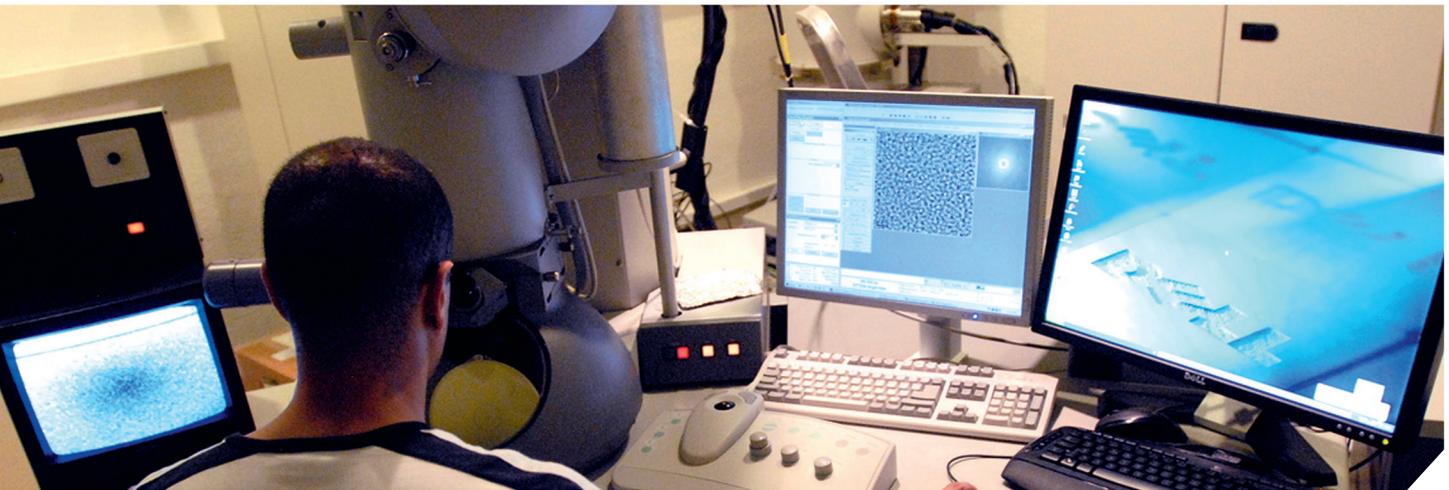
> **Contact**  
Véronique Doquet



A) modèle micromécanique  
B) prévisions de ductilité selon le paramètre de Lode, pour divers taux de triaxialité des contraintes, h (thèse Dunand).  
C) observation des mécanismes d'endommagement et localisation de déformation.

# 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 statistiques. 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 : changement climatique, smart grids, ville durable, sécurité des sites...

### ■ 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.

### ■ 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.

« Nos travaux ont un lien direct avec des préoccupations industrielles, expérimentales ou sociétales ».



Trois questions à

**PIERRE ROUCHON**

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

### SPÉCIALITÉS DOCTORALES

- **Bio-Informatique**
  - Responsable : Jean-Philippe Vert
- **Géostatistique**
  - Responsable : Jacques Rivoirard
- **Informatique Temps réel, Robotique et Automatique**
  - Responsables : François Goulette et Pierre Jouvelot
- **Mathématique et Automatique**
  - Responsable : Jean Lévine
- **Morphologie Mathématique**
  - Responsables : Dominique Jeulin et Jesus Angulo Lopez
- **Contrôle, Optimisation, Prospective**
  - Responsable : Valérie Roy

### 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 St-Étienne)**
  - Responsables : Dominique Jeulin et Serge Beucher
- **Mn\_BMEBIM Bioingénierie (Biomedical Engineering) (interdépartements)**
  - Spécialité : Bio-Imagerie
  - Responsable : Petr Dokladal
- **MI\_MVE Mobilité et Véhicules Électriques**
  - Responsable : Arnaud de La Fortelle

### FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

- **MS MMP (au Maroc) Management Méthodes et Pratiques**
  - Responsable : Fabien Coelho
- **MS IVE (inter-départements) Mobilité et véhicules électriques**
  - Responsable : Arnaud de La Fortelle
- **MS MISL Management industriel et systèmes logistiques**
  - Responsable : Hugues Molet
- **MS OSE Optimisation des systèmes énergétiques**
  - Responsable : Gilles Guerassimoff

### FORMATION CONTINUE

- **Executive MS MSIT Management des systèmes d'information et des technologies**
  - Responsable : Fabien Coelho

### CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

- **Chaire Modélisation prospective et développement durable**
  - Responsable : Nadia Maïzi
- **Chaire Logistique urbaine « Frelon »**
  - Responsable : Hugues Molet
- **Chaire Robotique et réalité virtuelle**
  - Responsable : Philippe Fuchs

### ■ QUELLES SONT LES SPÉCIFICITÉS DU DÉPARTEMENT MATHÉMATIQUES ET SYSTÈMES ?

**PIERRE ROUCHON :** Ce département est structuré en six équipes d'enseignants-chercheurs. Les thèmes abordés sont tous centrés sur l'apport des mathématiques appliquées à la modélisation, l'analyse, la conception et au contrôle des systèmes. L'une des spécificités essentielles des travaux que nous conduisons est leur lien direct avec des préoccupations industrielles, expérimentales ou sociétales. Par exemple, 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 les écoulements polyphasiques et celle du CRI sur la génération de communications efficaces avec Thalès. 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 non-linéaire d'avions à poussée vectorielle et grande incidence.

Enfin, les connaissances théoriques que nous élaborons et publions, ainsi que l'expertise pratique que nous développons sous la forme de plates-formes expérimentales, enrichissent également les enseignements que les membres du département assurent à MINES ParisTech mais aussi dans d'autres grandes écoles d'ingénieurs, dans plusieurs masters et écoles doctorales.

### ■ QUELLES ONT ÉTÉ LES RÉALISATIONS ET/OU ÉVOLUTIONS EN 2013 ?

**P.R. :** Pour faire court, on pourrait citer trois points marquants, le premier illustrant le dynamisme et les retombées technologiques des recherches actuelles et les suivants, l'implication sociétale des travaux en cours :

1. Le projet SPEEDCAM sur la reconnaissance automatique et en temps réel des panneaux de limitation de vitesse, fruit d'une collaboration fructueuse entre le Centre de Robotique (CAOR) et VALEO.
2. L'implication active du CMA avec deux *side-events* à la 19<sup>e</sup> édition de la Conférence des Parties (COP 19) pour la Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (Varsovie, novembre 2013).
3. Le projet TeleOphta, porté par le CMM, qui a montré que le traitement d'images, allié à l'apprentissage statistique, permet de dépister deux fois plus de pathologies de la rétine, à moyens constants. La preuve du concept a été réalisée à partir d'une base clinique contenant 100 000 clichés de fond d'œil !

### ■ QUELS SONT LES PROJETS OU AMBITIONS DU DÉPARTEMENT POUR 2014 ?

**P.R. :** Permettre des échanges et collaborations grâce à des alliances.

Le rapprochement avec PSL (Paris Sciences et Lettres) qui se poursuit aura un impact grandissant sur le département et les équipes qui le constituent. Des projets et/ou des équipes de recherches en commun devraient voir le jour dans les années qui viennent. En particulier, une équipe commune avec l'INRIA, et l'ENS de Paris, sur le contrôle et les systèmes quantiques, devrait être en place d'ici fin 2014.

Le Collège doctoral franco-allemand (CDFA) « Traitement d'Image mathématique (2011-2013) », proposé en collaboration avec l'Université de Kaiserslautern et l'Institut Fraunhofer ITWM et renouvelé pour la période 2014-2016, finance des séminaires, des échanges de chercheurs et des thèses en co-tutelle.

# PROJETS PHARE

AUTOMATIQUE ET SYSTÈMES

## QUANTIC

*Le projet QUANTIC mené dans le cadre PSL sur le contrôle des circuits quantiques correspond à la création d'une équipe commune avec l'INRIA et l'ENS de Paris.*

**M**INES ParisTech collabore depuis plusieurs années avec l'INRIA et l'École Normale Supérieure (ENS) de Paris sur le contrôle de systèmes quantiques. Cette collaboration a débuté en 2008 avec l'équipe d'électrodynamique quantique en cavité, au sein du laboratoire Kastler-Brossel (LKB) de l'ENS, équipe dirigée par Serge Haroche (prix Nobel 2012 de Physique) et Jean-Michel Raimond. Mazyar Mirrahimi de l'INRIA et Pierre Rouchon de MINES ParisTech ont participé, avec la mise au point de l'algorithme de contrôle, à la première réalisation expérimentale d'une boucle de *feedback* à l'échelle quantique dont la spécificité est de reposer sur le calcul en temps réel de l'état quantique dans sa globalité, et donc de dépendre non seulement des populations, mais aussi des cohérences quantiques.

L'intérêt, mais aussi la difficulté de cette expérience, décrite dans une publication en septembre 2011 dans la revue *Nature*, vient du fait que la mesure, nécessaire à tout *feedback*, perturbe inévitablement, et de façon aléatoire, le système que l'on souhaite contrôler. Cette expérience peut être également vue comme une étape significative vers l'ordinateur quantique. La protection d'états quantiques par *feedback* serait alors une méthode efficace

pour lutter contre la décohérence, les perturbations incontrôlées et dévastatrices dues à l'environnement et qui sont actuellement l'obstacle majeur à surmonter.

Dans cette première expérimentale, le contrôleur et l'actionneur sont des objets classiques, seul le système et sa mesure sont quantiques. Il s'agit d'un type particulier de *feedback* appelé *feedback* fondé sur la mesure. Des travaux plus récents avec le LKB ont porté sur un autre type de *feedback*, inspiré de l'ingénierie de réservoir et appelé *feedback* cohérent car le contrôleur et l'actionneur sont eux aussi quantiques. Dans un cadre expérimental réaliste, il est ainsi possible de protéger contre la décohérence des états de type chat de Schrödinger. Ces états quantiques, constitués de plusieurs états classiques (le chat est mort, le chat est vivant, le chat est sec, le chat est mouillé...) repose sur la notion de superposition cohérente, notion qui n'a pas d'analogue classique. Ces états pourraient être à l'avenir des supports très intéressants pour coder et manipuler des informations quantiques.

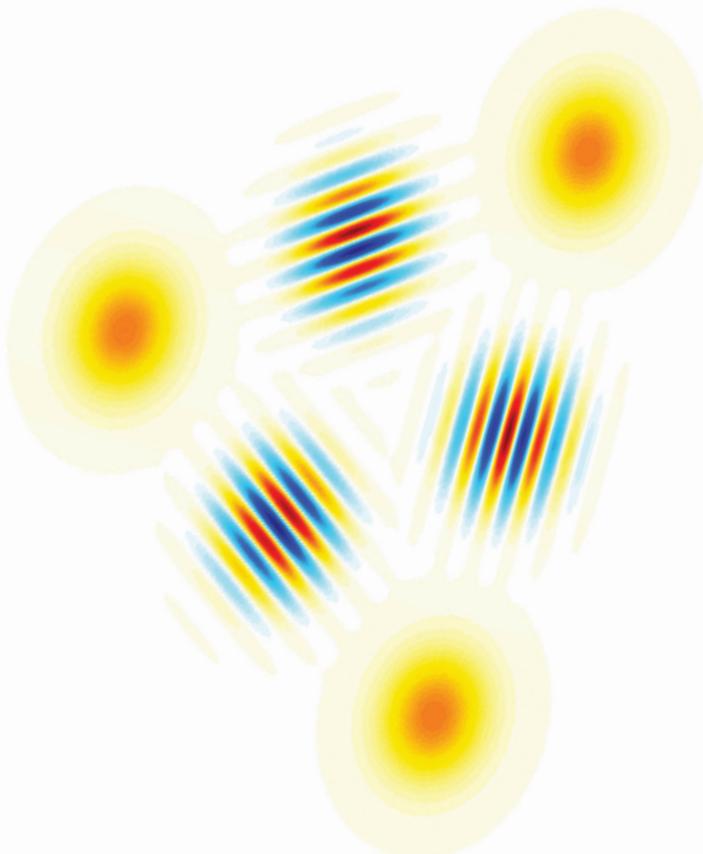
Les modèles et les méthodes développées pour l'électrodynamique quantique en cavité sont très directement transposables aux circuits quantiques qui ont fait des progrès spectaculaires depuis une dizaine d'années. Le projet QUANTIC se situe dans cette perspective et propose d'appliquer et de développer pour les circuits quantiques les résultats évoqués ci-dessus. QUANTIC est donc un projet regroupant des physiciens spécialistes des circuits quantiques et des mathématiciens spécialistes de la théorie du contrôle. Côté physiciens, il s'agit de Benjamin Huard et François Mallet, deux jeunes chercheurs qui conduisent, au sein du Laboratoire Pierre Aigrain de l'ENS, des expériences sur les circuits intégrés quantiques. Côté mathématiciens, il s'agit de Mazyar Mirrahimi (INRIA) et Pierre Rouchon (MINES ParisTech).

Les objectifs pratiques de QUANTIC sont de mettre au point une mémoire quantique, de générer et protéger des états intriqués et délocalisés et de concevoir des circuits réalisant de façon robuste des opérations quantiques élémentaires. Ces objectifs pratiques et expérimentaux seront l'occasion d'adapter et de repenser en partie la théorie mathématique des systèmes classiques pour prendre en compte les spécificités quantiques. Cette théorie mathématique, qui a connu un essor considérable à partir du milieu du 20<sup>e</sup> siècle, suite aux développements du radar, des calculateurs numériques et des communications, reste à la base de nombreux développements technologiques actuels. Ainsi, le projet QUANTIC contribuera à l'élaboration d'une version quantique de cette théorie avec le développement de méthodes mathématiques, autour des concepts de *feedback*, de stabilité et de robustesse.

RETROUVEZ  
LE PROJET EN VIDÉO SUR  
MINES-PARISTECH.FR



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)



> **Contact**  
Pierre Rouchon

## MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES À LA COP 19 POUR RELEVÉ LE DÉFI CLIMATIQUE

En novembre 2013, à Varsovie, la 19<sup>e</sup> édition de la Conférence des Parties (COP 19) à la Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (UNFCCC) a réuni 195 pays. Nadia Maïzi, Chef de la Délégation ParisTech, organisation observatrice à l'ONU, accompagnée d'Edi Assoumou et Sandrine Selosse, a proposé deux *side-events*.

Le premier, « Combating climate change with or without nuclear power », co-organisé dans le cadre de la Chaire MPDDI(\*), dans l'enceinte internationale de l'UNFCCC, a réuni des experts internationaux qui ont examiné l'impact de l'accident de Fukushima sur la manière dont les pays envisagent l'avenir de l'énergie nucléaire.

Le second, « The challenges of applying intelligent solutions in the energy and climate revolution »,



organisé au Pavillon européen, a permis de mesurer comment la lutte contre le changement climatique oblige à repenser les modes de production, les usages ou les systèmes, sous l'angle d'un déploiement stratégique de solutions intelligentes.

> **Contact**  
Nadia Maïzi

<sup>(\*)</sup> *Modélisation Prospective au service du Développement Durable*

## BIO-INFORMATIQUE UN ALGORITHME POUR LA TOXICOLOGÉTIQUE RÉCOMPENSÉ À TORONTO



Une équipe menée par Thomas Walter et Jean-Philippe Vert a décroché la seconde place du concours international « DREAM Toxicogenetics », visant à développer un algorithme permettant de prédire la toxicité induite par des médicaments ou des polluants sur des cellules humaines à partir de leur génome. Plus de 40 équipes participaient à ce concours, dont les résultats ont été annoncés lors d'une conférence à Toronto, en novembre 2013. La méthode mise au point par le C BIO s'appuie sur des méthodes innovantes d'apprentissage statistique, et préfigure l'utilisation croissante d'algorithmes prédictifs pour la médecine personnalisée.

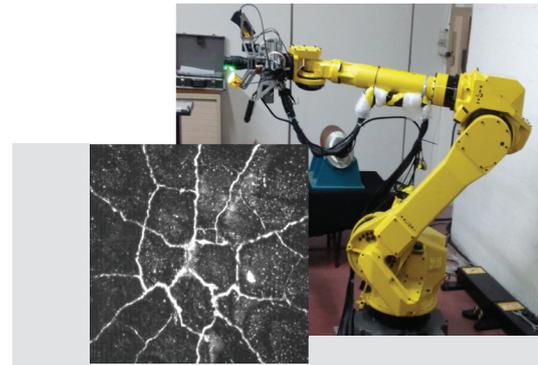
> **Contact**  
Jean-Philippe Vert

## RECHERCHE EN INFORMATIQUE LE MASTÈRE SPÉCIALISÉ MSIT PRIMÉ PAR LA FONDATION HEC

Allier la qualité d'une formation terrain de haut niveau avec la hauteur de vue qu'accompagne une composante recherche constitue le Graal des formations managériales. Dans le cadre de la formation diplômante « Executive Mastère Management des systèmes d'information et des technologies (MSIT) », organisée par le Centre de recherche en informatique et HEC, Thomas Chejfec a vu sa thèse professionnelle couronnée du Prix du meilleur Mémoire 2013 Executive Mastère, doté de 2000 €. Abordant le sujet, ô combien d'actualité, du Shadow IT, néologisme faisant allusion à l'apparition d'une « informatique où les directions métiers se passent des directions informatiques et conçoivent leurs solutions de façon autonome », son analyse de ce mouvement, alliant recherches sur le terrain, entretiens et analyse statistique, a convaincu les membres du jury.



> **Contact**  
Fabien Coehlo



Exemple de défaut: fissure à ouverture surfacique 10 µm environ (cale Sherwin) et bras robotisé équipé du système TOCATA.

## MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE TOCATA, UN CONTRÔLE DE SURFACE NON POLLUANT

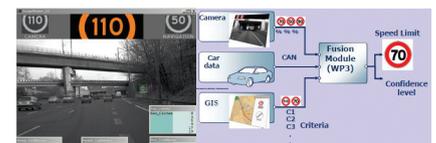
**Le Centre de Morphologie Mathématique a participé au projet TOCATA (Technologie optique couplée à l'analyse topologique automatisée) réunissant, outre l'École des mines et Armines, 10 industriels, l'ESPCI ParisTech, et le CEA. Le projet s'est achevé en octobre 2013. TOCATA remplace le ressuage, un procédé de contrôle des défauts de surface polluant et manuel, par un procédé propre et totalement automatisé, répondant à la norme environnementale ISO 14000 limitant l'utilisation des produits polluants. La technologie développée par TOCATA repose sur une détection optique combinée à des courants de Foucault et à la thermographie. Ce système de contrôle non destructif est destiné à être utilisé dans les domaines industriels énergétique, naval, transport (aéronautique, ferroviaire ou automobile). Et ceci, indépendamment, comme système de contrôle de qualité de fabrication ou en contrôle périodique.**

> **Contact**  
Michel Bilodeau

## ROBOTIQUE LE PROJET SPEEDCAM PRIMÉ AU CARREFOUR DU PREDIT

Le projet ANR « SPEEDCAM » (SPEED limit Determination using Camera and Maps), mené de 2009 à 2012 par le centre de Robotique (CAOR), en partenariat avec Valeo et Daimler, a reçu le prix du « Carrefour du PREDIT » 2013 des technologies pour la sécurité des systèmes de transport. L'objectif, largement atteint, était de concevoir, mettre au point et évaluer un système permettant de déterminer à tout moment la vitesse limite courante. Ceci a été réalisé en combinant détection et reconnaissance des panneaux de limite de vitesse et des panneaux associés, et fusion avec les informations de la cartographie de navigation GPS. Avec une estimation correcte à plus de 90%, ce système s'avère meilleur que tous les systèmes

similaires pré-existants, et Valeo travaille d'ores et déjà à l'industrialisation du prototype. Grâce aux avancées du projet SPEEDCAM, il devient envisageable de concevoir prochainement des régulateurs de vitesse intelligents, capables d'adapter la consigne de vitesse maximum en fonction de la vraie vitesse limite courante. Ce prix confirme l'excellence du CAOR dans le domaine des véhicules intelligents et des aides avancées à la conduite et tout particulièrement en matière de vision par ordinateur et reconnaissance de formes embarquées et en temps-réel, ainsi que de fusion intelligente de données. Il vient couronner plusieurs années de collaboration fructueuse avec Valeo, validées par de nombreuses publications internationales et

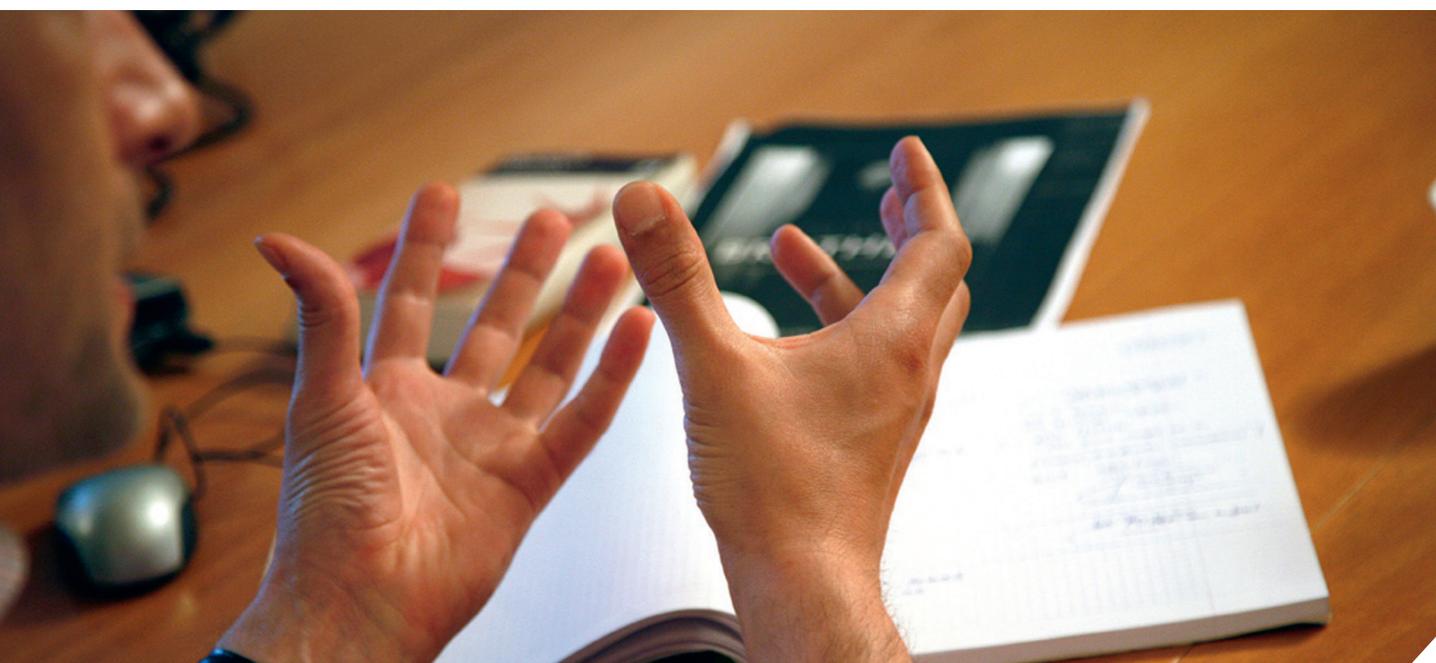


2 brevets, issus des travaux du CAOR, déposés par Valeo. Fort de ce succès, le centre de Robotique travaille maintenant à exploiter son savoir-faire en reconnaissance de panneaux et autres objets de l'environnement routier, pour en déduire par inférence statistique des informations sur le contexte de conduite (approche d'intersection type de route, zone de travaux, etc.).

> **Contacts**  
Arnaud de La Fortelle  
Fabien Moutarde

# ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTÉ

MINES ParisTech a été l'une des premières grandes écoles à intégrer une formation aux sciences économiques et sociales et à la gestion dans le cursus des ingénieurs, avec en particulier le professeur Maurice Allais, ancien élève et professeur de l'École, prix Nobel d'économie. Ses équipes sont reconnues au plan international pour leurs recherches dans le domaine de la sociologie de l'innovation, des sciences de la gestion et de la conception, des sciences des risques, et de l'économie industrielle.



## 4 CENTRES DE RECHERCHE

### ■ CENTRE D'ÉCONOMIE INDUSTRIELLE (CERNA - MINES ParisTech)

Le CERNA est le laboratoire d'économie industrielle et de finance de MINES ParisTech, fondé en 1968. 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 et, enfin, la finance quantitative.

### ■ CENTRE DE GESTION SCIENTIFIQUE (CGS - MINES ParisTech)

Le Centre de Gestion Scientifique (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 gouvernance des entreprises innovantes.

### ■ CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES (CRC - MINES ParisTech)

Le CRC, laboratoire de recherche sur les risques et les crises, fondé en 2008, 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. Fondé en 1967, il a depuis une dizaine d'années le statut d'unité mixte de recherche, associant le CNRS et MINES ParisTech. À l'origine de la sociologie de la traduction (ou Actor Network Theory) qui a renouvelé le domaine des Science and Technology Studies, il s'intéresse au développement et au rôle des sciences et des techniques dans la société.

## « 2013 a été marquée par la préparation de l'évaluation de l'AERES ».



Trois questions à

### FRANCK AGGERI

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT ÉCONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIÉTÉ (EMS)

#### SPÉCIALITÉS DOCTORALES

##### ■ Économie et finance

- Responsable : Yann Ménière

##### ■ Sciences de gestion

- Responsable : Blanche Segrestin

##### ■ Socio-économie de l'innovation

- Responsable : Antoine Hennion

##### ■ Sciences et génie des activités à risques

- Responsable : Valérie Godfrin

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

##### ■ Mn\_EDDEE : Économie du développement durable de l'environnement et de l'énergie

- Responsable : Matthieu Glachant

##### ■ Mn\_GDO : Gestion et dynamique des organisations

- Responsable : Jean-Claude Sardas

##### ■ Mn\_MOPP : Management des organisations et des politiques publiques

- Responsable : Frédéric Kletz

##### ■ Mn\_MODAL : Modélisation, Optimisation, Décision, Organisation

- Responsable : Michel Nakhla

##### ■ Mn\_PIC : Projet - Innovation - Conception

- Responsable : Benoît Weil

#### FORMATIONS POST-MASTER MASTÈRES SPÉCIALISÉS

##### ■ MS\_MRI : Management des Risques Industriels

- Responsables : Jean-Luc Wybo, Wim Van Wassenhove

#### FORMATION CONTINUE

##### ■ Executive Mastère Spécialisé

##### FHOMSI : Facteurs humains et organisationnels du management de la sécurité industrielle

- Responsable : Denis Besnard

##### ■ BADGE ADEMA : Management associatif

- Responsable : Vololona Rabeharisoa

##### ■ BADGE MA-OSH : Management des systèmes hospitaliers

- Responsable : Frédéric Kletz

#### CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

##### ■ Chaire Théories et méthodes de la conception innovante

- Responsables : Armand Hatchuel, Benoît Weil, Pascal Le Masson, Blanche Segrestin

##### ■ Chaire Propriété intellectuelle et marchés de la technologie

- Responsable : Yann Ménière

##### ■ Chaire Économie des médias et des marques

- Responsable : Olivier Bomsel

##### ■ Chaire Eau pour tous

- Responsable : Michel Nakhla

##### ■ Chaire Résilience et sécurité

- Responsable : Christophe Martin

##### ■ Chaire Commodities

- Responsable : Pierre-Noël Giraud

#### ■ QUELS ONT ÉTÉ LES ÉVÈNEMENTS MARQUANTS DU DÉPARTEMENT EN 2013 ?

**Franck Aggeri :** 2013 a été marquée par la préparation de l'évaluation de l'AERES qui a eu lieu à l'automne. Les trois centres parisiens du département (CERNA, CAS, CSI) ont été évalués conjointement avec le Centre de Recherche en Gestion (CRG) de l'École Polytechnique et le département Sciences économiques et sociales de Télécom ParisTech qui sont nos partenaires dans l'institut interdisciplinaire de l'innovation (i3). Notre objectif est d'obtenir une labellisation de l'Institut comme unité mixte de recherche par le CNRS en 2014. L'évaluation du CRC aura lieu, pour sa part, en février 2014.

L'ambition de l'institut interdisciplinaire de l'innovation (i3) est de développer et de valoriser les recherches interdisciplinaires sur le thème de l'innovation ; thème sur lequel MINES ParisTech mène des recherches pionnières dans le domaine de la sociologie, de la conception ou de l'économie des droits de la propriété depuis de nombreuses années. Cet institut « hors les murs » rassemble 180 économistes, gestionnaires, sociologues, psychologues, ergonomes, chercheurs en sciences de l'information et de la communication et spécialistes d'ingénierie de la conception. Ses activités se structurent autour de quatre thèmes : théories et méthodes de la conception innovante ; transformations et croissance de l'entreprise innovante ; régulation dans un monde innovant et global ; démocratie technique et participation des publics.

#### ■ QUELLES ONT ÉTÉ LES PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2013 ?

**F.A. :** À la suite du colloque international organisé en novembre 2012, l'Observatoire de l'Innovation Responsable, laboratoire d'idées de MINES ParisTech et de l'institut i3 a publié un ouvrage aux Presses des Mines sur l'innovation responsable dans les énergies renouvelables et la construction (site web : [www.debatinginnovation.org](http://www.debatinginnovation.org)).

Parmi les actions interdisciplinaires marquantes, signalons que les travaux engagés par le CGS et le Collège des Bernardins depuis trois ans se sont concrétisés par l'organisation d'un colloque, du 22 au 29 mai à Cerisy, sur le thème : « À qui appartiennent les entreprises ? Vers de nouveaux référentiels de l'engagement collectif ».

Dans le cadre de PSL, le partenariat avec l'université Dauphine, avec laquelle nous entretenons des liens étroits en matière de recherche et de formation, s'est concrétisé notamment par la tenue, du 23 au 25 juin 2013, de la vingtième conférence internationale IPDMC (International Product Development Management Conference) : « re-enchanting technology ».

Dans le domaine de la gestion des risques, le CRC a publié chez Armand Colin un ouvrage sur les risques psychosociaux à la suite du colloque sur l'épuisement professionnel qui s'est tenu en décembre 2012 à l'école des Mines devant un large public de chercheurs et professionnels.

#### ■ QUELS SONT LES PROJETS PHARE DU DÉPARTEMENT POUR 2014 ?

**F.A. :** Différentes actions vont être menées par les centres de recherche du département, notamment dans le cadre des chaires de recherche. La chaire Théorie et Méthodes de la Conception Innovante organise en janvier 2014, comme tous les ans depuis 2009, le colloque du « Special Interest Group » de la Design Society qui réunit les meilleurs chercheurs mondiaux du domaine. La chaire « Résilience et sécurité » organise, au printemps 2014, un séminaire sur le thème de la sous-traitance et de la sécurité.

Au niveau des actions transversales menées au sein du département, l'objectif est de poursuivre et d'approfondir les coopérations déjà engagées au sein d'i3 de PSL. Le département EMS est notamment partie prenante de l'organisation du tronc commun innovation et entrepreneuriat du Master pluridisciplinaire PSL-ITI (Institut de Technologie et d'Innovation) qui ouvrira à la rentrée 2014.

Enfin, en février 2014, le CRC publie aux éditions Le Seuil, un « Dictionnaire des risques psychosociaux », coordonné par Franck Guarnieri et Philippe Zawieja. Cet ouvrage réunit en 900 pages, 250 entrées et 300 auteurs.

# PROJETS PHARE

## ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

### LA CHAIRE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ET MARCHÉS DE LA TECHNOLOGIE

Ces dernières années ont vu un développement rapide du commerce de technologies, sous forme d'actifs incorporels (non incorporés dans les produits). Les partenariats avec des universités, l'achat de brevets ou de licences de brevets, ou l'acquisition de start-ups sont désormais autant de moyens fréquemment utilisés par les entreprises pour démultiplier leurs efforts de R&D, en intégrant les inventions et savoir-faire des autres, dans une logique d'innovation « ouverte ».

Le monde de l'innovation entre ainsi à son tour dans l'ère industrielle, avec une nouvelle division du travail. La R&D se spécialise à travers, par exemple, l'émergence d'entreprises « sans usines » laissant à d'autres le soin d'exploiter leurs inventions. L'innovation devient hybride et transversale, associant de nombreux partenaires autour de plateformes d'innovation communes. De nouveaux métiers se développent : négociateurs de licences, cartographes de l'innovation, intermédiaires de toutes sortes.

En effet les marchés de technologie fonctionnent encore relativement mal. Mettre en adéquation l'offre et la demande, trouver le bon partenaire, fixer le juste prix de l'innovation, négocier et organiser les transferts de technologie, reste difficile. Ces difficultés expliquent la multitude d'acteurs privés ou publics opérant aujourd'hui comme intermédiaires sur ces marchés. Fonds de brevet ou de capital risque, plateformes d'échanges, bourses de licences, *pools* de brevets ou *patent trolls*, en sont autant d'exemples souvent récents, parfois controversés.

Ces développements rapides suscitent un intérêt croissant de la part des entreprises et des autorités publiques. C'est pourquoi, forts d'une expertise reconnue en matière de propriété intellectuelle et d'économie immatérielle, des chercheurs du CERNA et de Télécom SES ont créé la chaire Propriété intellectuelle et marchés

de la technologie. Lancée en janvier 2013, pour une durée de cinq ans, cette chaire est soutenue par Air Liquide, Microsoft et Philips. Son objectif est de faire avancer la recherche en économie sur les marchés de technologie et le rôle central joué par le droit de la propriété intellectuelle dans leur fonctionnement. Son ambition est double : mener des recherches académiques de haut niveau, mais aussi contribuer au débat public, en disséminant les résultats de la recherche académique vers une audience plus large.

Les travaux de la Chaire se structurent autour de trois axes clairement identifiés.

#### 1 - Articuler les droits de la PI et la technologie

Les droits de propriété intellectuelle (brevets, marques, droits d'auteur, secret commercial) sont nécessaires pour transformer la technologie en un actif économique commercialisable. Mais ils couvrent rarement l'intégralité du savoir-faire lié à une technologie, et peuvent parfois s'avérer juridiquement fragiles. Il faut donc dépasser l'équation naïve souvent établie entre propriété intellectuelle et technologie, afin de pouvoir mieux rendre compte de la variété des pratiques d'échange des connaissances dans diverses industries, et des principaux obstacles à leur développement.

#### 2 - Les intermédiaires des marchés de technologie

L'impact économique de certains intermédiaires, tels que les fonds de brevets ou *patent trolls*, est très controversé. Par ailleurs, il est encore difficile de comprendre le potentiel et la soutenabilité économique de certains mécanismes d'intermédiation innovants. L'objectif de la Chaire est de recenser les différentes formes d'intermédiation existantes et leurs modèles d'affaire, afin d'évaluer leurs impacts potentiels - positifs ou négatifs - sur le fonctionnement des marchés de technologies. Pour ce faire, l'approche repose sur la collecte de données originales, la modélisation théorique et l'analyse économétrique.

#### 3 - Marchés de technologies et organisation industrielle

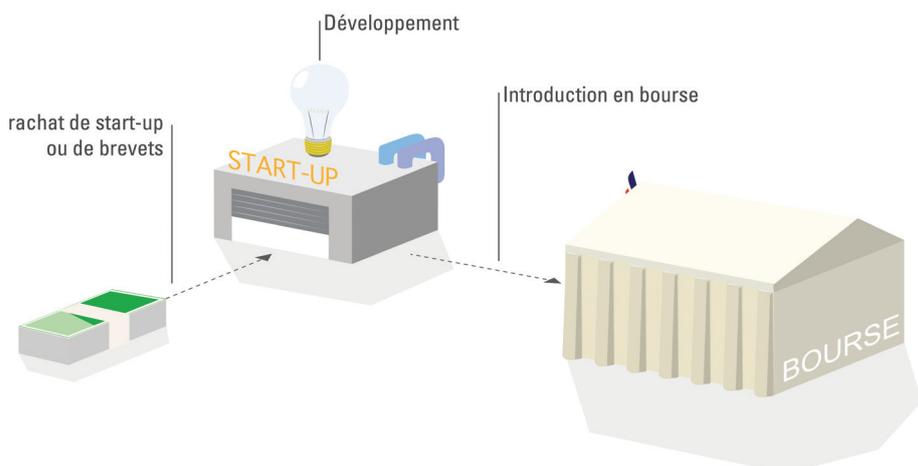
Les marchés de technologies permettent une séparation entre la R&D et les activités de production, ce qui change à son tour la façon dont les entreprises s'organisent et rivalisent au sein d'une industrie. La Chaire étudie la façon dont fonctionne la concurrence sur ces marchés et ses conséquences sur les marchés de produits en aval.

L'équipe de la Chaire a déjà publié de nombreux travaux académiques, et a également contribué à plusieurs rapports officiels sur des questions aussi variées que les transferts Nord-Sud de technologies bas-carbone dans le cadre des négociations climat, ou l'encadrement par le droit européen de la concurrence de l'accès aux brevets couvrant des standards dans l'industrie des télécoms.

RETROUVEZ  
LE PROJET EN VIDÉO SUR  
MINES-PARISTECH.FR



[www.mines-paristech.fr/WebTV/](http://www.mines-paristech.fr/WebTV/)



> **Contact**  
Yann Menière

## INTERNET PHYSIQUE INTERCONNECTER DES PRESTATIONS

La logistique est prise entre des objectifs de moins en moins conciliables avec, d'une part, l'exigence de services accrue sous forte contrainte économique, et, d'autre part, la demande sociétale de réduction de ses impacts négatifs. Ces tensions croissantes obligent à repenser son mode d'organisation. Dans cette perspective le CGS a défini un programme de recherche international, avec l'université de Laval (Canada) et l'École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse), fondé sur une organisation logistique plus ouverte : l'Internet physique. L'idée d'interconnecter des prestations pour former un réseau de réseaux logistiques permettant la mobilité de la marchandise pose de nombreux défis : évaluation de la performance, conteneurisation, outils de gestion, etc.

Ce programme a réussi une première en démontrant, par le couplage optimisation combinatoire-simulation, des performances en rupture jusqu'à un facteur 3. Ces travaux ont été primés au Carrefour final du programme de recherches et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT) et ont donné lieu à plusieurs articles dans les meilleures revues académiques. Un livre traitant ce sujet paraîtra en 2014. Plusieurs projets prolongent directement ces travaux, tant au niveau européen, avec le projet FP7 Modulushca, qu'au niveau national, avec le projet sur les centres de routage en collaboration avec l'ADEME, ou encore régional, dans le cadre du plan de 3<sup>e</sup> révolution industrielle de la région Nord.

> **Contact**  
Éric Ballot

## INGÉNIERIE DE LA RÉSILIENCE CONNAÎTRE LA RÉSILIENCE DE SYSTÈMES SOCIOTECHNIQUES HAUTEMENT DANGEREUX

Le CRC, par les travaux de ses chercheurs et de sa chaire « Résilience et Sécurité », animée par Christophe Martin, est co-inventeur du concept « d'ingénierie de la résilience » (*Resilience engineering*). Dans ce cadre, le CRC est au cœur d'un réseau international constitué des meilleures universités et écoles d'ingénieurs, telles que le MIT, l'université de Berkeley, l'Imperial College de Londres, l'université de Tokyo, l'Institut Royal de Technologies de Stockholm et l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Ce réseau s'intéresse à l'apport couplé des sciences de l'ingénieur (*engineering sciences*) et des sciences

humaines et sociales à la modélisation et à l'opérationnalisation des connaissances sur la résilience de systèmes sociotechniques hautement dangereux. Le réseau s'est réuni en novembre 2013 à Paris à l'initiative du CRC qui a présenté le résultat de ses travaux théoriques et méthodologiques sur le retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima Daiichi.

> **Contact**  
Christophe Martin



Réunion des spécialistes mondiaux de l'ingénierie de la résilience, en novembre 2013, à MINES ParisTech.



## PERFORMABUSINESS PERFORMATIVITÉ EN BUSINESS EDUCATION, MANAGEMENT CONSULTING AND ENTREPRENEURIAL FINANCE

*Consacré à l'analyse anthropologique des formes de valorisation qui déterminent la construction des réalités économiques contemporaines, ce projet est arrivé à mi-parcours en 2013. Financé par une « ERC Starting Grant » et dirigé par Fabian Muniesa (Centre de sociologie de l'innovation), ce projet se décline sur des terrains de recherche variés : entre autres, histoire de la pédagogie entrepreneuriale aux États-Unis, anthropologie de la finance en Chine, sociologie des élites au Chili. Parmi les réalisations de l'année : la thèse doctorale soutenue par Alaric Bourgoïn (« Le conseil en management à l'épreuve de sa mise en valeur ») propose une ethnographie de la pratique du consultant en gestion. Elle met en évidence le rôle central de différentes formes de mise en valeur (de la prestation, du temps qu'elle requiert, de sa qualité ainsi que celle du consultant) dans la caractérisation de cette profession.*

> **Contact**  
Fabian Muniesa

**p.47**  
LES MOYENS  
FINANCIERS

---

**p.48 - 49**  
LES EFFECTIFS

---

**p.50**  
CONSEIL  
D'ADMINISTRATION

---

**p.51**  
ORGANIGRAMME

---

# ORGANISATION ET MOYENS

# LES MOYENS FINANCIERS

## LES RESSOURCES

Le tableau ci-dessous indique la répartition des ressources de l'École en 2013, en M€

RESSOURCES ÉCOLE	2013 réalisé	2014 prévisionnel
<b>Dotation du ministère</b>		
Personnel	39,7	40,1
Fonctionnement et investissement	7,9	7,5
<b>Total</b>	47,6	47,6
<b>Ressources propres</b>	6,3	5,3

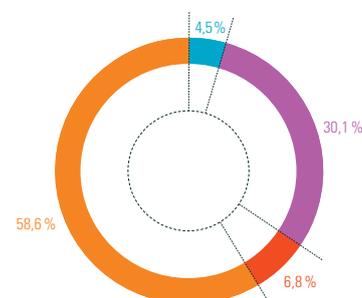
## PARTENAIRES

Armines	27,8	27
Fondation	1,6	1,6
CNRS	2,2	2,2
Autres	2,5	2,5
<b>Total</b>	34,1	33,3
<b>Total consolidé</b>	88	86,2

DÉPENSES ÉCOLE	2013 réalisé	2014 prévisionnel
<b>Personnel</b>	40,2	40,8
<b>Fonctionnement et investissement</b>	11,9	11,3
<b>Total</b>	52,1	52,1

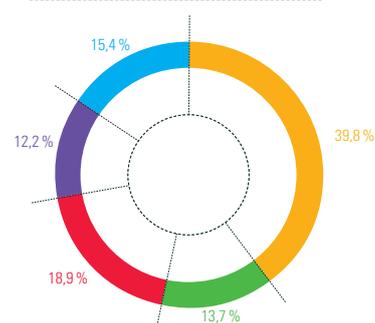
## ENSEIGNEMENT 21%

Les dépenses prévisionnelles issues de la comptabilité analytique



- Cycles ingénieurs
- Masters
- Formations spécialisées
- Autres

## RECHERCHE 79%



- Sciences de la terre et de l'environnement
- Énergétique et génie des procédés
- Mécaniques et matériaux
- Mathématiques et systèmes
- Économie, management et société

## LES EFFECTIFS AU 31 DÉCEMBRE 2013

	TOTAL ÉCOLE	RÉPARTITION PAR EMPLOYEUR			RÉPARTITION PAR FONCTION				DOCTORATS INSCRITS DANS D'AUTRES ÉTABLISSEMENTS (3)	
		EPA/MINEFE	ARMINES	AUTRES	ENSEIGNANTS CHERCHEURS (1)	AUTRES PERSONNELS (2)	DOCTORANTS	JEUNES CHERCHEURS (POST-DOCTORANTS)		
<b>DIRECTIONS ET ADMINISTRATION</b>										
Direction Générale et Services Généraux (DG)	51	50	1	-	-	51	-	-	-	-
Direction du Corps des Mines	4	2	-	2	-	4	-	-	-	-
Direction de l'enseignement	25	25	-	-	-	25	-	-	-	-
Direction de la Recherche (DR)	5	5	-	-	-	5	-	-	-	-
Délégation Paris	14	14	-	-	-	14	-	-	-	-
Délégation Fontainebleau	13	13	-	-	-	13	-	-	-	-
Délégation Sophia-Antipolis	15	14	-	1	-	15	-	-	-	-
Délégation Évry	5	3	2	-	-	5	-	-	-	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>126</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>132</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>SERVICES COMMUNS</b>										
Centre de Calcul et des systèmes d'information (CCSI)	14	14	-	-	-	14	-	-	-	-
Bibliothèque	21	19	2	-	-	21	-	-	-	-
Musée de Minéralogie	3	3	-	-	-	3	-	-	-	-
Presses des Mines	2	1	1	-	-	2	-	-	-	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT</b>										
Géosciences	125	70	36	19	38	42	35	10	1 <sup>(1)</sup>	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>70</b>	<b>36</b>	<b>19</b>	<b>38</b>	<b>42</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>ÉNERGÉTIQUE ET PROCÉDÉS</b>										
Centre Efficacité Énergétiques des Systèmes (CES)	73	24	35	14	10	18	33	12	-	-
Centre Thermodynamique des Procédés (CTP)	22	10	7	5	3	10	7	2	-	-
Centre Procédés, Énergies Renouvelables et Systèmes Énergétiques (PERSEE)	38	21	15	2	13	14	11	-	-	-
Centre Observation, Impacts, Énergies (OIE)	15	6	7	2	7	5	3	-	-	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>148</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX</b>										
Mise en Forme des Matériaux (CEMEF)	131	60	30	41	32	55	87	9	-	-
Matériaux (MAT)	183	60	63	60	32	27	61	11	-	-
Mécanique des Solides (LMS) <sup>(**)</sup>	(45)	(1)	(1)	(43)	(20)	(17)	(-)	(8)	(29)	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>314</b>	<b>120</b>	<b>93</b>	<b>101</b>	<b>64</b>	<b>82</b>	<b>148</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>MATHÉMATIQUES ET SYSTÈMES</b>										
Automatique et Systèmes (CAS)	23	10	2	11	8	1	13	1	-	-
CAO Robotique (CAOR)	59	25	17	17	14	13	26	6	1 <sup>(1)</sup>	-
Mathématiques Appliquées (CMA)	18	13	2	3	6	4	8	-	-	-
Morphologie Mathématique (CMM)	28	12	11	5	11	5	11	1	-	-
Recherche en Informatique (CRI)	16	12	3	1	6	3	7	-	-	-
Bio-Informatique (CBIO)	14	9	3	2	5	-	8	1	-	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>158</b>	<b>81</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>50</b>	<b>26</b>	<b>73</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>ÉCONOMIE, MANAGEMENT, SOCIÉTÉ</b>										
Économie Industrielle (CERNA)	26	12	1	13	9	1	15	1	-	-
Gestion Scientifique (CGS)	54	27	10	17	18	3	31	2	-	-
Risques et crises (CRC)	27	11	9	7	7	6	14	-	-	-
Sociologie de l'innovation (CSI)	27	11	5	11	9	4	11	3	-	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>61</b>	<b>25</b>	<b>48</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>71</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>INSTITUT DE FORMATION</b>										
Instit. Sup. d'ingénierie et de gestion de l'envir. (ISIGE)	6	5	1	-	-	6	-	-	-	-
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL EFFECTIFS PERSONNELS</b>	<b>1057</b>	<b>561</b>	<b>263</b>	<b>233</b>	<b>228</b>	<b>389</b>	<b>381</b>	<b>59</b>	<b>2</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL ÉTUDIANTS INSCRITS À L'ÉCOLE</b>	<b>1205</b>						<b>381</b>			

<sup>(1)</sup> Enseignants-chercheurs permanents.

<sup>(2)</sup> Ingénieurs fonctionnels, personnels techniques et administratifs et visiteurs.

<sup>(3)</sup> Étudiants inscrits dans des établissements extérieurs (dont 45 doctorants).

<sup>(\*)</sup> Hors total École.

<sup>(\*\*)</sup> 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	Durée	Rappel 2012/2013	2013/2014	Dont étrangers	Dont femmes	Dont F. continue	Diplôme 2013
<b>INGÉNIEURS CIVILS (IC)</b>	<b>3 ans</b>	<b>459</b>	<b>453</b>	<b>71</b>	<b>118</b>	<b>0</b>	<b>155</b>
1 <sup>ère</sup> année		104	98	1	15	-	-
2 <sup>e</sup> année		163	159	26	35	-	-
3 <sup>e</sup> année et fin de scolarité <sup>(1)</sup>		192	196	44	68	-	155
<b>MASTERS</b>	<b>18 mois</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
Stratégies énergétiques		16	13	13	8	-	7
Économie du dévelop. durable, de l'env. et de l'énergie		3	2	2	1	-	2
<b>CORPS DES MINES</b>	<b>3 ans</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>57</b>	<b>20</b>
1 <sup>ère</sup> année		20	19	-	4	19	-
2 <sup>e</sup> année		20	20	-	4	20	-
3 <sup>e</sup> année		24	18	-	3	18	20
<b>INSTITUT SUPÉRIEUR DES TECHNIQUES (IST)</b>	<b>3 ans</b>	<b>62</b>	<b>71</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>14</b>
1 <sup>ère</sup> année		26	24	-	6	8	-
2 <sup>e</sup> année		21	26	-	2	14	-
3 <sup>e</sup> année		15	21	1	3	10	14
<b>MASTÈRES SPÉCIALISÉS, TEMPS PLEIN</b>	<b>12-16 mois</b>	<b>175</b>	<b>144</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>49</b>	<b>163</b>
Optimisation des systèmes énergétiques (OSE)		20	18	1	5	6	19
Ingénierie et gestion du gaz (GAZ)		19	13	7	5	8	19
Management international de l'énergie (ALEF)		19	21	5	6	3	19
Énergies renouvelables (ENR)		15	12	6	3	8	15
Ingénierie et gestion de l'environnement (IGE)		23	22	3	14	9	21
Management international de l'environnement (ENVIM)		18	16	5	6	2	13
Management industriel & systèmes logistiques (MISL)		18	20	12	6	7	17
Maîtrise des risques industriels (MRI)		18	13	5	5	5	18
Comportement des matériaux et dim. struct. (COMADIS)		10	3	0	0	0	10
Matériaux, procédés de fabrication et modélisation (MAPMOD)		15	6	3	2	1	12
<b>EXECUTIVE MASTÈRES SPÉCIALISÉS, TEMPS PARTAGÉ GÉRÉS PAR L'ÉCOLE</b>	<b>12-24 mois</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>10</b>
Management QSE et développement durable (QSE-DD)		10	14	-	9	14	10
<b>BADGE ACCRÉDITÉS PAR LA CGE</b>	<b>6 mois</b>	<b>87</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>53</b>	<b>72</b>
Management associatif (ADEMA)		27	14	-	12	14	12
Management hospitalier (MA-HOS)		57	39	-	15	39	57
Développement durable et responsabilité sociétale des entreprises (DD-RSE)		3	-	-	-	-	3
<b>CYCLES DU CESMAT</b>	<b>6-9 mois</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>16</b>
Géostatistique (CFSG)		11	7	7	1	7	11
Exploitation à ciel ouvert (CESECO)		5	6	6	0	6	5
Évaluation économique de projets miniers (CESPROMIN)		-	-	-	-	-	-
Administration publique des mines (CESAM)		-	4	4	2	4	-
<b>DOCTORANTS (ENCADRÉS À MINES PARISTECH)</b>	<b>3 ans</b>	<b>391</b>	<b>381</b>	<b>132</b>	<b>111</b>	<b>0</b>	<b>103</b>
1 <sup>ère</sup> année		104	99	33	25	-	-
2 <sup>e</sup> année		99	108	38	31	-	-
3 <sup>e</sup> année		99	96	26	29	-	37
Prolongation		89	78	35	25	-	66
<b>TOTAUX INSCRITS À L'ÉCOLE</b>		<b>1283</b>	<b>1205</b>	<b>283</b>	<b>362</b>	<b>222</b>	<b>562</b>
<b>MASTÈRES SPÉCIALISÉS TEMPS PLEIN GÉRÉS PAR PARTENAIRES</b>	<b>12-16 mois</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Ingénierie des véhicules électriques (IVE)		4	3	-	-	-	-
<b>EXECUTIVE MASTÈRES SPÉCIALISÉS TEMPS PARTAGÉ GÉRÉS PAR PARTENAIRES</b>	<b>12-24 mois</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>19</b>
Management des syst. d'info. et des techno. (MSIT) <sup>(2)</sup>		19	16	-	8	16	19
<b>MASTERS GÉRÉS PAR PARTENAIRES</b>		<b>370</b>	<b>276</b>	<b>255</b>	<b>82</b>	<b>4</b>	<b>98</b>
Mobilité et véhicules électriques (MVE)	18 mois	26	16	16	2	-	17
Transport et développement durable (TRADD)	18 mois	47	28	24	13	4	21
Gestion et traitement des eaux, des sols et des déchets (GTESD)	24 mois	77	40	40	10	-	12
REST	12 mois	42	38	21	6	-	11
CARE	24 mois	178	154	154	51	-	37

<sup>(1)</sup> Elèves polytechniciens et normaliens restant 21 mois à l'école.

<sup>(2)</sup> Mastère en collaboration avec HEC.

# CONSEIL D'ADMINISTRATION

## Président

### Jacques ASCHENBROICH

Directeur général de VALEO

## Personnalités nommées par le Ministre chargé de l'Industrie

### Patrice CAINE

Directeur Général  
Opérations et Performance  
Groupe THALES

### Corinne CUISINIER

Directeur Général - General Manager  
SIBELCO France

### Pascale BRIAND

Directrice Générale  
ANR

### François LEFEBVRE

Directeur Général  
Groupe PONTICELLI

### Élisabeth PATÉ-CORNELL

Professor Management Science and  
Engineering, Stanford University

### Jean-Yves NAOURI

Directeur Général délégué  
PUBLICIS Groupe

## Représentants de l'État nommés par le Ministre chargé de l'Industrie

### Pascal FAURE

Directeur général de la compétitivité,  
de l'industrie et des services  
Ministère du redressement productif et  
Ministère du commerce, de l'artisanat  
et du tourisme

### Michèle FEJOZ

Directrice des ressources humaines,  
Adjointe au Secrétaire général  
des ministères de l'Économie,  
des finances et du commerce extérieur  
et du redressement productif

### Christiane KERIEL

Conseillère d'établissement auprès de la  
DGESIP  
Ministère de l'enseignement supérieur et  
de la recherche  
Direction générale pour l'enseignement  
supérieur et l'insertion professionnelle

### Laurent MICHEL

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

### Frédéric RAVEL

Chargé de mission du secteur « Énergie,  
développement durable, chimie et  
procédés »,  
Direction Générale de la Recherche  
et de l'Innovation,  
Service de la Stratégie de la Recherche  
et de l'Innovation,  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche

### Luc ROUSSEAU

Vice-Président,  
Conseil Général de l'Économie,  
de l'Industrie, de l'Énergie et  
des Technologies,  
Ministères de l'Économie, des finances  
et du commerce extérieur et  
du redressement productif

## Représentants des Collectivités territoriales de la région Ile-de- France désignés par le Ministre chargé de l'Industrie

### Pierre DUBREUIL

Conseiller Régional de la région  
Ile-de-France  
Directeur général INRAP

### Gérard EUDE

Vice-Président du Conseil Général de  
Seine-et-Marne,  
Chargé du développement économique,  
de la recherche et de l'emploi

### Jean-Louis MISSIKA

Adjoint au Maire de Paris,  
Chargé de l'innovation, de la recherche  
et des universités

## Représentants des Personnels de MINES ParisTech

### Marc BERNACKI

Chargé de recherche,  
Centre de mise en forme des matériaux  
Sophia Antipolis

### François CAUNEAU

Maître de recherche,  
Centre Procédés, Énergies renouvelables  
et systèmes énergétiques  
Sophia Antipolis

### Dominique GUIRAUD-DEVILLE

Chargée de mission de classe  
exceptionnelle  
Délégation de Paris

## Représentants des Élèves de MINES ParisTech

### Amine BENSSY

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

### Guillaume MARION

au titre des élèves-chercheurs  
Centre des Matériaux, Évry

### Basile THODOROFF

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

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

### Jean-Claude JEANNERET

Directeur général  
Institut Mines-Télécom

## Assistent avec voix consultative

### Romain SOUBEYRAN

Directeur de MINES ParisTech

### Jérôme ADNOT

Directeur-adjoint de MINES ParisTech  
Chargé de l'Enseignement

### Alain GIRARD

Secrétaire Général de MINES ParisTech

### Damien GOETZ

Directeur-adjoint de MINES ParisTech  
Chargé de la Recherche

### Marie-Solange TISSIER

Directeur-adjoint de MINES ParisTech  
Chargée de la Formation  
du Corps des mines

### Emmanuel ROUSSEL

Directeur des Ressources Humaines de  
MINES ParisTech

### Didier MAUPAS

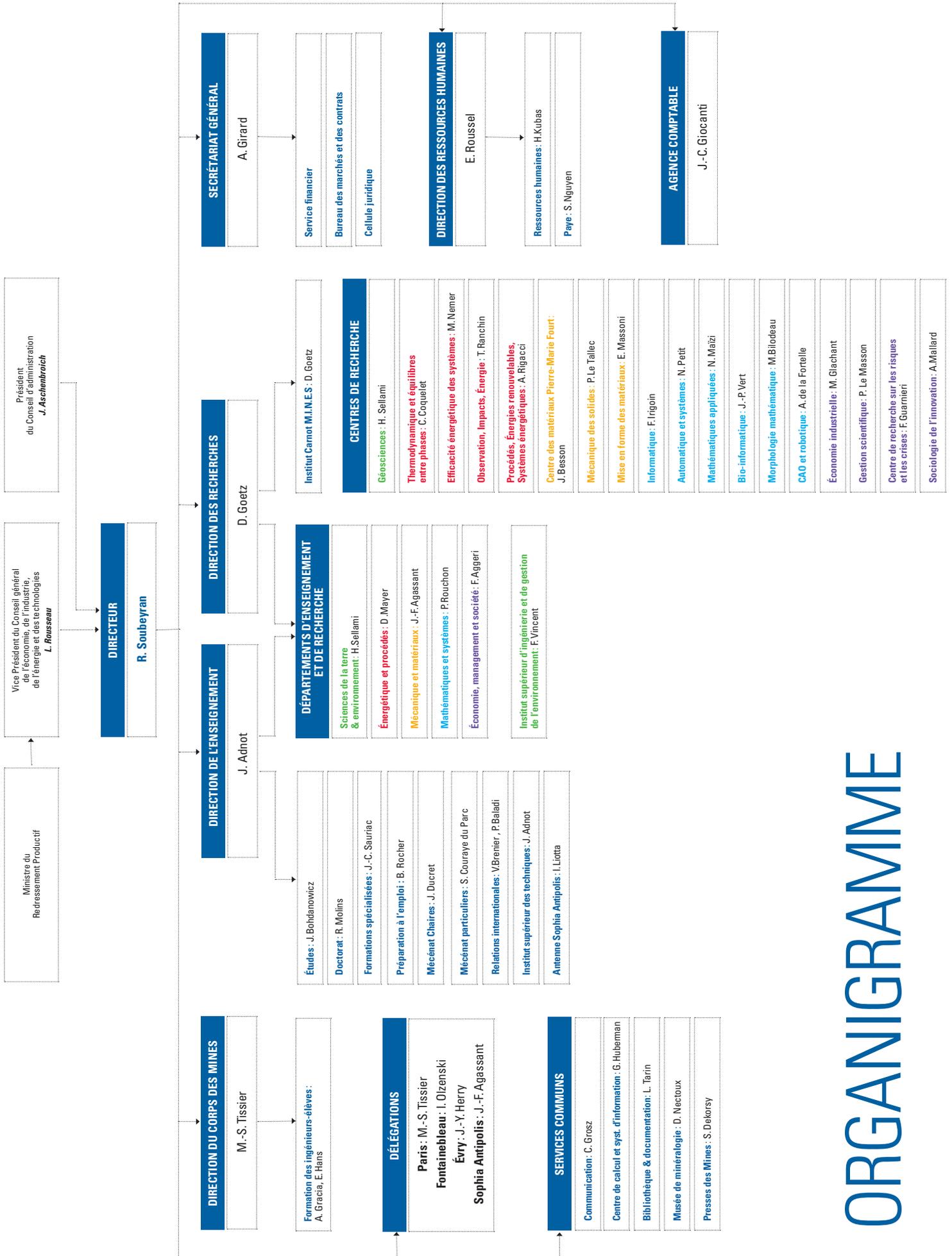
Contrôleur budgétaire et comptable  
ministériel  
Ministère de l'économie, des finances  
et du commerce extérieur et du  
redressement productif

### Jean-Christophe GIOCANTI

Agent Comptable de MINES ParisTech

### Pascal IRIS

Directeur d'Armines



# ORGANIGRAMME



60 boulevard Saint-Michel  
75272 Paris cedex 06  
Tél. 01 40 51 90 00  
Fax 01 40 51 90 98

[www.mines-paristech.fr](http://www.mines-paristech.fr)