

**Semaine Maths-Entreprises  
2022 - Institut Polytechnique  
de Paris**

**Report of Contributions**

Contribution ID: 18

Type: **not specified**

## Conception de dispositif de réduction des sollicitations sismique sur les bâtiments

*Monday, February 14, 2022 9:30 AM (20 minutes)*

Depuis l'accident de Fukushima, un grand effort est fait aussi en Europe afin d'étudier et justifier la sûreté des structures critiques en cas de séisme. Bien que la France soit un pays à sismicité faible à modérée, il est important d'évaluer aussi précisément que possible le risque sismique auquel sont exposées des installations industrielles comme les centrales nucléaires ou les barrages. L'évaluation du risque sismique consiste à « pondérer » la probabilité de l'évènement redouté (par exemple défaillance d'un barrage ou endommagement du cœur d'une centrale nucléaire) par la conséquence sur l'environnement et la population (i.e. relâchement de matière dans l'environnement). Afin d'évaluer la probabilité de défaillance ou d'endommagement d'une structure, il est primordial de bien caractériser l'aléa sismique et d'en déduire une sollicitation sismique à considérer dans les études de la tenue des structures. Bien évidemment l'estimation de ces différentes quantités peut être complexe et entachée d'incertitudes.

Ainsi deux axes sont classiquement étudiés pour réduire le risque sismique : une meilleure connaissance de l'ensemble afin de réduire les incertitudes associées et des mesures correctives visant à limiter la gravité de l'effet ou à réduire la probabilité de sa cause (la probabilité de défaillance). Sur le second axe on peut mentionner la redondance des protections ou les constructions parasismiques qui réduisent la probabilité de défaillance à un niveau sismique donné. Sur le premier axe on peut évoquer la meilleure connaissance de l'environnement proche pour affiner la sollicitation sismique vue par la structure ou la modélisation plus fine de celles-ci pour mieux évaluer la probabilité de défaillance. A ce titre on peut mentionner la prise en compte locale de la spécificité du sol et de la structure pour connaître aussi finement que possible la sollicitation s'appliquant, mais aussi pour étudier l'interaction sol-structure (ou bien sol-structure-structure s'il y a des constructions à proximité de la structure d'intérêt), qui peut réduire ou accroître le chargement sismique que voit la structure.

Habituellement on cherche à rendre plus robustes les structures afin de garantir la résistance aux sollicitations sismiques. Or, une autre voie qu'on souhaite investiguer ici consiste à atténuer directement la sollicitation sismique à laquelle est exposée la structure à protéger. En effet, les considérations sur les effets du sol ou des structures environnantes montrent qu'elles ont un impact parfois significatif. On constate par ailleurs de nombreux travaux autour des métamatériaux pour l'invisibilité, de la localisation des ondes, du wavefront shaping etc... qui montrent qu'il est possible d'influer et de contrôler une onde, alors pourquoi pas une onde sismique ? Des études récentes (<https://metaforet.osug.fr/>) ont montré qu'une forêt naturelle peut se comporter comme un ensemble de résonateurs qui piège une partie des ondes de surface sismiques. De même, une distribution spatiale particulière de colonnes de béton enfouies peut se comporter comme une lentille sismique pour les ondes de surface.

Il serait intéressant d'investiguer dans quelle mesure ces idées peuvent permettre de réduire la sollicitation sismique, ce qui est plus intéressant et accessible que de rendre la structure invisible. Aussi, idéalement, il faudrait pouvoir éteindre ces résultats aux ondes de volume car le champ sismique à considérer se compose des ondes de volume (propagation des ondes de la faille jusqu'au site) et des ondes de Rayleigh qui se propagent en proximité de la surface.

Il faudra préciser les différentes stratégies possibles (localisation et absorption, détournement de l'onde, étalement dans le temps etc), avec des dispositifs passifs : disposition des bâtiments nécessaires, ajustement de leur forme, construction spécifique (bâtiment, sol, végétation) ... ou pourquoi pas des dispositifs actifs. Bien évidemment il faut que le dispositif soit constructible ou réaliste en fonction du contexte d'une construction neuve ou existante par exemple. Afin d'investiguer ce

sujet EDF proposera une configuration réaliste mais simplifiée permettant d'attaquer le sujet en un temps raisonnable, ainsi que l'ensemble des éléments nécessaires à l'évaluation d'un risque sismique réaliste.

**Presenters:** ZENTNER, Irmela (EDF R&D); AUDIBERT, Lorenzo (EDF R&D)

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 21

Type: **not specified**

## Covariance filtering using neural networks

The goal of this project is to use an AI based method to estimate the true covariance matrix of a  $d$  dimensional stochastic process. This task is often referred to as “covariance shrinkage” and a lot of literature has been written on this topic, whose mathematical foundations lie in random matrix theory (RMT). The problem is the following : having a set of  $d$  time series, and  $N$  observations, if the ratio  $T/d$  is not very large compared to 1, the classical covariance estimator does not perform well.

The goal here is to train a neural network (NN) to actually recover the true covariance from the empirical covariance.

- (1) Generate a training set of correlation matrices
- (2) Generate a training set of individual variances processes (Garch like)
- (3) Simulate the multivariate process
- (4) Compute the empirical correlation/covariance (might be good to first compute the individual variances to normalize and then compute the approximate correlation.)
- (5) obtain a data set of pairs  $(p; e)$  where  $p$  (resp.  $e$ ) is the vector of the population (resp. empirical) correlation matrix. (6) train a neural network on this data set
- (7) use this to compute a global mean variance ptf on simulated / empirical data, and compare with other methods.

**Presenter:** LOEPER, Grégoire (BNP Paribas)

**Session Classification:** supprimé

Contribution ID: 23

Type: **not specified**

## Product recommendation engine

*Monday, February 14, 2022 10:45 AM (20 minutes)*

### Introduction

Clarins is a French luxury skin care and cosmetics company which manufactures and sells products in more than 150 countries. Its products are designed to enhance the beauty and well-being of all women thanks to the power of active agents in plants. Clarins is the number one high-end beauty company in Europe and although 90% of its products are exported, Clarins continues to formulate and manufacture them at Clarins Laboratories in France.

The company counts with a product catalogue of more than 1000 references for skincare (anti-aging serums, face and body care, sun protection, etc.) and make-up (foundations, concealers, eyeliners, lipsticks, etc).

Clarins looks forward Today to personalize the customers experience on direct to consumer distribution channels (brand website, retail stores, marketing campaigns) by leveraging the available customer data.

The objective of this exercise as a Data Scientist is to prototype a product recommendation engine that can achieve better performances than simple hard-coded business rules (e.g., “if customer buys A then recommend B”).

### Problem to be solved

Design a recommendation algorithm that given a Customer ID it predicts the top-5 recommended products to be purchased next time and the inter-purchase delay since the last purchase.

### Datasets and performance

The available data is the online and offline transactions for a given country for the last two years.

The performance metric will be open to debate based on classical metrics such as precision, recall, MSE, etc.

**Presenter:** DELGADO, Gabriel (Clarins)

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 24

Type: **not specified**

## Model risk measures for multi-asset European products

*Monday, February 14, 2022 10:20 AM (20 minutes)*

We are looking for original methods to estimate model risk for multi-asset, European derivatives: we will study the case of a product paying  $\Phi = f(X(T), Y(T))$  where  $X$  and  $Y$  are two assets with known distributions, in a market where a certain level of information is also available on the prices of some multi-asset payoffs, such as options on the spread  $X-Y$  (as for CMS rates) or on the ratio  $X/Y$  (as for FX rates); we can either assume the whole distribution of the spread/ratio is known, or only the prices for a few, given strikes.

The target will be to suggest a methodology providing the interval of prices for the product  $Z$  which are compatible with the available market information, and eventually refine our analysis to the case where the market information is not provided as exact prices but as a distribution of priors.

**Presenter:** HUMBERT, Camille (Goldman Sachs)

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 27

Type: **not specified**

## Caractériser les fluctuations d'une onde ultrasonore traversant un milieu complexe afin de simplifier leur modélisation

*Monday, February 14, 2022 9:55 AM (20 minutes)*

Les techniques de contrôle non destructif par ultrasons les plus répandues consistent à émettre une onde dans un volume et à détecter les échos d'éventuels défauts. Dans certains cas l'onde ultrasonore est fortement perturbée par le matériau à travers lequel elle se propage, ce qui peut altérer les mesures. Ce problème peut se présenter notamment pour certains métaux, matériaux composites, et bétons. La modélisation permet de mieux comprendre ces phénomènes afin d'améliorer les procédures de contrôle et d'aider à l'interprétation de résultats.

Les méthodes éléments finis permettent des simulations précises de la propagation d'ondes à travers des matériaux complexes. Elles peuvent cependant nécessiter des temps de calcul rédhibitoires. Il est donc tentant de chercher à simplifier le problème afin de lui appliquer des méthodes plus rapides. Une approche classique consiste à s'intéresser au champ ultrasonore moyenné sur le désordre, ce qui permet de se ramener au cas facilement modélisable d'un matériau homogène. Mais cette approche ne permet pas de reproduire les fluctuations liées au caractère aléatoire du milieu complexe. La simulation de ces fluctuations dépend de la manière dont on choisit de les décrire et de les caractériser.

Le projet proposé ici consisterait à chercher une représentation pertinente de ces fluctuations en un nombre limité de paramètres. Un champ ultrasonore dans un matériau solide peut être assimilé à un vecteur qui varie en fonction de la position et de l'instant considérés. Les fluctuations d'un tel champ dans un milieu complexe peuvent être vues comme les réalisations d'un processus aléatoire. Du point de vue de la simulation, représenter finement ces fluctuations demande la production d'une quantité très importante de données. Des approches de simulation plus rapides deviendraient possible s'il était possible de simplifier le problème en décrivant les fluctuations du champ comme un processus aléatoire caractérisé par un nombre limité de paramètres. En réduisant significativement la dimension du problème à traiter, une telle description faciliterait notamment l'utilisation de méthodes d'apprentissage automatique.

Des exemples de champs simulés par méthodes éléments finis seront fournis par le CEA. Les champs correspondront à la propagation d'une onde à travers une représentation simplifiée 2D d'un béton, vu comme un mortier dans lequel sont placés aléatoirement des granulats circulaires. Les exemples incluront plusieurs tirages avec les mêmes paramètres. L'objectif sera d'identifier des paramètres pertinents pour décrire ces données, afin notamment de pouvoir envisager un processus aléatoire produisant de manière rapide des résultats similaires.

**Presenters:** DEMALDENT, Edouard (CEA); DORVAL, Vincent (CEA)

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 28

Type: **not specified**

## Piloter le traitement de gros volumes de signaux sismiques pour améliorer l'imagerie des sous-sols

*Monday, February 14, 2022 11:10 AM (20 minutes)*

L'exploration du sous-sol repose sur l'enregistrement d'ondes sismiques, générées par des sources émettrices, sur de vastes zones géographiques terrestres et/ou marines (centaines de milliards de positions de mesure) avec une distribution spatiale très irrégulière des sources et des récepteurs d'enregistrement. L'application sur ces données d'une succession de méthodes paramétriques, de traitement du signal et d'inversion, nous permettent d'obtenir une image du sous-sol. Ce traitement est très couteux et représente plusieurs semaines de calculs sur des milliers de clusters CPU ou GPU. La résolution spatiale et verticale de l'image finale dépend de la précision du paramétrage de chacune des méthodes numériques mises en œuvre. Afin de mieux piloter le traitement, nous avons besoin d'extraire, de ce gros volume de données, un certain nombre de propriétés géométriques et physiques sous la forme d'indicateurs simples et pertinents. Par exemple, pour guider l'interpolation spatiale de données irrégulières, nous aimerions quantifier la qualité de l'échantillonnage spatial (densité, irrégularité, directivité) des mesures en relation avec la distribution spatiale des sources et des récepteurs.

Objectif : À partir d'un volume représentatif de données sismiques dont on connaît les coordonnées des sources et des récepteurs, extraire des métriques ou des indicateurs pertinents (e.g. de la densité des trous, irrégularité des positions sources/récepteurs, la directivité de leur distribution des trous) pour permettre de piloter efficacement l'interpolation de ce gros volume de données.

**Presenter:** PESUDO, Laure (CGG)

**Session Classification:** Présentation des sujets



Contribution ID: 30

Type: **not specified**

## **Consignes générales, discussion, constitution des groupes**

*Monday, February 14, 2022 11:35 AM (1h 25m)*

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 31

Type: **not specified**

## **Conception de dispositif de réduction des sollicitations sismique sur les bâtiments**

*Friday, February 18, 2022 9:00 AM (25 minutes)*

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 32

Type: **not specified**

## **Caractériser les fluctuations d'une onde ultrasonore traversant un milieu complexe afin de simplifier leur modélisation**

*Friday, February 18, 2022 11:00 AM (25 minutes)*

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 33

Type: **not specified**

## **Model risk measures for multi-asset European products**

*Friday, February 18, 2022 10:00 AM (25 minutes)*

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: **34**

Type: **not specified**

## **Product recommendation engine**

*Friday, February 18, 2022 9:30 AM (25 minutes)*

**Session Classification:** Présentation des sujets

Contribution ID: 35

Type: **not specified**

## **Piloter le traitement de gros volumes de signaux sismiques pour améliorer l'imagerie des sous-sols**

*Friday, February 18, 2022 11:30 AM (25 minutes)*

**Session Classification:** Présentation des sujets