

GÉOSTATISTIQUE



La pratique de la Géostatistique est, d'abord, une occasion de rencontres: rencontres entre des champs d'application variés et parfois inattendus, entre des problématiques sans cesse renouvelées, et également une confrontation entre des objectifs et contraintes purement techniques d'une part et les exigences sociales, économiques, environnementales d'un monde complexe d'autre part. Autrement dit, tout en étant fiers de ce que le néologisme "géostatistique" jadis forgé à l'École des mines ait trouvé droit de cité dans le Petit Larousse, il est satisfaisant d'observer, au fil des ans, que l'immuable définition qu'en donne le dictionnaire s'éloigne de plus en plus de la réalité, et que notre discipline trouve à s'exprimer bien au-delà de la simple estimation des gisements miniers. De fait, dans tout domaine où des

jeux de données numériques présentent une organisation spatiale ou temporelle, la Géostatistique a les outils pour apporter un éclairage original, à la fois constructif et sans concession. Il semble que cet aspect transversal et non-conformiste de la Géostatistique constitue désormais son caractère dominant au regard des optionnaires, et nous ne manquerons pas dans le futur de justifier cette appréciation. Ainsi, chaque année, la diversité des vœux des étudiants constitue une chance exceptionnelle de tester des méthodes nouvelles et de parcourir des domaines nouveaux, et la garantie d'insuffler un surplus de dynamisme à l'équipe encadrante. Mais la mise en œuvre d'une Géostatistique de qualité exige en permanence d'assurer un équilibre, parfois délicat, entre des exigences souvent contradictoires: garantir une rigueur théorique indispensable à la fiabi-

lité des résultats tout en conservant un point de vue pragmatique et réaliste afin que les conclusions abstraites trouvent à s'appliquer sur le terrain. Sans oublier une indispensable déontologie, dans des domaines où souvent les contraintes économiques ou environnementales soumettent le géostatisticien à des pressions qui ne relèvent plus de la science ou de la technique...

Ouverture et équilibre: c'est dans cet esprit que nous avons continué à proposer à la promotion 2011 un voyage de deux semaines en Guyane où, dans le contexte inhabituel et parfois tourmenté d'un DOM, les visites à des laboratoires, à des industriels et à des organismes institutionnels ont permis tout à la fois d'élargir l'horizon des optionnaires et de susciter un échange ouvert et fructueux avec nos interlocuteurs. Partie intégrante de la scolarité, la mission en Guyane constitue pour les optionnaires la phase d'initiation à la réalité du terrain.

Enfin, le souci d'ouverture s'est à nouveau exprimé au niveau des sujets de l'option. Outre la variété des champs d'application, une multiplicité de méthodes statistiques est employée. Nous avons ici l'illustration que notre démarche méthodologique peut trouver à s'appliquer dans de multiples domaines et cela souligne le caractère généraliste de l'option *Géostatistique et Probabilités Appliquées*, tant en ce qui concerne les champs applications abordés que les méthodes mathématiques mises en jeu.

Hans Wackernagel

GÉOSTATISTIQUE

LUNDI 30 JUIN 2014 - AMPHI L213



Zijun SHEN

8h30-9h30

CONSTRUCTION DE MODÈLES D'ANALYSE ET DE TARIFICATION POUR L'ASSURANCE PARAMÉTRIQUE

Public restreint

La gestion du risque météorologique est devenue de nos jours un véritable enjeu, aussi important à l'échelle d'une entreprise qu'à l'échelle d'un pays. Les clients sont depuis longtemps conscients de l'effet négatif de catastrophes naturelles comme les tempêtes et les cyclones. Mais parfois une anomalie météorologique suffit pour avoir un impact négatif conséquent sur les revenus d'une entreprise, voire d'un pays. Axa Corporate Solutions propose donc des couvertures d'assurance sur ces risques météorologiques. Ce type d'offre d'assurance est appelé "assurance paramétrique", puisque l'indemnité de contrat est basée sur des index prédéfinis, tels que la température

et les précipitations, alors qu'en assurance classique l'indemnité se base sur l'évaluation d'un dommage qui a eu lieu.

Le but de ce stage est de structurer ces offres et de proposer deux types de modèles d'analyse et de tarification. Le premier modèle utilise des données de station météo, et propose des couvertures pour des entreprises. Le second correspond à des partenariats public-privé, et utilise des données de satellite, qui permet de couvrir essentiellement le secteur agricole, à l'échelle d'une région ou d'un pays.

AXA Corporate Solutions, Paris



Haitham NASRI

9h30-10h30

CONSTRUCTION D'UN MODÈLE CATASTROPHE INTERNE POUR L'ÉVALUATION DU RISQUE DE TEMPÊTE EN EUROPE

Le Group Risk Management (GRM) AXA rassemble des équipes pluridisciplinaires composées d'actuaire, d'ingénieurs et de financiers. Ses principales missions s'articulent autour de l'analyse, de la modélisation et de l'agrégation des risques du Groupe (capital économique et émergence de valeur économique), de la définition des processus permettant de limiter les risques pris (cumul d'actifs, longévité, catastrophe naturelle...) et de l'optimisation des couvertures du Groupe (réassurance, titrisation, ...) Au sein du GRM, l'équipe de gestion du risque de catastrophes naturelles est en charge de l'évaluation de l'exposition aux catastrophes naturelles du groupe AXA et du soutien aux entités du groupe pour les problématiques liées aux

catastrophes naturelles (tarification, évaluation du risque associé aux CAT-Bonds, impact du changement climatique, ...).

Dans le cadre de l'évaluation de l'exposition du portefeuille AXA aux catastrophes naturelles, le stage a pour objectif la modélisation du risque typhon en Asie. Après une revue des données disponibles (données et modèles climatiques), les méthodologies existantes et les événements historiques ont été analysés pour aboutir à la construction d'un catalogue stochastique d'événements. Le modèle résultant est testé sur des éléments du portefeuille AXA.

Gie AXA, Paris

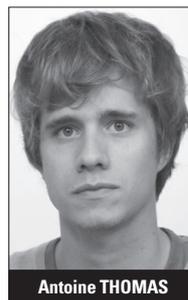
10h30-11h30**QUANTIFIER L'IMPACT ET LA VARIABILITÉ DES SIMULATIONS STOCHASTIQUES SUR LA VOLUMÉTRIE**

Les simulations stochastiques sont utilisées intensivement dans la modélisation géologique des réservoirs, afin de mieux représenter les hétérogénéités. Cette représentation des hétérogénéités est indispensable pour avoir une évaluation réaliste des hydrocarbures récupérables.

Cependant, à cause de leur variabilité intrinsèque, les simulations stochastiques peuvent avoir un impact sur la volumétrie : ainsi, deux modèles géologiques construits avec les mêmes données d'entrée, une fois simulés peuvent donner des volumes d'hydrocarbure différents c'est ce que l'on

appellera la non-ergodicité. Cette non-ergodicité doit être estimée, car c'est l'une des composantes de l'incertitude globale du gisement étudié.

L'objectif du stage est d'identifier parmi toutes les données du modèle et les paramètres de simulations, les principaux facteurs contribuant à la non-ergodicité, et d'en quantifier l'impact respectif. On s'intéressera dans un premier temps au cas simple d'un réservoir constitué de deux faciès.

Total, Paris**Antoine THOMAS****11h30-12h30****PARAMÉTRISATION DES ONDELETTES DANS UN MODÈLE D'HISTORY MATCHING PAR FILTRE DE KALMAN D'ENSEMBLE**

L'history matching est un type de problème inverse dont le but est d'estimer des variables à travers le comportement du réservoir. L'EnKF (Ensemble Based Kalman Filter) est une approche de Monte-Carlo qui permet de mettre à jour continuellement le modèle grâce aux observations et aux incertitudes du modèle. Cette méthode peut traiter un très grand nombre de paramètres quelque soit le type des données d'observation.

L'utilisation de la transformée en ondelettes a été proposée dans ce cadre. L'avantage recherché

repose a priori sur la capacité de la méthode de décomposer le signal en fréquences sans perte d'information. Les données seront ajoutées progressivement des basses aux hautes fréquences, ce qui permettra de mettre en valeur le comportement linéaire des données puis de limiter le biais introduit dans la résolution par la partie non-linéaire du problème.

Total GRC, Aberdeen, Écosse**Adrien CASSEGRAIN****14h-15h****CRITÈRE DE VALIDATION DE MODÈLES DE BANQUISE ARCTIQUE PAR ANALYSE D'ANISOTROPIE**

La banquise arctique jouant un rôle important dans les prévisions climatiques, de nombreux modèles de glace de mer sont développés pour décrire au mieux les phénomènes pouvant influencer sur le climat. La fracturation de la banquise, notamment, a un rôle important dans les échanges thermiques air-mer, il est donc intéressant d'avoir des modèles capable d'en rendre compte fidèlement. Jusqu'à peu, les modèles avaient une rhéologie visqueuse, et étaient donc incapable de simuler des fractures. Cela n'a été possibles qu'avec des modèles récents, plus complexes, qui ont adoptés une rhéologie élasto-fragile plus adaptée. Par ailleurs, des données précises, acquises par satellite ou grâce

à des bouées dérivantes prises dans la glace, sont désormais disponibles et permettent une confrontation de plus en plus fine des modèles à la réalité. Le but de ce travail a été de mettre au point un critère de validation de ces modèles traduisant la justesse de la reproduction des fractures. Ce critère consiste en une méthode d'analyse d'anisotropie à différentes échelles (la fracturation intervient à différentes échelles). Cette méthode doit être adaptée pour être applicable sur différentes grandeurs (épaisseur de glace, invariants mécaniques) aux sortie de modèle aussi bien qu'au données réelles.

NERSC, Bergen, Norvège**Benjamin POILANE**



Raphaël de
FONDEVILLE

15h-16h

SCORES ET EXTRÊME MULTIVARIÉS : ÉVALUER LES MODÈLES DE PRÉVISIONS CLIMATIQUES

L'intérêt porté à l'évaluation de la qualité des prévisions météorologiques a très sensiblement augmenté ces dernières années en raison de la sévérité des derniers événements ayant frappé l'Europe. En particulier, un des enjeux majeurs est la capacité des modèles à prévoir ces épisodes. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir montrer lesquelles sont les plus fiables dans de telles situations. Il existe déjà de nombreux travaux effectués sur ces méthodes dites de "scoring". Toutefois, très peu s'intéressent aux queues de distribution.

Le stage s'articule en deux parties. Il s'agit d'une collaboration entre le Laboratoire des Sciences

du Climat (LSCE) et la Colorado State University (CSU) ayant pour premier objectif d'explorer l'horizon des scores existants, en particulier le Continuous Ranked Probability Score (CRPS), et d'étudier leurs comportements au regard des extrêmes. Ensuite, dans une deuxième partie, le travail s'axe sur les possibilités d'introduire un score multivarié ou au moins d'investiguer le cas non-stationnaire.

**LSCE, Saclay
Colorado State University, USA**



Christine CUTTING

16h-17h

ÉTUDE ASYMPTOTIQUE DE TESTS EN GRANDE DIMENSION À L'AIDE DE MARTINGALES

Comme souvent en statistique, une application exacte — c'est-à-dire dans le cadre où n et p sont fixés, p étant le nombre de variables et n le nombre d'individus sur lesquels ces variables sont mesurées — requiert une hypothèse de (multi)normalité. Malheureusement, c'est une hypothèse forte et on préfère le plus souvent des procédures asymptotiques, obtenues généralement par l'application du théorème central limite lorsque n tend vers l'infini, la dimension p restant fixée.

Dans de nombreux jeux de données aujourd'hui, p et n sont du même ordre grandeur ou p peut même être beaucoup plus grand que n . Ceci a motivé le développement, depuis le début des années 2000, de procédures dites de grande dimension, où n et p tendent tous les deux vers l'infini. La plupart des travaux de la littérature sur

ce sujet à l'heure actuelle souffrent de deux limitations importantes : ils reposent souvent sur une hypothèse de normalité ou ils font une hypothèse sur la façon dont n et p tendent vers l'infini.

Ce projet de recherche entend proposer des procédures statistiques en grande dimension qui ne souffrent pas de ces limitations, en adoptant des procédures de type signe. Des résultats préliminaires ont montré que ces procédures peuvent être appliquées de façon aussi pertinente que l'on soit dans une situation où n est (beaucoup) plus grand que p , du même ordre que p , ou (beaucoup) plus petit que p . Ces résultats ne concernent que le comportement des tests sous l'hypothèse nulle. Il s'agira alors d'étudier les propriétés de puissances asymptotiques de ces tests.

UPMC, Paris



Beyrem KHALFAOUI

17h-18h

APPRENTISSAGE STATISTIQUE ET MODÉLISATION DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES

Le projet est construit autour de l'analyse des facteurs génétiques de vulnérabilité à la Polyarthrite rhumatoïde. Le but étant de développer un ensemble de prédicteurs moléculaires robustes qui permettent de qualifier avec précision la réponse des patients à la cytokine anti TNF (tumor necrosis factor) alpha dans la mesure où le traitement est coûteux et non sans effets secondaires. Il y a en effet un besoin croissant de détermination de tels facteurs de par l'observation que la plupart des maladies décrites cliniquement montrent une

grande variabilité dans la réaction des patients ainsi que dans les thérapies alternatives possibles. Dans le cas de la Polyarthrite rhumatoïde, l'anti TNF est un exemple typique d'un prototype de telles thérapies, sachant qu'un grand nombre d'études a précédemment exploré le domaine en effectuant des analyses d'association pangénomiques.

University of Toronto, Canada