



## Bétons intelligents intégrant des nanotubes de carbone

**Spécialité** CHIMIE

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [NIMBE/LEDNA](#)

**Candidature avant le** 13/05/2020

**Durée** 6 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [PINAULT Mathieu](#)

+33 1 69 08 91 87

[mathieu.pinault@cea.fr](mailto:mathieu.pinault@cea.fr)

**Autre lien**

<http://www.cea.fr/multimedia/Pages/galleries/energie-nucleaire/laboratoire-lecba.aspx>

### Résumé

Le sujet de stage proposé s'inscrit dans le contexte du développement de bétons 'intelligents' avec comme objectif de poursuivre le développement des méthodes de préparation de nuances originales de bétons intégrant des nanotubes de carbone multi-feuillets, puis d'analyser ces matériaux afin de réaliser des mesures de propriétés électriques et mécaniques des matériaux élaborés.

### Sujet détaillé

L'avènement des matériaux intelligents, nés au début des années 80 dans le secteur de l'aérospatiale, concerne aujourd'hui tous les domaines d'activités, et notamment les bétons qui deviennent adaptatifs et évolutifs. Le « béton intelligent » est un béton dont les fonctions sont inscrites dans la matière. Elles lui permettent de se comporter comme un capteur (détection des signaux) ou comme un actionneur (action sur leur environnement). Ils sont ainsi capables de modifier leurs propriétés physiques en réponse à une sollicitation intérieure ou extérieure. Ces propriétés sont obtenues grâce à l'incorporation de nouveaux éléments : classiquement fils métalliques ou de polypropylène, ou même fibres voire nanotubes de carbone (NTC), nanoparticules...

Le sujet de stage proposé s'inscrit dans ce contexte et s'appuie sur les compétences de deux laboratoires : le LECBA qui possède une expertise dans la préparation et l'étude des propriétés des bétons et le LEDNA dont l'expertise repose sur un savoir-faire dans la synthèse et la caractérisation de NTC et de matériaux composites intégrant les nanotubes. Ce travail en collaboration a déjà permis en 2019 de définir un procédé d'élaboration de nuances originales de pâtes de ciments intégrant des NTC multi-feuillets, puis d'analyser ces matériaux en terme de propriétés mécaniques et électriques afin d'étudier l'effet de l'incorporation de ces nanocharges.

Le projet proposé a comme objectif de poursuivre le développement des méthodes de préparation spécifiques adaptées à des formulations industrielles obtenues à partir de plusieurs formes de NTC. Le travail de 2020 sera orienté sur la synthèse puis la dispersion des NTC pour l'élaboration de microbétons. Différentes méthodes de

---

caractérisation seront utilisées pour déterminer la répartition des nanotubes, leur densité, la viscosité ou le temps de prise du matériau cimentaire (aiguille Vicat, ATG). Des mesures de propriétés électriques et mécaniques seront également réalisées durant ce stage. L'adaptation des techniques de caractérisation mécanique (Impulse Excitation Technique, nanoindentation, compression classique, traction, énergie de fissuration) à des éprouvettes de petites dimensions inhabituelles sera à prendre en compte.

Parallèlement à ce travail expérimental, un travail de recherche bibliographique sera mené de manière à identifier les dernières avancées dans le domaine et à envisager les perspectives d'applications.

### **Mots clés**

Nanotubes de carbone, bétons, synthèse CVD

### **Compétences**

Synthèse CVD, MEB, ATG, mesures des densité, viscosité, nanoindentation

### **Logiciels**

---

## Smart concretes incorporating carbon nanotubes

### Summary

The subject of the proposed internship is in the context of the development of 'smart' concretes, with the objective of developing methods for the preparation of original grades of concretes incorporating multi-layer carbon nanotubes, and then analyzing these materials in order to achieve measurements of electrical and mechanical properties of the materials developed.

### Full description

The development of smart materials, born in the early 80's in the aerospace sector, today concerns all areas of activity, including concretes that become adaptive and evolving. "Smart concrete" is a concrete whose functions are written in the material. They allow it to behave like a sensor (signal detection) or as an actuator (action on their environment). They are thus able to modify their physical properties in response to an internal or external stress. These properties are obtained thanks to the incorporation of new elements: classically metal or polypropylene wires, or even carbon nanotubes, nanoparticles, ...

The subject of the proposed internship fits into this context and relies on the skills of two laboratories: LECBA, which has expertise in the preparation and study of concrete properties, and LEDNA whose expertise is based on knowledge -to do the synthesis and characterization of carbon nanotubes and composite materials integrating nanotubes. This collaborative work has already made it possible in 2019 to define a process for the elaboration of original grades of cement pastes incorporating multi-layer CNT, then to analyze these materials in terms of mechanical and electrical properties in order to study the effect of the incorporation of these nanofillers.

The proposed project aims to continue the development of specific preparation methods adapted to industrial formulations obtained from several forms of CNTs. The work of 2020 will focus on the synthesis and dispersion of CNTs for the production of microconcretes. Various characterization methods will be used to determine the distribution of nanotubes, their density, the viscosity or the setting time of the cementitious material (Vicat needle, TGA). Measurements of electrical and mechanical properties will also be made during this course. The adaptation of mechanical characterization techniques (Impulse Excitation Technique, nanoindentation, conventional compression, traction, cracking energy) to unusual small specimens will have to be taken into account.

In parallel with this experimental work, a bibliographic research work will be conducted in order to identify the latest advances in the field and to consider the prospects of applications.

### Keywords

Carbon nanotubes, concrete, CVD

### Skills

### Softwares