

Centre d'Études Doctorales
Sciences, Ingénierie et Développement Durable



Laboratoire GEAS3D

Genre, Économie, Actuariat, Statistique,
Démographie et Développement Durable

Campagne doctorale 2026–2027

Sujets de thèse proposés

Liste des sujets proposés

GEAS3D-26-01 : Tarification des produits d'assurance paramétrique au Maroc	2
GEAS3D-26-02 : Modélisation et assurance des risques halieutiques	3
GEAS3D-26-03 : Ruine multidimensionnelle et dépendance des risques en assurance	4
GEAS3D-26-04 : Réassurance optimale	5
GEAS3D-26-05 : Méthodes statistiques en actuariat et en finance	6
GEAS3D-26-06 : Gestion des risques actuariels et financiers	7
GEAS3D-26-07 : Dynamiques spatio-temporelles de la santé infantile au Maroc : Modélisation multiniveau et décomposition des inégalités	8
GEAS3D-26-08 : Mesures de risque et allocation de capital en présence de dépendance	9
GEAS3D-26-09 : Modèles de solvabilité sous la norme SBR (Solvabilité basée sur les risques)	9
GEAS3D-26-10 : Risques climatiques et catastrophes naturelles	10
GEAS3D-26-11 : Politiques industrielles, innovation, productivité et développement au Maroc	11
GEAS3D-26-12 : Capital humain, productivité et marché de travail	12
GEAS3D-26-13 : Politique fiscale, soutenabilité des finances publiques et viabilité du cadre macroéconomique au Maroc	13
GEAS3D-26-14 : Efficacité des dépenses fiscales, viabilité et arbitrage entre exonérations et subventions directes au Maroc : une évaluation appliquée à la politique du logement	13
GEAS3D-26-15 : Instabilité du système monétaire et financier international, transmission des chocs externes et résilience de l'économie marocaine	14
GEAS3D-26-16 : Politique monétaire et transition vers le ciblage de l'inflation au Maroc : transmission, anticipations et choix des règles de stabilisation	14
GEAS3D-26-17 : Coordination des politiques budgétaire et monétaire, contraintes d'endettement et stabilisation macroéconomique au Maroc	15
GEAS3D-26-18 : Copules dynamiques pour les extrêmes climatiques : modélisation, inférence et application aux risques de sécheresse et de chaleur.	16

Tarification des produits d'assurance paramétrique au Maroc

Contexte et problématique

L'assurance paramétrique prévoit le versement d'une prestation prédéfinie lorsqu'un indicateur observable atteint un seuil contractuel. Elle peut couvrir des risques variés, notamment les sécheresses, les inondations, les séismes, les tempêtes et certaines pertes de production. Son efficacité dépend toutefois de l'adéquation entre l'indice retenu et les pertes effectivement subies. Cet écart, appelé *risque de base*, constitue un enjeu central pour la conception et la tarification des contrats.

Cette thèse propose d'étudier les méthodes statistiques et actuarielles permettant de concevoir, calibrer et tarifier des produits paramétriques, avec une attention particulière au contexte marocain. Selon le risque retenu, les travaux pourront porter sur la construction des indices, la modélisation des événements déclencheurs, le choix des seuils et des fonctions d'indemnisation, l'estimation des primes et l'évaluation du risque de base. La robustesse des résultats sera examinée face à l'incertitude des paramètres, à la rareté des événements ou à la dépendance spatiale des risques.

L'assurance indicielle contre la sécheresse agricole, les couvertures paramétriques des catastrophes naturelles et les dispositifs liés aux risques de production constituent des applications possibles. Le choix du terrain reposera sur la problématique scientifique et l'accessibilité des données. L'objectif est d'évaluer des méthodes de tarification reproductibles, sans présupposer de la viabilité commerciale des produits étudiés.

Mots-clés

Assurance paramétrique ; Tarification actuarielle ; Risque de base ; Catastrophes naturelles ; Indices de risque ; Simulation.

Profil recherché

Master à orientation recherche ou diplôme d'ingénieur en actuariat, statistique, mathématiques appliquées ou économie quantitative. Bonnes bases en probabilités, inférence statistique et simulation, avec pratique de R ou Python. Un intérêt pour les problématiques d'assurance et la modélisation des risques est apprécié.

Encadrement

Khalil SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma.

Références indicatives

1. Belhsen, Y., Ouhdouch, R. et Said, K. (2026). Drought Risk Mapping and Parametric Insurance in Agriculture : A Machine Learning-Based Framework. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 16(2), 217–253. DOI : 10.54560/jracr.v16i2.726.
2. Garcia Ocampo, D. et Lopez Moreira, C. (2024). *Uncertain Waters : Can Parametric Insurance Help Bridge NatCat Protection Gaps ?* FSI Insights, 62, BIS-IAIS. Rapport.
3. Scarpellini, L., Ficchi, A., Giuliani, M., Characklis, G. et Castelletti, A. (2025). Parametric Insurance for Drought and Market Impacts Mitigation in the Hydropower Sector. *Water Resources Research*, 61, e2025WR040147. DOI : 10.1029/2025WR040147.
4. Stigler, M. et Lobell, D. (2024). Optimal Index Insurance and Basis Risk Decomposition : An Application to Kenya. *American Journal of Agricultural Economics*, 106(1), 306–329. DOI : 10.1111/ajae.12375.

Modélisation et assurance des risques halieutiques

Contexte et problématique

Les activités halieutiques sont exposées à une combinaison de risques environnementaux, biologiques et économiques. Les variations des conditions océaniques et de la disponibilité des ressources influencent les captures, tandis que les fluctuations des prix et des coûts d'exploitation affectent les revenus des opérateurs. La quantification de ces risques nécessite de prendre en compte les interactions entre l'état de la ressource, l'effort de pêche, les déplacements des flottilles et les substitutions entre espèces. L'identification des pertes économiques à couvrir constitue ainsi un enjeu essentiel pour la conception d'instruments assurantiels adaptés.

Cette thèse vise à développer et à évaluer des approches statistiques et actuarielles de mesure et de couverture de ces risques. Le travail pourra porter sur les relations, notamment décalées dans le temps, entre indicateurs océaniques, activité halieutique et résultats économiques, ainsi que sur l'hétérogénéité des expositions entre zones et flottilles. Selon la problématique retenue, il pourra également étudier la conception et la tarification de couvertures assurantielles, notamment paramétriques, ainsi que l'évaluation du risque de base associé.

Le Maroc constitue un terrain d'application privilégié, sans exclure des comparaisons internationales lorsque des données plus adaptées sont accessibles. Le périmètre de l'étude sera déterminé par la disponibilité des informations sur les captures, l'effort de pêche, les prix et les pertes économiques. L'objectif est de construire un cadre de quantification et de couverture qui permette d'apprécier la pertinence des dispositifs envisagés.

Mots-clés

Risques halieutiques ; Assurance ; Modélisation statistique ; Risque environnemental ; Risque de base ; Tarification.

Profil recherché

Master à orientation recherche ou diplôme d'ingénieur en actuariat, statistique, économétrie ou mathématiques appliquées. Solides compétences en probabilités, modélisation statistique et séries temporelles ; maîtrise de R ou de Python. Un intérêt pour les données environnementales et l'économie des ressources naturelles est souhaité.

Encadrement

Khalil SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma.

Références indicatives

1. Hobday, A. J., Little, L. R., Watson, J. R. et Spillman, C. M. (2025). Parametric insurance for climate adaptation in fisheries and aquaculture. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 35, 175–185. DOI : 10.1007/s11160-025-09920-3.
2. Watson, J. R. et al. (2023). Enhancing the resilience of blue foods to climate shocks using insurance. *ICES Journal of Marine Science*, 80(10), 2457–2469. DOI : 10.1093/icesjms/fsad175.
3. Little, L. R., Hobday, A. J., Parslow, J., Davies, C. R. et Grafton, R. Q. (2015). Funding climate adaptation strategies with climate derivatives. *Climate Risk Management*, 8, 9–15. DOI : 10.1016/j.crm.2015.02.002.

Ruine multidimensionnelle et dépendance des risques en assurance

Contexte et problématique

Dans un portefeuille comportant plusieurs branches d'assurance, un même événement peut provoquer des pertes conjointes et fragiliser les réserves de plusieurs branches. Les processus de risque multidimensionnels permettent de représenter ces pertes et d'analyser l'influence de leur dépendance sur les probabilités de ruine, notamment en présence de sinistres extrêmes.

Cette thèse propose d'étudier des modèles de risque fondés sur des événements communs, en considérant dans un premier temps deux branches exposées à des sinistres dépendants. L'analyse distinguera notamment la ruine d'au moins une branche et la ruine simultanée, lorsque les réserves des deux branches sont négatives à un même instant, sur un horizon fini.

Le principal enjeu scientifique concerne l'estimation statistique de ces probabilités lorsque les distributions des pertes et leur structure de dépendance sont inconnues. Il s'agira d'étudier la propagation de l'incertitude liée à la fréquence des événements, aux queues des distributions marginales et à la dépendance extrême. Selon les hypothèses retenues, le travail pourra mobiliser la variation régulière multivariée, les méthodes de dépassement de seuil, l'analyse asymptotique et la simulation d'événements rares. Les contributions envisagées portent sur les propriétés des estimateurs, la quantification de leur incertitude et la robustesse des approximations. Une extension à l'allocation du capital pourra être examinée.

Mots-clés

Théorie de la ruine ; Processus de risque multidimensionnels ; Dépendance extrême ; Inférence statistique ; Valeurs extrêmes.

Profil recherché

Master à orientation recherche ou diplôme d'ingénieur en probabilités, statistique, actuariat ou mathématiques appliquées. Très bonne maîtrise des probabilités, des processus stochastiques, de l'analyse et de l'inférence statistique. Aptitude à conduire des démonstrations mathématiques et des simulations sous R ou Python.

Encadrement

Khalil SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma.

M. EDDAHBI, Full Professor, King Saud University, meddahbi@ksu.edu.sa.

Références indicatives

1. Asmussen, S. et Albrecher, H. (2010). *Ruin Probabilities*, 2e éd., World Scientific.
2. Cheng, M., Konstantinides, D. G. et Wang, D. (2024). Multivariate regularly varying insurance and financial risks in multidimensional risk models. *Journal of Applied Probability*, 61(4), 1319–1342. DOI : 10.1017/jpr.2024.23.
3. Konstantinides, D. G. et Passalidis, C. D. (2025). Uniform asymptotic estimates for ruin probabilities of a multidimensional risk model with càdlàg returns and multivariate heavy-tailed claims. *Insurance : Mathematics and Economics*, 125, 103148. DOI : 10.1016/j.insmatheco.2025.103148.
4. Rootzén, H., Segers, J. et Wadsworth, J. L. (2018). Multivariate peaks over thresholds models. *Extremes*, 21, 115–145. DOI : 10.1007/s10687-017-0294-4.

Réassurance optimale

Contexte et problématique

La réassurance permet à un assureur de transférer une part du coût des sinistres et de maîtriser son exposition aux pertes importantes. La conception d'un traité repose sur un arbitrage entre la réduction du risque conservé, le coût de la couverture et les contraintes financières de l'assureur. Cet arbitrage dépend notamment de la distribution des pertes, des principes de tarification et des critères retenus pour mesurer le risque.

Cette thèse propose d'étudier la conception optimale des fonctions de cession dans un cadre probabiliste et actuariel. Le travail pourra comparer les traités classiques, notamment la quote-part et l'excédent de sinistre, à des formes contractuelles plus générales. Selon la problématique retenue, il pourra intégrer les préférences et les contraintes de l'assureur et du réassureur, la dépendance entre plusieurs branches ou l'incertitude sur les distributions des sinistres. Il s'agira notamment d'examiner dans quelle mesure ces hypothèses modifient la forme des contrats optimaux.

L'analyse visera à établir, sous des hypothèses explicites, des conditions d'existence et de caractérisation des solutions optimales. Lorsque la résolution analytique est difficile, des méthodes numériques pourront être développées pour comparer les stratégies et étudier leur sensibilité aux paramètres et aux choix de modélisation. Des prolongements vers l'allocation du capital et la solvabilité pourront être envisagés, sans imposer un cadre réglementaire particulier.

Mots-clés

Réassurance ; Optimisation stochastique ; Mesures de risque ; Principes de prime ; Risques extrêmes ; Capital.

Profil recherché

Master à orientation recherche ou diplôme d'ingénieur en actuariat, probabilités, statistique ou mathématiques appliquées. Solides compétences en probabilités, optimisation et programmation scientifique. Une connaissance des traités de réassurance et des mesures de risque constitue un atout.

Encadrement

Khalil SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma.

Références indicatives

1. Balbás, A., Balbás, B. et Heras, A. (2009). Optimal reinsurance with general risk measures. *Insurance : Mathematics and Economics*, 44(3), 374–384. DOI : 10.1016/j.insmatheco.2008.11.008.
2. Chi, Y. et Tan, K. S. (2013). Optimal reinsurance with general premium principles. *Insurance : Mathematics and Economics*, 52(2), 180–189. DOI : 10.1016/j.insmatheco.2012.12.001.
3. Boonen, T. J., Tan, K. S. et Zhuang, S. C. (2016). The role of a representative reinsurer in optimal reinsurance. *Insurance : Mathematics and Economics*, 70, 196–204. DOI : 10.1016/j.insmatheco.2016.06.001.
4. Fadina, T., Hu, J., Liu, P. et Xia, Y. (2025). Optimal reinsurance with multivariate risks and dependence uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 321(1), 231–242. DOI : 10.1016/j.ejor.2024.09.037.

Méthodes statistiques en actuariat et en finance

Contexte et problématique

La modélisation des risques en actuariat et en finance soulève des questions d'estimation, de prévision et de quantification de l'incertitude. La complexité des distributions, les dépendances entre risques, les changements de régime et les limites des données invitent à examiner les fondements et les performances des méthodes utilisées.

Ce sujet s'adresse aux candidats souhaitant développer, adapter ou évaluer des méthodes probabilistes, statistiques, économétriques ou numériques. Les problématiques envisagées peuvent concerner l'inférence sur les risques extrêmes, la modélisation de la dépendance, les processus stochastiques, la simulation, la prévision ou l'apprentissage statistique. Elles pourront s'inscrire dans des applications relatives à l'assurance-vie et non-vie, aux marchés financiers, au crédit, à la longévité ou aux régimes de retraite.

Le candidat devra délimiter une question scientifique, préciser son positionnement dans la littérature et justifier les méthodes proposées. Selon la nature du projet, le travail pourra viser des résultats théoriques, des développements méthodologiques ou une évaluation rigoureuse des approches existantes. Le recours à une technique particulière, notamment à l'intelligence artificielle, ne constitue pas une exigence en soi.

Mots-clés

Modélisation probabiliste ; Inférence statistique ; Économétrie ; Dépendance ; Simulation ; Apprentissage statistique.

Profil recherché

Master en modélisation mathématique ou statistique, en probabilités ou en actuariat, ou diplôme d'ingénieur dans une discipline quantitative. Solides acquis en probabilités et en statistique, maîtrise de R ou de Python et aptitude à développer ou à évaluer des méthodes de modélisation.

Modalités de proposition du projet

Avant le dépôt de leur candidature, les candidats sont invités à transmettre une note de projet à ksaid@insea.ac.ma. Cette note présentera la problématique, les objectifs, les méthodes envisagées, les références bibliographiques et un calendrier de travail.

Encadrement

Fadoua BADAoui, Professeure Habilitée, INSEA, fbadaoui@insea.ac.ma.

Khalil SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma.

Références indicatives

1. Wüthrich, M. V. et Merz, M. (2023). *Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications*. Springer. DOI : 10.1007/978-3-031-12409-9.
2. Hastie, T., Tibshirani, R. et Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*, 2e éd. Springer. DOI : 10.1007/978-0-387-84858-7.
3. de Haan, L. et Ferreira, A. (2006). *Extreme Value Theory : An Introduction*. Springer. DOI : 10.1007/0-387-34471-3.

Gestion des risques actuariels et financiers

Contexte et problématique

Les organismes d'assurance et les institutions financières doivent prendre des décisions relatives à la tarification, aux engagements futurs, à la couverture des risques et à l'allocation du capital. Ces décisions reposent sur l'évaluation des pertes possibles et la prise en compte des contraintes économiques, financières et prudentielles. Leur étude constitue un champ de recherche à l'interface de l'actuariat, de la finance et de la gestion des risques.

Cette thématique ouverte accueille des projets construits autour d'une *question de gestion ou de décision* clairement définie. Les projets pourront concerner la solvabilité et les exigences de fonds propres, notamment dans les cadres SBR et Solvabilité II, l'évaluation des engagements sous IFRS 17, le provisionnement, la gestion actif-passif, l'assurance-vie, la longévité, la retraite, la réassurance ou l'allocation du capital. Ces exemples illustrent des orientations possibles sans en imposer aucune.

Le travail doctoral devra expliciter les objectifs de gestion, les contraintes pertinentes et les critères d'évaluation des solutions. Il pourra mobiliser des modèles probabilistes, des méthodes d'optimisation ou des analyses empiriques, selon la question retenue et les données accessibles. À la différence du sujet consacré aux méthodes statistiques, l'accent sera mis sur l'évaluation et l'amélioration d'une décision ou d'un dispositif de gestion, sans exclure une contribution méthodologique.

Mots-clés

Gestion des risques ; Solvabilité ; IFRS 17 ; Provisionnement ; Assurance-vie ; Retraite ; Capital.

Profil recherché

Master en actuariat, finance ou gestion des risques, ou diplôme d'ingénieur dans une discipline connexe. Solides compétences quantitatives, bonne connaissance des mécanismes assurantiels et financiers et aptitude à analyser des problématiques de gestion et de décision.

Modalités de proposition du projet

Avant le dépôt de leur candidature, les candidats sont invités à transmettre une note de projet à ksaid@insea.ac.ma. Cette note présentera la problématique, les objectifs, les méthodes envisagées, les références bibliographiques et un calendrier de travail.

Encadrement

Khalil SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma.

Références indicatives

1. Hardy, M. R. et Saunders, D. (2022). *Quantitative Enterprise Risk Management*. Cambridge University Press. DOI : 10.1017/9781009089470.
2. EIOPA (s. d.). *Solvency II*. Cadre réglementaire et documentation institutionnelle. Présentation officielle.
3. IFRS Foundation (2017, amendée en 2020). *IFRS 17 Insurance Contracts*. Présentation officielle.
4. IAIS (2025). *Guidance on Transitioning to a Risk-Based Solvency (RBS) Regime*. Document institutionnel.

Dynamiques spatio-temporelles de la santé infantile au Maroc : Modélisation multiniveau et décomposition des inégalités

Mustapha BERROUYNE et Khalil SAID

Contexte et justification

La santé infantile constitue un enjeu majeur de santé publique et un indicateur essentiel du développement humain. Au Maroc, les dernières décennies ont été marquées par des progrès notables dans plusieurs domaines, notamment la survie des enfants, la prévention des maladies et la couverture vaccinale. Selon les enquêtes nationales sur la population et la santé familiale, la mortalité infanto-juvénile est passée de 47 % en 2003-2004 à 22,2 % en 2018, tandis que la couverture vaccinale complète des enfants âgés de 12 à 23 mois atteignait 90,6 % en 2018 (Ministère de la Santé, 2005, 2012, 2019).

Toutefois, ces progrès masquent des inégalités sociales et territoriales persistantes, touchant différentes dimensions de la santé infantile. En 2018, le retard de croissance concernait 20,5 % des enfants ruraux contre 10,4 % des enfants urbains, tandis que la couverture vaccinale complète s'établissait respectivement à 86,1 % et 95,2 %. Le rapport national *Analyse des iniquités en santé au Maroc* souligne également l'importance des disparités liées au niveau de vie, à l'instruction et au milieu de résidence, tant dans l'état de santé des enfants que dans leur accès aux services sanitaires (Ministère de la Santé et de la Protection sociale & OMS, 2021).

Des travaux scientifiques récents ont mis en évidence le rôle des caractéristiques individuelles, familiales et communautaires dans la malnutrition infantile au Maroc (Berrouyne & Hami, 2024). Une analyse des évolutions entre 2003-2004 et 2018 a également montré que la diminution de la sous-nutrition infantile, de 28,0 % à 18,4 %, s'accompagne de disparités socioéconomiques et territoriales persistantes (Berrouyne & Hami, 2026).

Ces constats soulignent l'intérêt d'une approche élargie de la santé infantile, intégrant ses différentes dimensions et leurs interactions, afin de mieux comprendre les évolutions observées dans le temps et dans l'espace. L'analyse des déterminants individuels, familiaux et contextuels, ainsi que de leur contribution aux inégalités sociales et territoriales, constitue ainsi un enjeu scientifique important pour éclairer les politiques de santé infantile au Maroc.

Dans cette perspective, le candidat est invité à formuler une problématique de recherche, à définir des objectifs et des hypothèses pertinents, et à proposer une démarche méthodologique argumentée, en justifiant ses choix scientifiques.

Références bibliographiques

Berrouyne, M. (2026). *Dynamiques spatio-temporelles du double fardeau nutritionnel infantile au Maroc : Analyse multiniveau et décomposition des inégalités*. Thèse de doctorat, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Kénitra.

Berrouyne, M., & Hami, H. (2024). Individual and contextual factors of malnutrition in Moroccan children under five. *Bangladesh Journal of Multidisciplinary Scientific Research*, 9(2), 19–29. <https://doi.org/10.46281/bjmsr.v9i2.2221>

Berrouyne, M., & Hami, H. (2026). Exploring the reduction in childhood undernutrition in Morocco (2003–2018): Insights from a decomposition analysis. *Journal of Population and Social Studies*, 34, 1–22. <https://doi.org/10.25133/JPSSv342026.001>

Ministère de la Santé (Maroc), ORC Macro, & Ligue des États Arabes. (2005). *Enquête sur la Population et la Santé Familiale (EPSF) 2003-2004*.

Ministère de la Santé et de la Protection sociale (Maroc) & Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2021). *Analyse des iniquités en santé au Maroc*. Rabat, Maroc.

Ministère de la Santé. (2012). *Enquête Nationale sur la Population et la Santé Familiale (ENPSF-2011)*.

Ministère de la Santé. (2019). *Enquête Nationale sur la Population et la Santé Familiale (ENPSF-2018)*.

Mesures de risque et allocation de capital en présence de dépendance

Contact : Fouad MARRI
fmarri@insea.ac.ma

Les mesures de risque jouent un rôle essentiel dans la quantification du risque. Elles sont utilisées dans l'évaluation et la comparaison des risques ainsi que dans la détermination des primes et des marges de solvabilité. De plus, les mesures de risque sont très utiles dans l'agrégation des risques et l'allocation du capital. En effet, les capitaux économiques sont définis à partir d'une mesure de risque. Par ailleurs, l'allocation du capital est établie en utilisant une mesure de risque qui quantifie la contribution de chaque risque individuel au risque global. Les mesures de risque sont de précieux outils pour gérer les risques souscrits par l'entreprise afin qu'elle soit à tout moment en mesure de remplir ses obligations. Dans cette perspective, les mesures de risque et méthodes d'allocation de capital en fonction de la dépendance entre les risques seront étudiées. En outre, de nouvelles mesures de risque et de nouvelles méthodes d'allocation de capital seront développées dans le cadre de portefeuilles multivariés partiellement agrégés, avec dépendance entre les risques.

Mots clés : Weighted transform ; Weighted premium calculation principle ; Loaded premium ; Distorted premium ; Conditional tail expectation ; Tail variance premium ; Stochastic ordering ; Capital allocation ; Copulas ; Dependence.

Références : Klugman, S., Panjer, H., Willmot, G. (2019). Loss Models : From Data to Decisions. Wiley.

Modèles de solvabilité sous la norme SBR (Solvabilité basée sur les risques)

Contact : Fouad MARRI
fmarri@insea.ac.ma

Ce projet intégrera quelques aspects théoriques fondamentaux relatifs à l'agrégation des risques et à la théorie de la ruine, tout en se plaçant dans un cadre opérationnel. Il s'intéressera plus particulièrement aux problématiques rencontrées par les compagnies d'assurance dans une démarche d'agrégation des risques pour la détermination des exigences quantitatives en matière de fonds propres, mais aussi à la construction de processus internes d'évaluation des risques. Ce sujet vise également l'amélioration des pratiques d'allocation des fonds propres et des actifs en assurance.

Mots clés : Solvency ; Solvency Capital Requirement ; Standard Formula ; Capital allocation ; Copulas ; Dependence.

Références :

- Mikosch, T. (2006). Non-life Insurance Mathematics. Springer.
- Sandstrom, A. (2011). Handbook of Solvency for Actuaries and Risk Managers : Theory and Practice. Chapman & Hall/CRC

Risques climatiques et catastrophes naturelles

Contact : Fouad MARRI
fmarri@insea.ac.ma

Ce sujet de doctorat s'inscrit dans un contexte marqué par l'intensification des événements climatiques extrêmes et par leurs conséquences économiques, sociales et financières. Il vise à analyser la fréquence et la sévérité des catastrophes naturelles et à modéliser les pertes qui en résultent. Ces modèles seront mobilisés pour la tarification de la couverture des catastrophes naturelles et la détermination du capital nécessaire, avec une application au contexte marocain. Il s'appuie sur la théorie des valeurs extrêmes, notamment la loi des valeurs extrêmes généralisée (GEV) et la loi de Pareto généralisée (GPD), afin de caractériser les queues de distribution, d'estimer les niveaux de retour et de quantifier les probabilités de pertes exceptionnelles. La dépendance spatiale entre sites et régions, à l'origine de l'accumulation des sinistres, sera modélisée par des copules afin d'agréger les pertes d'un portefeuille et de mesurer l'effet de la diversification géographique.

Mots clés : valeurs extrêmes ; GEV ; GPD ; catastrophes naturelles ; copules ; dépendance spatiale.

Références : Embrechts, P., Kluppelberg, C., & Mikosch, T. (1997). Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer.



Doctorat en Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)

Option : Economie Quantitative et Finance (EQF)

Laboratoire GEAS3D

Liste des Sujets

Sujet 1 : Politiques industrielles, innovation, productivité et développement au Maroc

Directeur de thèse : Pr. N. ZAOUJAL zaoujal@insea.ac.ma

Le Maroc s'est engagé dans une politique d'industrialisation (Plan Emergence 1, Pacte National pour l'Emergence Industrielle, Le plan d'accélération industrielle, ...). Suite à cet intérêt particulier au secteur industriel, des réalisations importantes sont à citer : Valorisation de la production industrielle, accroissement et diversification des exportations, évolution des infrastructures et surtout l'augmentation des investissements directs étrangers (IDE) par l'implantation de leaders industriels mondiaux dans des filières de pointe (automobile, aéronautique, ...). Ces performances ont permis d'améliorer la situation du Maroc sur les chaînes de valeur mondiale et d'augmenter ses capacités productives et cognitives. Par ailleurs, elles ont aussi contribué à améliorer la situation sur le marché de l'emploi et peut-être à changer la structure de ce dernier.

Cette catégorie de sujets cherche à répondre à des questions relatives à la contribution des politiques d'industrialisation au développement économique et social du Maroc, à la complexité de son économie et à l'amélioration des indicateurs du marché du travail (le chômage des jeunes, notamment) et aussi à mettre en exergue les contraintes et les défis relatifs au développement industriel du Maroc. Une analyse comparative au niveau internationale ainsi qu'une analyse régionale pour mettre en évidence les disparités sont recherchées.

Mots clés : Politiques industrielles, innovation, productivité, complexité, développement, emploi, disparités régionales.

Sujet 2 : Capital humain, productivité et marché de travail

Directeur de thèse : Pr. N. ZAOUJAL zaoujal@insea.ac.ma
Co-directeur de thèse : Pr : M. KANDOUSSI

L'accumulation de capital humain permet de réaliser des gains de productivité favorables à la croissance et à l'emploi. En effet, les économistes de la croissance (Romer, Barro et Lucas, par exemple) reconnaissent que les compétences et les capacités de la population active représentent des atouts concurrentiels importants. Ils considèrent que le capital humain est un facteur déterminant de la croissance économique.

Par ailleurs, l'éducation et la santé sont considérées comme des pivots de la formation du capital humain. Ces deux secteurs sont au cœur des analyses du capital humain. L'éducation, par exemple, comprend la formation initiale : scolaire, universitaire et professionnelle. Cependant, l'accumulation du capital humain peut être réalisée aussi par d'autres formes d'apprentissage et d'adaptation destinées aux adultes, en particulier : recyclage, formation continue, programmes d'alphabétisation alors que la santé regroupe les deux systèmes public et privé et toutes les infrastructures liées, ...

Les conditions sur le marché de travail représentent aussi un autre enjeu important du capital humain. Le chômage de longue durée, le chômage des jeunes, l'emploi inadéquat et le travail informel peuvent, en effet, entraîner une détérioration du capital humain par la dégradation des connaissances et des compétences.

Cette thématique propose d'étudier la relation entre le capital humain, la productivité et la croissance à travers l'analyse des politiques publiques dédiées à la formation du capital humain et à sa valorisation, notamment les politiques éducatives et leur interaction avec le marché de travail. Une analyse régionale pour mettre en exergue les disparités et les inégalités est aussi demandée.

Mots clés : Capital humain, productivité, croissance, éducation, marché de travail, disparités régionales.

Sujet 1 — Politique fiscale, soutenabilité des finances publiques et viabilité du cadre macroéconomique au Maroc

Directeur de thèse : Pr . A. FADLALLAH

Le financement des transformations économiques et sociales soulève une question centrale pour l'économie marocaine : comment mobiliser les ressources fiscales nécessaires au développement tout en préservant la croissance, la soutenabilité de la dette publique et les équilibres macroéconomiques ? Dans le prolongement des travaux de Musgrave (1959), de Barro (1979) et de Bohn (1998), ce sujet propose d'étudier la politique fiscale comme un instrument de financement, de stabilisation et d'allocation des ressources surtout dans un contexte où le renforcement des marges budgétaires doit accompagner la prise en charge de nouvelles priorités économiques et sociales.

La recherche devra examiner les structures optimales des prélèvements obligatoires, l'élargissement des assiettes et l'amélioration du rendement fiscal contribuent à la viabilité du cadre macroéconomique. Elle s'intéressera aux interactions entre pression fiscale, investissement privé, activité informelle, croissance et dynamique de l'endettement. Un objectif particulier sera accordée aux non-linéarités : les effets d'une hausse des recettes peuvent varier selon les instruments mobilisés, la position de l'économie dans le cycle et l'utilisation des ressources supplémentaires. Les travaux de Blanchard (2019) permettront notamment de discuter le rôle du différentiel entre taux d'intérêt et croissance, sans réduire la soutenabilité à ce seul indicateur. Les simulations compareront plusieurs trajectoires de réforme fiscale sous des hypothèses alternatives de croissance, de financement et de chocs externes.

La thèse devra proposer des indicateurs de vulnérabilité et apprécier les marges de manœuvre disponibles face aux engagements futurs de l'État afin définir de déterminer les règles, les seuils et la performance d'une politique fiscale compatible avec une trajectoire de développement soutenable et une meilleure résistance aux chocs.

Sujet 2 — Efficacité des dépenses fiscales, viabilité et arbitrage entre exonérations et subventions directes au Maroc : une évaluation appliquée à la politique du logement

Directeur de thèse : Pr . A. FADLALLAH

Les dépenses fiscales constituent une modalité majeure d'intervention publique, dont l'efficacité ne peut être appréciée à partir du seul montant des recettes non perçues. Dans la perspective ouverte par Surrey (1973), puis approfondie par Heady et Mansour (2019), leur évaluation suppose d'examiner leur justification, leurs bénéficiaires effectifs et leurs résultats au regard des objectifs poursuivis. Au Maroc, le développement de l'aide directe au logement offre un terrain pertinent pour étudier l'arbitrage entre avantages fiscaux et transferts budgétaires aux acquéreurs, en tenant compte du maintien de certains dispositifs fiscaux.

La problématique centrale consiste à analyser l'arbitrage d'une subvention directe/une exonération fiscale (cas auparavant de la TVA sur le logement social). L'analyse devra distinguer les bénéficiaires désignés par les textes des agents qui captent effectivement l'avantage économique.

Elle examinera notamment la répercussion des aides sur les prix immobiliers, l'accès à la propriété, la production de logements et la répartition territoriale de l'offre. Les travaux de Poterba (1984) et de Glaeser et Gyourko (2018) éclaireront les mécanismes reliant fiscalité, demande de logement et contraintes d'offre.

La thèse devra établir une grille d'arbitrage fondée sur l'additionnalité, le ciblage, l'équité et le coût par résultat obtenu. Elle cherchera à déterminer si les aides provoquent des acquisitions supplémentaires, améliorent effectivement l'accessibilité financière ou se capitalisent partiellement dans les prix. Au-delà du logement, les résultats pourront éclairer les conditions de remplacement, de maintien ou de combinaison des dépenses fiscales et des subventions directes dans d'autres secteurs.

Sujet 3 — Instabilité du système monétaire et financier international, transmission des chocs externes et résilience de l'économie marocaine

Directeur de thèse : Pr . A. FADLALLAH

Les fluctuations de la liquidité mondiale, les changements d'orientation des grandes banques centrales et les épisodes d'incertitude internationale modifient les conditions de financement des économies ouvertes. Les travaux de Rey (2015), d'Obstfeld (2015) et de Miranda-Agrippino et Rey (2020) soulignent le rôle du cycle financier mondial dans la transmission internationale des perturbations monétaires et financières. Ce sujet propose d'étudier l'impact de ces dynamiques sur l'économie marocaine et les marges de réponse des autorités nationales.

La recherche distinguera les chocs de politique monétaire internationale, les variations de l'aversion mondiale au risque, les perturbations des prix des matières premières et les chocs de demande extérieure. Elle analysera leur transmission par les taux de change, les échanges commerciaux, les flux de capitaux, les transferts des Marocains résidant à l'étranger et les conditions du crédit. L'enjeu sera d'identifier les facteurs qui amplifient ou amortissent ces effets, selon la nature du choc et la situation initiale de l'économie nationale.

La contribution attendue réside dans la construction d'un cadre d'évaluation de l'exposition macrofinancière du Maroc aux perturbations internationales. La thèse devra hiérarchiser les canaux de transmission et apprécier l'efficacité relative des réserves de change, de la flexibilité du change, des instruments macroprudentiels et des marges budgétaires, définissant les combinaisons de politiques susceptibles de limiter les pertes de production et les tensions financières associées aux chocs externes.

Sujet 4 — Politique monétaire et transition vers le ciblage de l'inflation au Maroc : transmission, anticipations et choix des règles de stabilisation

Directeur de thèse : Pr . A. FADLALLAH

La transition vers le ciblage de l'inflation soulève des questions relatives à l'efficacité des instruments monétaires, à la formation des anticipations et à l'articulation entre stabilité des prix

et flexibilité du change. Les travaux de Taylor (1993), de Svensson (1997) et de Woodford (2003) constituent un cadre de référence pour analyser ces relations. Dans le cas marocain, les orientations examinées en 2026 invitent à approfondir les conditions et le séquençage de cette transition, en accordant une place centrale à la communication des objectifs.

La thèse cherchera à déterminer un examen prospectif de ciblage de l'inflation et de l'exposition de l'économie nationale aux variations des prix alimentaires et énergétiques ainsi qu'aux aléas climatiques. Elle examinera la distinction entre inflation globale et inflation sous-jacente, la persistance des chocs d'offre et les effets de second tour sur les prix et les salaires. Elle étudiera également le rôle des anticipations et la manière dont la crédibilité de la banque centrale influence le coût de la désinflation.

La recherche devra apprécier les performances de ces règles en matière de stabilité des prix, de volatilité de l'activité et de bien-être. Elle comparera notamment un ciblage flexible de l'inflation à des règles accordant une attention différente au change et aux conditions financières. Les résultats attendus porteront sur les conditions opérationnelles de la transition, la pertinence des indicateurs suivis et les modalités de réponse aux chocs, sans présupposer qu'une règle unique demeure optimale dans toutes les situations.

Sujet 5 — Coordination des politiques budgétaire et monétaire, contraintes d'endettement et stabilisation macroéconomique au Maroc

Directeur de thèse : Pr . A. FADLALLAH

La capacité de stabilisation d'une économie dépend autant des instruments disponibles que de la cohérence de leur utilisation fonctionnelle : une politique monétaire restrictive peut voir ses effets modifiés par une expansion budgétaire, tandis qu'un ajustement budgétaire peut peser davantage sur l'activité lorsque les conditions monétaires sont défavorables. À partir des travaux de Sargent et Wallace (1981), de Leeper (1991) et de Woodford (2003), ce sujet propose d'étudier les interactions entre politiques budgétaire et monétaire dans le contexte marocain.

La problématique portera sur les conditions de mise en œuvre de ces politiques, de sa consolidation et la résistance du cadre macroéconomique face aux chocs. La recherche distinguera les perturbations de demande, les chocs d'offre importés et les tensions sur le financement public. Elle examinera le niveau de la dette, la composition des dépenses et la structure des prélèvements influencent les multiplicateurs budgétaires et la transmission monétaire avec une analyse empirique des effets distributifs des combinaisons de politiques retenues.

La contribution attendue consiste à identifier des combinaisons de politiques capables de stabiliser l'inflation et l'activité tout en maintenant une trajectoire soutenable des finances publiques. La thèse devra distinguer les gains d'une coordination des instruments des enjeux institutionnels liés aux mandats respectifs des autorités. Elle proposera ainsi un cadre d'aide à la décision permettant d'apprécier les arbitrages entre stabilisation conjoncturelle, financement des priorités publiques et préservation de la crédibilité des autorités économiques.

Copules dynamiques pour les extrêmes climatiques : modélisation, inférence et application aux risques de sécheresse et de chaleur.

Contexte et problématique

Les risques climatiques les plus coûteux viennent souvent de la combinaison de plusieurs aléas, comme une sécheresse prolongée qui coïncide avec une vague de chaleur. Ces événements, dits composés, deviennent plus fréquents avec le réchauffement climatique. Le Maroc en donne un exemple concret : plusieurs années successives de déficit pluviométrique, des températures record et des effets directs sur les rendements céréaliers et les réserves en eau.

Pour quantifier ces risques, il faut modéliser la dépendance entre variables climatiques (précipitations, température, humidité du sol) et suivre son évolution. La plupart des études appliquées utilisent encore des copules statiques estimées sur toute la période d'observation. Elles supposent donc que le lien entre chaleur et sécheresse est le même en 1980 et en 2025, ce qui est difficile à défendre.

L'objectif du sujet est de développer des modèles de copules dynamiques adaptés aux extrêmes composés, dont les paramètres évoluent en fonction du passé et de covariables climatiques. Le travail portera sur la modélisation de la dépendance de queue, l'estimation et la validation de ces modèles, puis leur application à des données réelles (réanalyses climatiques, rendements agricoles) pour estimer des périodes de retour conjointes variables dans le temps. Les copules en vigne, les modèles pilotés par le score et les approches bayésiennes constituent des pistes possibles ; le candidat sera amené à construire sa propre démarche. Un outil logiciel en R ou en Python accompagnera la thèse.

Mots-clés

Copules dynamiques ; Extrêmes composés ; Dépendance de queue ; Risque climatique ; Séries temporelles.

Profil recherché

Master ou diplôme d'ingénieur en mathématiques appliquées, statistique, actuariat ou data science. Bonnes bases en théorie des copules et en économétrie des séries temporelles, maîtrise de R ou Python.

Encadrement

F. BADAoui, Professeure Habilitée, INSEA, fbadaoui@insea.ac.ma

K. SAID, Professeur Habilité, INSEA, ksaid@insea.ac.ma

Références

- Sklar, A. (1959). Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges.
- Patton, A. J. (2006). Modelling Asymmetric Exchange Rate Dependence. *International Economic Review*.
- Hafner, C. M., & Manner, H. (2012). Dynamic stochastic copula models: Estimation, inference and applications. *Journal of Applied Econometrics*.
- Creal, D., Koopman, S. J., & Lucas, A. (2013). Generalized autoregressive score models with applications. *Journal of Applied Econometrics*.
- Joe, H. (2014). *Dependence Modeling with Copulas*. Chapman and Hall/CRC.
- Zscheischler, J. et al. (2018). Future climate risk from compound events. *Nature Climate Change*.
- Czado, C. (2019). *Analyzing Dependent Data with Vine Copulas*. Springer.