

# SIMON MARCELLIN

4 rue des Églantines 69210 Saint Pierre La Palud

06.25.35.23.23

Né le 9 mai 1990.

[simon.marcellin1@gmail.com](mailto:simon.marcellin1@gmail.com)

Qualification en 63.

## CV ANALYTIQUE

### Sommaire :

<i>Présentation</i> .....	2
<i>Curriculum Vitae</i> .....	3
<i>Enseignements</i> .....	5
<i>Activités de recherche</i> .....	7
<i>Publications</i> .....	10

# Présentation

Ingénieur Matériaux de formation, docteur en physique et spécialiste de la modélisation numérique par éléments finis, mes travaux se situent à l'intersection de l'électromagnétisme et de la physique du solide, avec un crochet par l'acoustique sous-marine. Je me suis intéressé en particulier aux processus de résonances dans la matière condensée ainsi qu'à leurs conséquences sur la propagation des ondes électromagnétiques. J'ai acquis au fil des ans une connaissance pointue du fonctionnement des métamatériaux et des applications parfois « hors normes » qui en découlent (réfraction négative, lentille parfaite, absorbants miniatures, etc.).

J'ai en outre un intérêt prononcé pour la transmission. Ayant démarré assez tôt une activité de cours particuliers en parallèle de mes études, une passion pour la vulgarisation scientifique a très vite émergée et continue d'occuper une bonne partie de mon temps libre. Mon expérience d'enseignement dans le supérieur reste pour le moment celle d'un physicien généraliste : j'ai surtout été amené à enseigner en première et deuxième année de formation initiale à l'INSA de Lyon, dans des domaines aussi variés que l'électromagnétisme, la mécanique, l'optique, l'électricité ou les ondes en général, en TD comme en TP, avec un niveau d'exigence très stimulant (propre à l'établissement) et une motivation toujours élevée, me faisant me sentir réellement à ma place dans cet environnement.

# Curriculum Vitae

## Dernière situation professionnelle :

**2019-2021 Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche** (2 ans) à l'INSA de Lyon. Enseignant de physique au département de **Formation Initiale aux Métiers d'Ingénieur** (FIMI - 1A – 2A), chercheur au **Laboratoire de Génie Électrique et Ferroélectricité** (LGEF) et au **Laboratoire Vibrations Acoustique** (LVA).

## Formation scientifique : Bac +8

**2017-2019 Ingénieur de recherche** (post-doc) à l'Université du Havre. Recherche au **Laboratoire Ondes et Milieux Complexes** (LOMC), équipe **Acoustique Sous-Marine** (ASM).

**2016-2017 Rédacteur scientifique** dans le pôle **Crédit d'Impôt Recherche** (CIR) pour l'entreprise ADOCIS (Angers).

**2012-2016 Doctorat en Électromagnétisme / Physique du solide** – Institut d'Électronique Fondamentale (IEF) / Université Paris Sud 11 (Orsay). Thèse soutenue le 24 mai 2016, au sein de l'école doctorale EOBÉ (**E**lectrical, **O**ptical, **B**io-Physics and **E**ngineering), anciennement **STITS**.

**Intitulé de la Thèse** : « Métamatériaux tout-diélectrique pour le TéraHertz ».

**Directeur de Thèse** : Eric Akmanson

**Jury** : Mme. VIGNERAS Valérie (Rapporteur), M. VERDEYME Serge (Rapporteur), M. CHUSSEAU Laurent (Président du Jury), M. BEGAUD Xavier (Examineur), M. QUEFFELEC Patrick (Examineur).

**2007-2012 École d'ingénieur (filiale Matériaux)** Polytech Paris-Sud – Université Paris Sud 11 (Orsay).

**2011-2012 Master 2 Recherche (M2R – double cursus), Matériaux pour les Structures et l'Énergie (MSE)** – INSTN / CEA / Polytechnique (Saclay).

**2012 Stage ingénieur.** Institut des **NanoSciences** de **Paris** (INSP), laboratoire de physique du CNRS (Paris 5e – UPMC).

2011 **Stage technicien.** SYRTE – Observatoire de Paris, CNRS. (**Paris 14e – UPMC**).

2007 **Baccalauréat S** avec mention AB (Annemasse)

## **Connaissances linguistiques et informatiques**

**Anglais** : Lu, écrit, parlé. TOEIC obtenu en 2011 (835/990). Pratique régulière, bon niveau.

**Allemand** : Scolaire (pendant 8 ans).

**Informatique** : Pack Office. Programmation (C, html, php, modélisation 3D sous Blender et SketchUp). Méthode des Éléments Finis : nombreux travaux sur Ansys HFSS et APDL (en batch) ; COMSOL Multiphysics. Maîtrise des codes Matlab/GNU Octave pour le calcul et les scripts, ainsi que la rédaction sur LaTeX/ LuaTeX.

## **Centres d'intérêts**

**Lectures** (principalement des essais).

**Musique** (créateur et directeur d'une revue spécialisée depuis 2015, en langue anglaise et française, diffusée en France comme à l'international).

**Dessin** (illustrations pour des albums de musique et livres historiques.).

**Sports** (de montagne, badminton, randonnée, course à pied...).

**Vulgarisation scientifique** (participation à l'évènement Pint of Science en 2019, au Havre).

**Voyages.**

**Biscotte et Alphonse** (mes lapins)

## Enseignements

### 1 - Universitaires

Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon – Année 2020-2021

Niveau / Charge	Matières	Heures éq-TD	Nb étudiants
S2 – TD/TP	Mécanique	38 h	22
S2 – TD/TP	Électromagnétisme	35 h	22
S3 – TD/TP	Électromagnétisme - Ondes	56 h	26
S4 – TD/TP	Ondes	42 h	25
S1 – École d'été Diversité	Optique / Mécanique	21 h	25

**Département** : Formation Initiale aux Métiers d'Ingénieur (FIMI)

**Responsables** : Sophie Casanova ; Brice Gautier ; Anna Loehr (Ecole d'été)

Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon – Année 2019-2020

Niveau / Charge	Matières	Heures éq-TD	Nb étudiants
S1 – TD/TP	Électricité	35 h	24
S2 – TD/TP	Mécanique	2 x 37 h	24+22
S2 – TD/TP	Électromagnétisme	2 x 34 h	24+22

**Département** : Formation Initiale aux Métiers d'Ingénieur (FIMI)

**Responsables** : Sophie Casanova ; Brice Gautier

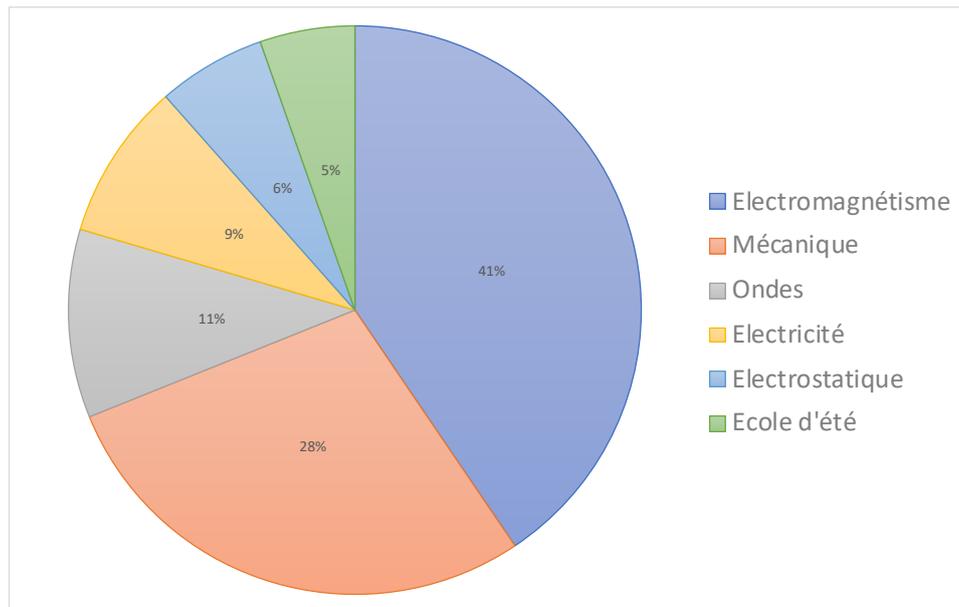
Institut Universitaire de Technologie du Havre (IUT) du Havre – Année 2018-2019

Niveau / Charge	Matières	Heures éq-TD	Nb étudiants
S2 - TD	Électrostatique, magnétostatique, capteurs	24 h	25

**Département** : Génie Électrique et Informatique Industrielle (GEII)

**Responsable** : Philippe Lavallée

Répartition par matière :



Total : **392 heures** équivalent TD.

## 2 – Cours particuliers

**Matières** : Mathématiques et Physique-Chimie.

**Niveau** : Collège / Lycée (L, ES, S) / Supérieur

**Responsabilité** : De manière privée et via des organismes spécialisés (Academia, Complétude, Anacours, Supadom, Numéro 1 Scolarité.).

**Dates** : de 2010 à 2018

**Nombre d'élèves** : ~ 50

**Nombre d'heures** : ~ 500 h

## Activités de recherche

### 1- Recherche ATER

**Lieu :** Laboratoire de Génie Électrique et Ferroélectricité (LGEF), INSA (Lyon).

**Collaborateurs :** Jean-Fabien Capsal, Laurent Lebrun.

**Dates :** octobre 2019 – septembre 2020

**Thèmes de recherche :** Résonateurs diélectriques, paramètres S, analyse numérique, éléments finis.

**Travaux :** Démontrer numériquement (par éléments finis sous COMSOL Multiphysics®) la faisabilité de matériaux absorbants par résonance diélectrique d'inclusions de nanotubes de carbone dans une matrice à faible permittivité. Métrique : absorption, transmission.

### 2- Recherche post-doctorale

**Lieu :** Laboratoire Ondes et Milieux complexes (LOMC), CNRS (Le Havre).

**Collaborateurs :** Farid Chati, Fernand Léon, Dominique Decultot, Dominique Clorennec, Thomas Folegot.

**Dates :** novembre 2017 – janvier 2019

**Thèmes de recherche :** Acoustique sous-marine, ondes mécaniques, analyse numérique, traitement du signal, éléments finis.

**Travaux :** Modélisation par éléments finis (sous ANSYS APDL®) du bruit émis par des éoliennes offshore lors du battage de pieu en mer. Métrique : pression, énergie, densité volumique, niveau d'exposition sonore (SEL).

**Collaboration :** EMDT (Engie - Paris), Quiet Océans (Brest), Institut Langevin (Paris), Cohabys (La Rochelle), Cathie Associates (Paris).

### 3- Recherche doctorale

**Lieu :** Institut d'Électronique Fondamentale (IEF), CNRS (Orsay – UP11).

**Intitulé de la thèse :** « Métamatériaux tout-diélectrique pour le TéraHertz »

**Directeur de thèse :** Eric Akmansoy.

**Dates :** novembre 2012 – mai 2016

**Thèmes de recherche :** Métamatériaux, électromagnétisme, résonateurs diélectriques, indices négatifs, éléments finis. TéraHertz.

**Travaux :** Simulations par éléments finis (sous ANSYS HFSS®) de résonateurs diélectriques micrométriques afin de montrer (et de discuter) la faisabilité d'un indice négatif aux fréquences TéraHertz.

**Résumé :** Les métamatériaux sont des structures composites périodiques sub-longueur d'onde pouvant posséder une perméabilité et/ou une permittivité négative. Si ces deux grandeurs sont négatives simultanément, nous sommes en présence d'un matériau à indice négatif, appelé parfois matériau « main gauche », capable donc de réfraction négative. Par le contrôle de certaines propriétés de la matière les métamatériaux offrent des comportements inexistant dans la nature. Ceci ouvre ainsi la voie à de nouvelles applications.

Dans cette thèse, l'utilisation de matériaux diélectriques se justifie par la réduction d'un inconvénient majeur, les pertes. On s'affranchit en effet de la limite des pertes ohmiques dans les matériaux métalliques. Une étude numérique approfondie des résonateurs diélectriques, composants de base des métamatériaux « tout- diélectrique », a été menée à l'aide d'un logiciel commercial de modélisation par éléments finis. Cette étude a permis de mettre en évidence, à l'entrée de la gamme térahertz, une perméabilité, une permittivité et un indice de réfraction négatifs, avec deux céramiques particulières : le SrTiO<sub>3</sub> et le TiO<sub>2</sub>.

Les études paramétriques effectuées sur ces deux céramiques ont permis de mettre en évidence le rôle primordial du couplage inter-modal dans l'obtention d'un indice négatif. Nous avons également montré le caractère non conventionnel du couplage inter-modal lorsque les deux modes sont de nature différente, l'un magnétique, l'autre électrique. Il existe en effet deux régimes de couplage distincts, l'un de simple rapprochement des modes de résonances, l'autre de dégénérescence des modes, où ceux-ci restent à la même fréquence sur une large gamme, chose jusqu'alors peu mise en évidence dans la littérature.

En plus de cet apport théorique, nos études paramétriques ont permis de proposer une alternative au paradigme à deux résonateurs, en montrant la faisabilité, au térahertz, d'un métamatériau à indice négatif à l'aide d'une cellule élémentaire à un seul résonateur bimodal, pouvant être beaucoup plus simple à fabriquer.

**Collaboration :** Consortium sous le projet "TéraMétaDiel" avec le SPCTS (Limoges), le CIRIMAT (Toulouse), le LPA (Paris 6) et Thalès TRT (Palaiseau).

**Financement :** Agence Nationale de la Recherche (ANR), projet TéraMétaDiel (ANR-12-BS03-0009)

## 4- Stages de Recherche

**Lieu :** Institut des nanosciences de Paris (INSP), CNRS (Paris 5<sup>e</sup> – UPMC).

**Encadrant :** Bruno Gallas.

**Dates :** janvier 2012 – juillet 2012

**Thèmes de recherche :** Métamatériaux, nanostructures, optique, résonateurs plasmon, indices négatifs, éléments finis.

**Travaux :** Réalisation et caractérisation d'échantillons (résonateurs plasmon) dans le but de fabriquer des métamatériaux dans le proche infrarouge et visible. Métrique : paramètres S, polarisation par ellipsométrie.

**Lieu :** Systèmes de Référence Temps-Espace (SYRTE) – Observatoire de Paris, CNRS. (Paris 14<sup>e</sup> – UPMC)

**Dates :** mai 2011 – juillet 2011

**Encadrant :** Franck Pereira Dos Santos

**Thèmes de recherche :** Interférométrie atomique, capteurs inertiels, optique, laser, atomes froids.

**Travaux :** Montage d'un banc optique pour un gravimètre atomique.

#### **4 – Mots clés**

Par ordre d'importance : Éléments finis, analyse numérique, métamatériaux, ondes électromagnétiques, résonateurs diélectriques, paramètres S, indice négatif, térahertz, acoustique sous-marine, ondes mécaniques, traitement du signal, optique, nanostructures, résonateurs plasmon, interférométrie atomique, capteurs inertiels, laser, atomes froids.

## Publications

### Articles

- Gauffillet, F., Marcellin, S., & Akmansoy, É. (2017). Dielectric metamaterial-based gradient index lens in the terahertz frequency range. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 23(4), 1-5.

**Abstract :** We have tailored the effective refractive index of dielectric metamaterials to design a flat lens operating at terahertz frequencies. The studied dielectric metamaterials consist of high permittivity resonators, whose first Mie resonance gives rise to resonant effective permeability. The resonance frequency is fixed by the size of the resonators. By varying this size, we could adjust the value of the resonance of the effective permittivity and, thereby, of the effective refractive index. Then, we fitted this one to the profile of refractive index of a graded index flat lens, of which we show that it focuses an incident plane wave at terahertz frequencies and that the spot in the focal plane is diffraction limited. It is less than one and a half wavelength thick, its focal length is only a few wavelengths. Thus, we show that dielectric metamaterials are suitable for the design of metadevices, that is, photonic components for applications at terahertz frequencies.

- Marcellin, S., & Akmansoy, É. (2018). Negative index and mode coupling in all-dielectric metamaterials at terahertz frequencies. *EPJ Appl. Metamat.* 2018, 5, 10.

**Abstract :** We elucidate the role of the mode coupling of the Mie resonances in all-dielectric metamaterials to ensure a negative effective index at terahertz frequencies. We perform a study as a function of the lattice period and of the frequency overlapping of the modes of resonance. We show that negative effective refractive index requires sufficiently strong mode coupling and that for even more strong mode coupling, the first two modes of Mie resonances are degenerate; the effective refractive index is then undetermined. We also show that it is possible to obtain near-zero, or even null, effective index with a judicious adjustment of the mode coupling. Further, we discuss the mode coupling effect with hybridization in metamaterials.

- Dupas, C., Guillemet-Fritsch, S., Geffroy, P. M., Chartier, T., Baillergeau, M., Mangeney, J., Roux, J-F., Ganne, J-P., Marcellin S., Degiron A. & Akmansoy, É. (2018). High permittivity processed SrTiO<sub>3</sub> for metamaterials applications at terahertz frequencies. *Scientific reports*, 8(1), 15275.

**Abstract :** High permittivity SrTiO<sub>3</sub> for the realization of all-dielectric metamaterials operating at terahertz frequencies was fabricated. A comparison of different processing methods demonstrates that Spark Plasma Sintering is the most effective sintering process to yield high density ceramic with high permittivity. We compare this sintering process with two other processes. The fabricated samples are characterized in the low frequency and in the terahertz frequency ranges. Their relative permittivities are compared with that of a reference SrTiO<sub>3</sub> single crystal. The permittivity of the sample fabricated by Spark Plasma Sintering is as high as that of the single crystal. The role of the signal-to-noise ratio in the measurements at terahertz frequency is detailed.

## Conférences nationales

- S. Marcellin, E. Akmansoy « Indice négatif et couplage modal dans un métamatériau tout diélectrique dans le domaine térahertz » GDR Ondes - Dispositifs nanophotoniques : antennes optiques, résonateurs et forces optiques (12 et 13 janvier 2015 - Dijon, France).
- S. Marcellin, E. Akmansoy « Indice négatif et couplage modal dans un métamatériau tout diélectrique dans le domaine térahertz » XIXèmes Journées Nationales Microondes (3-5 Juin 2015 - Bordeaux, France)
- S. Marcellin, E. Akmansoy « Indice négatif et couplage modal dans les métamatériaux "tout- diélectrique" pour le térahertz » 16èmes Journées de Caractérisation Microondes et Matériaux (23-25 Mars 2016 - Calais, France).

## Conférences internationales

- Marcellin, S., Chati, F., Leon, F., Diab, D., Decultot, D., Clorennec, D., Folegot, T. (2019, July). Numerical Analysis of pile driving disturbances into water and soil for offshore windfarm constructions. UACE 2019 in Hersonissos, Crete, 30 June-5 July, 2019.

**Abstract :** Underwater noise during offshore wind farm construction goes along with significant disturbances that potentially harm marine mammals in the vicinity. There is limited information on the scale of such disturbances, knowing that each implantation site is different from the other. Therefore, it has become important to lead upstream numerical analysis in order to predict pile driving effects and better understand the physical behavior of radiated acoustic waves. As part of the offshore wind farm project in the area of Dieppe-Le Tréport, in France, 11 monopile foundations were driven into the ground during May 2017, where the sedimentology is the same as the future offshore site. Acoustic measurements have been done to serve as a starting point for the development and calibration of a simple 2D finite element model (FEM) for future offshore implementation.

With our 2D FEM model, we predicted and investigated sound pressure level and sound exposure level (SEL) in the water, as well as radial displacement in the different sedimentary layers. We showed that more than half of the radiation in the water comes directly from the seabed itself. We then investigated existing solutions for underwater noise reduction, like an air-bubble curtain or low acceleration pile driving. It showed good results on noise reduction, by lowering the SEL by 10 dB at only 50 meters away (upstream). This is significant information that should be considered when planning offshore pile driving and looking for noise reduction solutions.

Diab, D., Chati, F., Leon, F., Marcellin, S., Decultot, (2019, July). Numerical Analysis of pile driving disturbances into water and soil for offshore windfarm constructions. UACE 2019 in Hersonissos, Crete, 30 June-5 July, 2019.

**Abstract :** The purpose of this work is to study the underwater acoustic radiation from a set of partially immersed cylindrical shells in water. First, the vibratory behavior of a stainless steel tube subject to an axial excitation on its emerged section is studied, numerically and experimentally; in the frequency range 20 kHz - 150 kHz. The identification of waves propagating along this tube is realized from a 2D finite element model developed using COMSOL Multiphysics code. The identified waves are the antisymmetric Lamb wave (A0), the symmetric Lamb wave (S0) and the Scholte Stoneley wave (A). A good agreement between numerical and experimental results is observed.

The second part of this paper deals with the sound pressure radiated in water by partially immersed tubes. Two geometric configurations are studied: one tube or two tubes subject to axial excitation on the emerged tube section. In each case, a 3D finite element model is developed and implemented using COMSOL Multiphysics code. These ones enable us to determine the acoustic pressure (resonance spectra) radiated in water from each configuration in an azimuthal plane. In order to validate the numerical model, measurements have been realized in a large tank filled with water for the two distinct geometric configurations. The considered frequency band is between 10 kHz and 120 kHz. The resonance spectra show a good agreement between the numerical and experimental results.

- Marcellin, S., Akmansoy, É. (2015, September). Negative index and mode coupling in all-dielectric metamaterials at terahertz frequencies. In Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics (METAMATERIALS), 2015 9th International Congress on (pp. 4-6). IEEE.

**Abstract :** We report on the role of the coupling of the modes of Mie resonances in an all-dielectric metamaterial so as to achieve negative index at terahertz frequencies. We studied this role according to the lattice spacing and according to the frequency overlapping of the modes of resonance. We show that negative effective index requires sufficiently high mode coupling.