



# Thesis offer – ESR02

MSCA Cofund - MISCEA

*EURAXESS*

---

## Job Information

---

**Organisation/Company:** Ecole nationale des ponts et chaussées – Ecole des Ponts ParisTech (ENPC)

**Department:** Laboratoire Navier (<https://navier-lab.fr/>)

**Research Field:** Solid Mechanics

**Researcher Profile:** First Stage Researcher (R1)

**Country:** France

**Type of Contract:** Temporary

**Job Status:** Full-time

**Is the job funded through the EU Research Framework Programme?:** Horizon Europe (HE) / Marie Skłodowska-Curie Actions COFUND

**Is the Job related to staff position within a Research Infrastructure?:** No



## Offer Description

### Thesis offer:

#### *French version:*

#### *Contexte*

### **Amortisseurs à mémoire de forme éco-innovants pour la protection sismique des infrastructures**

Il existe des preuves solides que le changement climatique est susceptible d'augmenter l'activité sismique, à la fois en nombre d'événements (nombre de tremblements de terre par an) et en intensité [1-3]. Compte tenu de la densification croissante de la population, les tremblements de terre constituent ainsi un enjeu crucial pour le développement de villes résilientes : il y a un besoin croissant de stratégies efficaces pour atténuer l'impact des séismes sur les infrastructures.

Parmi ces stratégies, une voie possible consiste à utiliser les alliages à mémoire de forme (AMF), une classe de « matériaux intelligents » qui trouve des applications dans divers domaines, comme l'aéronautique ou le secteur biomédical. Ces matériaux peuvent dissiper de l'énergie grâce à une transformation de phase solide-solide. La pertinence du concept d'amortisseurs AMF en protection sismique a déjà été démontrée dans plusieurs travaux [4]. Par rapport aux systèmes élasto-plastiques ou à frottement qui sont plus traditionnels, les amortisseurs AMF présentent l'avantage de présenter une capacité de recentrage, limitant ainsi les déplacements résiduels et préservant l'intégrité structurelle après le séisme. Par ailleurs, la fonction dissipative étant une propriété inhérente au matériau, les amortisseurs AMF sont très robustes, ce qui est essentiel pour les dispositifs de protection sismique. De plus, les besoins de maintenance sont minimes.

Cependant, un inconvénient des amortisseurs AMF réside dans le fait que le comportement du matériau est fortement non linéaire et difficile à modéliser. De plus, les AMF sont des matériaux coûteux avec une empreinte carbone relativement élevée. Fort de ce constat, l'objectif général de la thèse proposée est d'améliorer les performances des amortisseurs AMF et d'optimiser l'utilisation des matériaux, en s'appuyant sur des ressources récentes en termes d'outils de simulation numériques, de techniques de fabrication et de connaissances sur le comportement AMF. Ces dernières années, de nombreux efforts ont en effet été consacrés à l'amélioration des modèles de comportement pour les AMF, permettant d'inclure des effets complexes tels que l'inélasticité permanente, la mémoire de forme double-sens, le comportement cyclique et le couplage thermomécanique [5,6]. Le premier objectif de la thèse est de développer une nouvelle stratégie numérique pour la mise en œuvre de tels modèles, permettant la simulation avancée de structures intégrant des systèmes AMF, dans le régime dynamique. Les effets de grands déplacement et d'auto-échauffement doivent être pris en compte car ils sont susceptibles de jouer un rôle important dans les applications sismiques des AMF (contrairement à d'autres applications de ces matériaux). L'efficacité, la cohérence et la robustesse sont des caractéristiques essentielles de la stratégie numérique à développer. Des travaux récents utilisant la minimisation de l'énergie incrémentale [7,8] pourraient

éventuellement être mis à profit à cet égard.

Outre les outils de simulation, la conception des amortisseurs AMF peut également bénéficier des avancées récentes dans les domaines des métamatériaux et de fabrication additive. D'une part, grâce à la conception rationnelle de leurs cellules unitaires, les métamatériaux possèdent un vaste potentiel pour améliorer les propriétés mécaniques et les capacités d'absorption d'énergie [9,10] des amortisseurs AMF. Par ailleurs, la fabrication additive permet de produire des objets de manière additive, couche par couche, en surmontant ainsi les problèmes géométriques typiques d'autres procédés de fabrication. Ceci est fondamental pour produire des géométries complexes, comme dans le cas des métamatériaux, et pour ajuster la conception de l'amortisseur en fonction du type d'ouvrage auquel il est destiné. De plus, la fabrication additive permet de réduire les coûts et les délais de production, en conjonction avec une diminution potentielle des émissions et par conséquent de l'empreinte carbone de la production des pièces, ce qui est essentiel pour l'application et la commercialisation des amortisseurs AMF. Le deuxième objectif de la thèse est ainsi de proposer une nouvelle approche d'optimisation topologique pour les AMF. Grâce à cette approche, la géométrie de l'amortisseur est conçue afin de maximiser son efficacité pour une quantité donnée de matériau, avant de l'imprimer. La validation de l'approche sera finalement évaluée, en s'intéressant à la fabrication et à l'expérimentation de structures optimisées constituées de NiTi, imprimées via un processus de fusion laser sur lit de poudre avec le soutien de collaborateurs externes [11,12].

Les résultats de la thèse sont des outils et concepts pour la conception d'amortisseurs AMF efficaces avec une utilisation optimisée des ressources et une empreinte écologique réduite.

### **References:**

[1] Man-Jae Kim et al, Long-term patterns of earthquakes influenced by climate change: Insights from earthquake recurrence and stress field changes across the Korean Peninsula during interglacial periods, *Quaternary Science Reviews* (2023). DOI: 10.1016/j.quascirev.2023.108369

[2] Adven Masih 2018 An Enhanced Seismic Activity Observed Due To Climate Change: Preliminary Results from Alaska, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 167 012018

[3] <https://www.theguardian.com/world/2016/oct/16/climate-change-triggers-earthquakes-tsunamis-volcanoes>

[4] Shape Memory Alloy Engineering (Second Edition), Chapter 22 : Civil Infrastructures, Lorenzo Casagrande, Costantino Menna, Domenico Asprone, Ferdinando Auricchio,, Butterworth-Heinemann, 2021, Pages 731-755

[5] G. Scalet, A. Karakalas, L. Xu, D. Lagoudas, Finite Strain Constitutive Modelling of Shape Memory Alloys Considering Partial Phase Transformation with Transformation-Induced Plasticity. *Shape Memory & Superelasticity*, 7, 206-221, 2021.

- [6] G. Scalet, F. Niccoli, C. Garion, P. Chiggiato, C. Maletta, F. Auricchio. A three-dimensional phenomenological model for shape memory alloys including two-way shape memory effect and plasticity, *Mechanics of Materials*, 136, 103085, 2019.
- [7] G. Scalet, M. Peigney. A robust and efficient radial return algorithm based on incremental energy minimization for the 3D Souza-Auricchio model for shape memory alloys, *European Journal of Mechanics - A/Solids*, 61, 364-382, 2017.
- [8] M. Peigney, G. Scalet, F. Auricchio. A time integration algorithm for a 3D constitutive model for SMAs including permanent inelasticity and degradation effects, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 115(9), 1053-1082, 2018
- [9] G. Scalet, C.A. Biffi, J. Fiocchi, A. Tuissi, F. Auricchio, Additively manufactured Ti6Al4V lattice structures: mechanical characterization and numerical investigation, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1038, 012057, 2021.
- [10] Hongye Ma, Ke Wang, Haifeng Zhao, Yilun Hong, Yanlin Zhou, Jing Xue, Qiushi Li, Gong Wang, Bo Yan, Energy dissipation in multistable auxetic mechanical metamaterials, *Composite Structures*, Volume 304, Part 1, 2023, 116410, ISSN 0263-8223, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116410>.
- [11] Carlo Alberto Biffi, Celal Soyarslan, Jacopo Fiocchi, Chiara Bregoli, Ausonio Tuissi, Mehrshad Mehrpouya, Functional performance of NiTi shape memory architected structures produced by laser powder bed fusion (LPBF), *Transactions on Additive Manufacturing Meets Medicine* Vol. 5 No. S1 (2023): Trans. AMMM Supplement <https://doi.org/10.18416/AMMM.2023.2309821>
- [12] Carlo Alberto Biffi, Jacopo Fiocchi, Francesca Sisto, Chiara Bregoli, Ausonio Tuissi, Enhanced antibacterial response in Zn-modified additively manufactured NiTi alloy, *Materials Letters*, Volume 335, 2023, 133749, ISSN 0167-577X, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133749>

*Supervision de la thèse proposée*

La thèse proposée est en co-tutelle entre l'École des Ponts et l'université de Pavie (Italie). Les co-directeurs de thèse sont :

**Michael Peigney**, Laboratoire Navier, Ecole des Ponts, [michael.peigney@enpc.fr](mailto:michael.peigney@enpc.fr)

**Giulia Scalet**, Associate Professor at the Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia (Italy), [giulia.scalet@unipv.it](mailto:giulia.scalet@unipv.it)

Le doctorant bénéficiera de la co-supervision de **Gwendal Cumunel**, chercheur au laboratoire Navier de l'ENPC, [gwendal.cumunel@enpc.fr](mailto:gwendal.cumunel@enpc.fr)

### *Environnement de travail*

#### **Laboratoire Navier, École des Ponts**

À l'École des Ponts, le candidat sera hébergé par le Laboratoire Navier (<https://navier-lab.fr/en/research/>), dont les recherches portent sur les matériaux et les structures pour la construction, l'énergie et l'environnement. Dans le cadre de la transition énergétique et des risques naturels liés au changement climatique, le laboratoire travaille dans le domaine des matériaux innovants et des processus de mise en œuvre, de la durabilité et de la résilience des structures sous charges complexes, de la géomécanique de l'énergie et de l'environnement. Parmi les nombreux équipements de recherche du laboratoire, certains permettent la caractérisation d'un large spectre de matériaux (matériaux de construction, composites à matrice organique, etc.) et de composants structuraux avec différents types de charges : statique, fatigue, charges multi-axiales :

- Tension-compression électromécanique : Instron 3365, 6022 – MTS DY31, DY 35, 20 / M – 3R SYNTECH II -Shimadzu AGS-300kNX. Plage de capteurs de pesage entre 10N et 300kN. Chambres thermiques et mesure de contrainte par jauges de contrainte et optiques.
- Compression hydraulique de capacité 3R 3000kN
- Appareil de pliage avec vérin hydraulique d'une capacité de 450 kN (fatigue alternée avec fréquence jusqu'à 3 Hz)
- Machine de compression / torsion hydraulique MTS d'une capacité de 100 kN / 1600Nm
- Vérins hydrauliques d'une capacité de 20kN à 200kN adaptés sur châssis d'essai conçus pour les essais de traction, de compression et de flexion
- Le laboratoire possède également des licences pour Abaqus, Matlab et l'accès aux bases de données scientifiques (Scopus,...)

#### **Université de Pavie :**

Le candidat sera hébergé par le département de génie civil et d'architecture (DICAr <https://dicar.dip.unipv.it/it/>), qui a une solide expérience dans les sujets de recherche liés au projet de doctorat, à savoir, la mécanique des structures et des matériaux, méthodes numériques, procédures d'impression 3D/4D et caractérisation mécanique pour différents types de matériaux, des matériaux biologiques et bio-artificiels aux alliages ABS/PLA/élastomères et à mémoire de forme.

De plus, DICAr est liée à Eucentre (<https://www.eucentre.it/?lang=fr>), une fondation privée à but non lucratif qui poursuit une mission de recherche, de formation et de prestation de services dans le domaine de l'ingénierie sismique et, plus généralement, de l'ingénierie des risques.

Au sein de DICAr, le Laboratoire des matériaux et structures programmables (ProMaSt Lab – <https://www.promastlab.com>), dirigé par le Prof. Giulia Scalet, vise à parvenir à une compréhension fondamentale des interactions complexes entre le comportement matériel et la géométrie et a obtenu des fonds nationaux et internationaux (y compris le ERC Starting Grant 2021 'CoDe4Bio') pour travailler activement sur quatre principaux sujets: la modélisation constitutive des matériaux intelligents, l'impression 4D et la biofabrication, la mécanique expérimentale et les méthodes de calcul haute performance.

Le laboratoire dispose des équipements suivants :

- Équipement de calcul : Équipement de calcul : 1 cluster HPC avec 4 nœuds (4x CPU 2,1 GHz) avec 256 cœurs-1 To de RAM; 1 nœud d'accès (4x CPU 2,20 GHz) avec 32 cœurs-252 Go de RAM; 1 serveur avec 24 cœurs-66 Go de RAM; divers postes de travail.

- Matériel de synthèse/préparation des matériaux : hotte, agitateur magnétique chauffant; bain à ultrasons; four à vide; balance analytique.
- Équipement de caractérisation des matériaux : MTS Insight Testing Systems 10 kN (y compris extensomètre vidéo; chambre thermostatique et système de refroidissement à l'azote liquide; logiciel TestWorks4); circulateur à immersion de chauffage; stéréomicroscope trinoculaire; scanner 3D; analyseur mécanique dynamique (DMA 850, TA); calorimétrie différentielle à balayage (DSC 250, TA); rhéomètre rotatif hybride (HR10 Discovery, TA).
- imprimantes 3D/bio-imprimantes : 1 bio-imprimante (Cellink BioX6); 1 traitement numérique de la lumière (Asiga MAXX35).
- équipement de caractérisation biologique : armoire de biosécurité; centrifugeuse; incubateur microscope optique/à fluorescence; thermoagitateur; réfrigérateur; congélateurs (-20, -80 °C).
- Autres à des fins de recherche documentaire, de calcul et de diffusion : bibliothèque bien équipée; accès à de nombreuses revues; logiciel sous licence (Matlab, Mathematica); droits de libre accès couverts (p. ex., Springer, Elsevier, Wiley, ACS American Chem Soc, Cambridge Univ Press).

Le temps de travail sera partagé entre le laboratoire Navier (50%) et l'Université de Pavie (50%).

*English version below*



**English version:**

*Context*

**Eco-innovative shape memory architected dampers  
for the seismic protection of infrastructures**

There is strong evidence that global climate change is likely to increase seismic activity, both in quantity (number of earthquakes per year) and intensity [1-3]. Factoring in the increasing densification of population, earthquakes are a crucial issue for resilient cities: there is a growing need of efficient strategies for mitigating the impact of earthquakes on infrastructures.

A possible strategy is to use Shape Memory Alloys (SMAs), a class of 'smart materials' which finds applications in various fields, such as aeronautics or biomedical. Those materials can dissipate energy through a solid-solid phase transformation. The relevance of SMA-based dampers in seismic protection has already been demonstrated in several works [4]. Compared to more conventional elastic-plastic or friction-based systems, SMA dampers have the advantage of displaying a recentering capacity, thus limiting residual displacements and preserving structural integrity after the earthquake. Because the dissipative function is a built-in property of the material, SMA dampers are very robust, which is essential for seismic protection devices. Moreover, needs of maintenance are minimal.

However, one drawback of SMA dampers is that the material behavior is strongly nonlinear and difficult to model in detail. Moreover, SMAs are expensive materials with a relatively high carbon footprint.

With those concerns in mind, the overall goal of the PhD project is to improve the performance of SMA dampers and to optimize the use of material, starting from recent computational and manufacturing tools and material knowledge.

In recent years, a lot of effort has indeed been devoted to improve material models for SMAs, including complex effects such as permanent inelasticity, two-way shape memory, cyclic behavior, and thermomechanical coupling [5,6]. The first objective of the PhD is to develop a new numerical strategy for implementing such models, allowing for the advanced simulation of SMA-based systems in the dynamic regime. Finite strain and self-heating need to be taken into account as they are likely to play an important role in seismic applications of SMAs (in contrast with other applications of those materials). Efficiency, consistency and robustness are critical features of the numerical strategy to be developed. Recent works making use of incremental energy minimization [7,8] could possibly be helpful in that regard.

Besides advanced simulation tools, the design of SMA dampers can also benefit from recent advances in metamaterials and additive manufacturing. On the one hand, thanks to the rational design of their unit cells, mechanical metamaterials possess extraordinary potential for improving the mechanical properties and energy absorption capabilities [9,10] of SMA dampers. On the other hand, additive manufacturing allows to produce objects in an additive, layer-by-layer fashion, potentially overcoming geometrical issues typical of other manufacturing approaches. This is fundamental for producing complex geometries, as in case of metamaterials, and to tune the design based on the type of building where the damper is used. Moreover, additive manufacturing allows to reduce production costs and times, in conjunction with a potential decrease of emissions and consequently of the carbon footprint of the part production, that is fundamental for the application and commercialization of SMA dampers.

Accordingly, the second objective of the PhD is to propose a new topology optimization approach for SMAs. Thanks to this approach, the geometry of the damper could be designed to maximize its efficiency for a given quantity of material, before printing it. The validation of the approach will be possibly assessed by manufacturing and testing the optimized structures made of NiTi SMAs via laser powder bed fusion process, exploiting external collaborators' facilities [11,12].

The outcomes of the PhD are tools and concepts for the design of efficient SMA dampers with optimized use of resources and reduced ecological footprint.

### **References:**

[1] Man-Jae Kim et al, Long-term patterns of earthquakes influenced by climate change: Insights from earthquake recurrence and stress field changes across the Korean Peninsula during interglacial periods, *Quaternary Science Reviews* (2023). DOI: 10.1016/j.quascirev.2023.108369

[2] Adven Masih 2018 An Enhanced Seismic Activity Observed Due To Climate Change: Preliminary Results from Alaska, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 167 012018

[3]<https://www.theguardian.com/world/2016/oct/16/climate-change-triggers-earthquakes-tsunamis-volcanoes>

[4] Shape Memory Alloy Engineering (Second Edition), Chapter 22 : Civil Infrastructures, Lorenzo Casagrande, Costantino Menna, Domenico Asprone, Ferdinando Auricchio,, Butterworth-Heinemann, 2021, Pages 731-755

[5] G. Scalet, A. Karakalas, L. Xu, D. Lagoudas, Finite Strain Constitutive Modelling of Shape Memory Alloys Considering Partial Phase Transformation with Transformation-Induced Plasticity. *Shape Memory & Superelasticity*, 7, 206-221, 2021.

[6] G. Scalet, F. Niccoli, C. Garion, P. Chiggiato, C. Maletta, F. Auricchio. A three-dimensional phenomenological model for shape memory alloys including two-way shape memory effect and plasticity, *Mechanics of Materials*, 136, 103085, 2019.

[7] G. Scalet, M. Peigney. A robust and efficient radial return algorithm based on incremental energy minimization for the 3D Souza-Auricchio model for shape memory alloys, *European Journal of Mechanics - A/Solids*, 61, 364-382, 2017.

[8] M. Peigney, G. Scalet, F. Auricchio. A time integration algorithm for a 3D constitutive model for SMAs including permanent inelasticity and degradation effects, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 115(9), 1053-1082, 2018

[9] G. Scalet, C.A. Biffi, J. Fiocchi, A. Tuissi, F. Auricchio, Additively manufactured Ti6Al4V lattice structures: mechanical characterization and numerical investigation, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1038, 012057, 2021.



[10] Hongye Ma, Ke Wang, Haifeng Zhao, Yilun Hong, Yanlin Zhou, Jing Xue, Qiushi Li, Gong Wang, Bo Yan, Energy dissipation in multistable auxetic mechanical metamaterials, *Composite Structures*, Volume 304, Part 1, 2023, 116410, ISSN 0263-8223, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116410>.

[11] Carlo Alberto Biffi, Celal Soyarslan, Jacopo Fiocchi, Chiara Bregoli, Ausonio Tuissi, Mehrshad Mehrpouya, Functional performance of NiTi shape memory architected structures produced by laser powder bed fusion (LPBF), *Transactions on Additive Manufacturing Meets Medicine* Vol. 5 No. S1 (2023): Trans. AMMM Supplement <https://doi.org/10.18416/AMMM.2023.2309821>

[12] Carlo Alberto Biffi, Jacopo Fiocchi, Francesca Sisto, Chiara Bregoli, Ausonio Tuissi, Enhanced antibacterial response in Zn-modified additively manufactured NiTi alloy, *Materials Letters*, Volume 335, 2023, 133749, ISSN 0167-577X, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133749>

#### *Thesis supervisor(s)*

The PhD is joint between Ecole des Ponts and University of Pavia. The supervisors in each institution are :

**Michael Peigney**, Laboratoire Navier, Ecole des Ponts, [michael.peigney@enpc.fr](mailto:michael.peigney@enpc.fr)

**Giulia Scalet**, Associate Professor at the Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia (Italy), [giulia.scalet@unipv.it](mailto:giulia.scalet@unipv.it)

The PhD will benefit from the co-supervision of **Gwendal Cumunel**, researcher at ENPC Navier laboratory, [gwendal.cumunel@enpc.fr](mailto:gwendal.cumunel@enpc.fr)

#### *Working environment*

##### ***Laboratoire Navier, Ecole des Ponts***

At Ecole des Ponts, the candidate will be hosted by Laboratoire Navier (<https://navier-lab.fr/en/research/>), whose research focuses on materials and structures for construction, energy and the environment. In the context of the energy transition and natural risks linked to climate change, the laboratory works in the field of innovative materials and implementation processes, the durability and resilience of structures under complex loads, the geomechanics of energy and the environment. Some of the research facilities enables the characterization of a wide spectrum of materials (construction materials, organic matrix composites, etc.) and structural components with different types of loads: static, fatigue, multi-axial loads:

- Electromechanical tension-compression: Inströn 3365, 6022 – MTS DY31, DY 35, 20 / M – 3R SYNTECH II -Shimadzu AGS-300kNX. Range of load cells between 10N and 300kN. Thermal chambers and strain measurement by strain gauges and optics.
- 3R 3000kN capacity hydraulic compression
- Bending apparatus with hydraulic cylinder with a capacity of 450kN (alternating fatigue with frequency up to 3Hz)

- MTS hydraulic tension-compression / torsion machine with a capacity of 100kN / 1600Nm
- Hydraulic cylinders with a capacity of 20kN to 200kN adapted on test frames designed for tensile, compression and bending tests
- The lab also has licences for Abaqus, Matlab and access to scientific databases (Scopus,...)

### ***University of Pavia.***

The candidate will be hosted by the Department of Civil Engineering and Architecture (DICAr <https://dicar.dip.unipv.it/it>), that has a strong experience in research topics connected to the PhD project, i.e., structural and material mechanics, numerical methods, 3D/4D printing procedures and mechanical characterization for different types of materials, from biological and bio-artificial materials to ABS/PLA/elastomers and shape memory alloys.

Moreover, DICAr is connected with Eucentre (<https://www.eucentre.it/?lang=en>), a private non-profit foundation that pursues a mission of research, training and service provision in the field of earthquake engineering and, more generally, of risk engineering.

Within DICAr, the Laboratory of Programmable Materials and Structures (ProMaSt Lab – <https://www.promastlab.com>), lead by Prof. Giulia Scalet, aims to achieve a fundamental understanding of the complex interactions between material behavior and geometry and has attracted national and international funding (including the ERC Starting Grant 2021 ‘CoDe4Bio’) to actively work on four core arguments: constitutive modelling of smart materials, 4D printing and biofabrication, experimental mechanics, and high-performance computational methods.

The lab and the department is equipped as follows:

- Computational equipment: Computational equipment: 1 HPC cluster with 4 nodes (4x CPU 2.1GHz) with 256 cores-1TB RAM; 1 access node (4x CPU 2.20 GHz) with 32 cores-252GB RAM; 1 server with 24 cores-66GB RAM; various workstations.
- Equipment for material synthesis/preparation: Fume hood, Heating magnetic stirrer; Ultrasonic bath; Vacuum oven; Analytical Balance.
- Equipment for material characterization: MTS Insight Testing Systems 10 kN (including video extensometer; thermostatic chamber and cooling system liquid Nitrogen; TestWorks4 software); Heating immersion circulator; Trinocular stereomicroscope; 3D scanner; Dynamic Mechanical Analyzer (DMA 850, TA); Differential Scanning Calorimetry (DSC 250, TA); Hybrid rotational rheometer (HR10 Discovery, TA).
- 3D printers/bioprinters: 1 Bioprinter (Cellink BioX6); 1 Digital Light Processing (Asiga MAXX35).
- Equipment for biological characterization: Biosafety cabinet; Centrifuge; Incubator; Optical/fluorescence microscope; Thermo Shaker; Refrigerator; Freezers (-20, -80 °C).
- Others for literature search, computational/dissemination purpose: Well-equipped library; Access to numerous journals; Licensed software (Matlab, Mathematica); Covered open access fees (e.g., Springer, Elsevier, Wiley, ACS American Chem Soc, Cambridge Univ Press).

50 % at Ecole des Ponts (France), 50% at the University of Pavia (Italy)



## **Description of the project and the candidates' eligibility criteria:**

This position will be part of the EU-funded project [MISCEA](#), which is an ambitious inter- and multidisciplinary Doctoral Training Network under the Horizon-Europe Marie Skłodowska-Curie Actions.

PhD candidates' can be of any nationality but you have to meet these eligibility criteria:

- **Not being a current employee** working at ENPC.
- Not having resided or carried out their main activity (work, studies, etc) in France **for more than 12 months** during the past 36 months immediately before the deadline of the MISCEA Programme's call. Compulsory national service, short stays such as holidays and time spent as part of a procedure for obtaining refugee status under the Geneva Convention are not taken into account.
- **Holding a Master's degree** (or about to obtain one) or having a University degree equivalent to a European Master's degree (5-year duration) at the deadline of the MISCEA Programme's call.
- Researchers must be doctoral candidates, i.e. not already in possession of a doctoral degree at the deadline of the co-funded programme's call. Researchers who have successfully defended their doctoral thesis but who have not yet formally been awarded the doctoral degree will NOT be considered eligible.
- **Signing a declaration** of the veracity of the information provided (Declaration of honour, free of form).

If you comply with the eligibility criteria and you wish to submit your application, you must:

- Contact the thesis supervisor and explain your thesis project to her/him so that she/he validates your application via a **letter of acceptance**.
- Submit a **5-pages thesis proposal** under the proposed research areas, with the agreement of the future supervisor + **1 page cover letter** with: *the relevance of your educational/professional background to carry out your thesis topic*.
- The applicant will have to complete an **ethics checklist** based on ethics guidance from the HorizonEurope programme guide.
- **English-translated transcripts** from the master's degree or equivalent.
- **Any specific requirements of the Doctoral School** corresponding to the targeted MISCEA fellowship offer.
- **English curriculum vitae**, including information about the level on English language knowledge.
- **One letter of reference**, at least.

See mandatory templates for your application and recruitment conditions on the Applicant's guide on the MISCEA website ([link](#)).

Then your candidature is complete, please send inquiries and applications to **[miscea-program@enpc.fr](mailto:miscea-program@enpc.fr)**





## Requirements

---

**Research Field:** Solid Mechanics

**Education Level:** Master Degree or equivalent

**Skills/Qualifications:** Skills in computational mechanics and structural mechanics are required

**Languages:** English

**Level:** Excellent

## Where to apply

---

**E-mail:** [miscea-program@enpc.fr](mailto:miscea-program@enpc.fr)



This project is co-funded by the European Union as part of the **HorizonEurope** programme, **Marie Skłodowska-Curie Actions**, call COFUND-2022 and under grant agreement number 101126720