

	Compte-rendu de fin de projet	

Projet ANR- 08-BLAN-0314-01

AST&Risk

Programme non thématique 2008

A IDENTIFICATION.....	2
B RÉSUMÉ CONSOLIDÉ PUBLIC.....	2
B.1 Instructions pour les résumés consolidés publics.....	2
B.2 Résumé consolidé public en français.....	3
B.3 Résumé consolidé public en anglais.....	5
C MÉMOIRE SCIENTIFIQUE.....	6
C.1 Résumé du mémoire.....	6
C.2 Enjeux et problématique, état de l’art.....	7
C.3 Approche scientifique et technique.....	7
C.4 Résultats obtenus.....	8
C.5 Exploitation des résultats.....	10
C.6 Discussion – Conclusion.	10
D LISTE DES LIVRABLES.....	11
E IMPACT DU PROJET.....	11
E.1 Indicateurs d’impact.....	11
E.2 Liste des publications et communications.....	12
E.3 Liste des éléments de valorisation.....	20
E.4 Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. L’ensemble des partenaires doit avoir une copie de la version transmise à l’ANR.

Ce modèle doit être utilisé uniquement pour le compte-rendu de fin de projet.

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	AST&Risk
Titre du projet	Approches Spatio-Temporelles pour la modélisation du Risque
Coordinateur du projet (société/organisme)	Véronique Maume-Deschamps Université Lyon 1
Période du projet (date de début – date de fin)	1 janvier 2009 30 juin 2012 (prolongation de six mois accordée en novembre 2010).
Site web du projet, le cas échéant	http://isfa.univ-lyon1.fr/asterisk

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Véronique Maume-Deschamps
Téléphone	04 37 28 74 28
Adresse électronique	veronique.maume@univ-lyon1.fr
Date de rédaction	01/10/2012

Si différent du rédacteur, indiquer un contact pour le projet	
Civilité, prénom, nom	
Téléphone	
Adresse électronique	

Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique)	Laboratoire SAF EA2429, université Claude Bernard Lyon 1 (partenaire 1). Modal'X EA 3454, Paris Ouest Nanterre la Défense (partenaire 2).
---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

B RÉSUMÉ CONSOLIDÉ PUBLIC

Ce résumé est destiné à être diffusé auprès d'un large public pour promouvoir les résultats du projet, il ne fera donc pas mention de résultats confidentiels et utilisera un vocabulaire adapté mais n'excluant pas les termes techniques. Il en sera fourni une version française et une version en anglais. Il est nécessaire de respecter les instructions ci-dessous.

B.1 INSTRUCTIONS POUR LES RÉSUMÉS CONSOLIDÉS PUBLICS

Les résumés publics en français et en anglais doivent être structurés de la façon suivante.

Titre d'accroche du projet (environ 80 caractères espaces compris)

Titre d'accroche, si possible percutant et concis, qui résume et explicite votre projet selon une logique grand public : il n'est pas nécessaire de présenter exhaustivement le projet mais il faut plutôt s'appuyer sur son aspect le plus marquant.

Les deux premiers paragraphes sont précédés d'un titre spécifique au projet rédigé par vos soins.

Titre 1 : situe l'objectif général du projet et sa problématique (150 caractères max espaces compris)

Paragraphe 1 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 1 précise les enjeux et objectifs du projet : indiquez le contexte, l'objectif général, les problèmes traités, les solutions recherchées, les perspectives et les retombées au niveau technique ou/et sociétal

Titre 2 : précise les méthodes ou technologies utilisées (150 caractères max espaces compris)

Paragraphe 2 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 2 indique comment les résultats attendus sont obtenus grâce à certaines méthodes ou/et technologies. Les technologies utilisées ou/et les méthodes permettant de surmonter les verrous sont explicitées (il faut éviter le jargon scientifique, les acronymes ou les abréviations).

Résultats majeurs du projet (environ 600 caractères espaces compris)

Faits marquants diffusables en direction du grand public, expliciter les applications ou/et les usages rendus possibles, quelles sont les pistes de recherche ou/et de développement originales, éventuellement non prévues au départ.

Préciser aussi toute autre retombée= partenariats internationaux, nouveaux débouchés, nouveaux contrats, start-up, synergies de recherche, pôles de compétitivités, etc.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

Ne pas mettre une simple liste mais faire quelques commentaires. Vous pouvez aussi indiquer les actions de normalisation

Illustration

Une illustration avec un schéma, graphique ou photo et une brève légende. L'illustration doit être clairement lisible à une taille d'environ 6cm de large et 5cm de hauteur. Prévoir une résolution suffisante pour l'impression. Envoyer seulement des illustrations dont vous détenez les droits.

Informations factuelles

Rédiger une phrase précisant le type de projet (recherche industrielle, recherche fondamentale, développement expérimental, exploratoire, innovation, etc.), le coordonnateur, les partenaires, la date de démarrage effectif, la durée du projet, l'aide ANR et le coût global du projet, par exemple « Le projet XXX est un projet de recherche fondamentale coordonné par xxx. Il associe aussi xxx, ainsi que des laboratoires xxx et xxx). Le projet a commencé en juin 2006 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de xxx € pour un coût global de l'ordre de xxx € »

B.2 RÉSUMÉ CONSOLIDÉ PUBLIC EN FRANÇAIS

Modélisation de la dépendance pour des processus de risque.

AST&RISK : Approches spatio-temporelles pour la modélisation du risque en finance et assurance.

La modélisation des divers risques associés aux activités financières et d'assurance permet notamment d'évaluer les coûts induits et d'en mesurer l'incidence sur la solvabilité d'une compagnie d'assurance ou d'un organisme financier.

Les modèles proposés doivent prendre en compte une grande diversité d'entités en interaction (modélisées par des variables aléatoires ou des processus stochastiques), évoluant dans le temps (modèles à long terme).

Les modèles les plus classiques reposent sur des hypothèses d'indépendance spatiale (entre les variables) et/ou temporelle. Or, dans bon nombre de situations, ces hypothèses ne sont pas vérifiées et il est reconnu que ne pas tenir compte de la dépendance peut conduire à une mésestimation du risque global. En outre, les règles de régulation (comme Bâle 3 pour la banque ou Solvabilité 2 pour l'assurance) incitent fortement à la construction de modèles réalistes. Si des modèles prenant en compte certains types de dépendance ont été proposés, la modélisation de la dépendance spatio-temporelle reste insuffisante.

Ainsi, les objectifs du projet AST&Risk étaient de construire des modèles

- A suffisamment complexes pour une meilleure approximation de la réalité,
- B calculables et simulables efficacement,
- C possédant des propriétés probabilistes suffisamment riches pour permettre l'estimation et la prévision.

Mesures et indicateurs de risques, théorie des extrêmes ; des méthodologies interdisciplinaires.

Afin de réaliser les objectifs du projet, les travaux se sont développés dans les directions suivantes : mesures et indicateurs de risque notamment en dimension supérieure à 1, théorie des extrêmes, modèles de dépendance en finance et assurance. Le projet se caractérise par une interdisciplinarité forte. Depuis l'origine, bien qu'étant principalement ancré en mathématiques appliquées, le projet, en regroupant de chercheurs de divers horizons, a profité des synergies entre différentes disciplines, cela est particulièrement vrai en ce qui concerne les mesures de risque et les modèles (théorie de ordres stochastiques, mesures de risque cohérentes, modèles de contagion, distorsion de probabilité, modèles à chocs communs) pour l'assurance et la finance. L'apport des chercheurs en sciences de gestion du projet a été déterminant dans ces domaines. Par ailleurs, la théorie des valeurs extrêmes constitue un outil puissant pour l'étude des mesures de risque ; elle permet de représenter les aléa extrêmes. En dimension supérieure à 1 (analyse de plusieurs risques), le projet AST&Risk a permis des avancées significatives.

Nos travaux ont ainsi permis de proposer des mesures de risque adaptées aux problématiques multidimensionnelles, nous avons aussi obtenu des formules explicites pour la probabilité de ruine dans différents contextes de dépendance. Des modèles de contagion multi-périodiques dans le domaine du risque de crédit ont été introduits et l'utilisation des distorsions de probabilités permettent des projections à long terme des mesures de risque. Dans le domaine des valeurs extrêmes, les avancées du projets portent principalement sur l'estimation des lois des valeurs extrêmes multivariées et à leur classification. Par ailleurs un travail important sur l'estimation des valeurs extrêmes dans le cadre de processus à mémoire longue a été mené.

Par ailleurs, le projet AST&Risk a permis de nouer de nouvelles collaborations et partenariats scientifiques. En particulier, 3 chaires de recherche privées (financées par BNP Paribas Cardif, Miliman et Generali), portées par des membres du projets ont été conclues en 2010, elles concernent des domaines d'application du projet AST&Risk. Le projet MIRACCLE financé par le ministère de l'écologie et du développement durable se situe aussi dans cette dynamique. Enfin, le projet a permis la mise en place de collaborations avec John Nolan (université de Washington), Laurens De Haan (université de Rotterdam), José Léon (université de Caracas) et Corinna Constantinescu (université de Liverpool). Le projet a aussi permis un rapprochement scientifique entre des chercheurs de Grenoble et de Lyon sur les thématiques liées aux extrêmes. Ce rapprochement va certainement se concrétiser dans les années à venir par des projets communs.

La production scientifique des membres du projet est donnée en E.2. Elle est tout à fait significative (près de 50 publications dans des revues internationales, 6 livres ou chapitres de livres, de nombreuses communications, de nombreux travaux réalisés dans le cadre du projet sont soumis et n'apparaissent pas dans la liste mais en annexe). Il convient de noter aussi que 5 thèses et 1 HDR ont été soutenues dans le cadre du projet. Les publications peuvent relever aussi bien de mathématiques appliquées que des sciences de gestion, ce qui révèle bien la nature interdisciplinaire de notre projet.

Le projet AST&Risk est un projet de recherche fondamentale avec des applications importantes pour le monde socio-économique, notamment en finance et en assurance. Les concepts et techniques développés sont de nature probabiliste et statistique mais empruntent aussi largement aux sciences de gestion. Le projet a été coordonné par le laboratoire de Sciences Actuarielle et Financière (SAF) de l'université Claude Bernard Lyon 1. Il associe aussi le laboratoire MODAL'X de l'université Paris 10. Le projet a

démarré en janvier 2009 et a duré 40 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 250 000 € pour un coût complet global de l'ordre de 1 M€.

B.3 RÉSUMÉ CONSOLIDÉ PUBLIC EN ANGLAIS

Suivre impérativement les instructions ci-dessus.

Dependence modelling for risk processes.

AST&RISK : Spatio-temporal approaches for risk modelling in finance and insurance.

Modelling various risks associated to financial and insurance activities is a required step for the evaluation of induced costs and allows to measure the incidence of risks on the solvency of an insurance company or a financial organism. Models have to take in account many interacting entities (modelled by random variables or stochastic processes) which are time-evolving (long time models).

Most classical models assume some spatial (between random variables) or temporal independence. However, in many situations, these hypotheses are not satisfied. Assuming independence in such cases is known to provide wrong estimations of the global risk. Moreover, regulatory rules (such as Basel 2 for banking or Solvency 2 for insurance) are strongly incentive to construct realistic models.

If models allowing some kind of dependence have been proposed, the spatio-temporal modelling remains unsatisfactory. The goal of our project is therefore to construct models that

- are rich enough to provide a reasonable approximation of reality,
- are tractable, and may be simulated efficiently,
- enjoy nice mathematical properties allowing estimation and forecast.

Risk measures and risk indicators, extreme value theory; interdisciplinary methods.

In order to reach our goals, research works have been developed along the following lines: risk measures and risk indicators in higher dimension, extreme value theory, dependence models in finance and insurance. The project is characterized by a strong interdisciplinarity. From the beginning, even if it is positioned in applied mathematics, the project has gathered scientists from various fields. This can be seen especially for risk measures and models in finance and insurance (stochastic order theory, coherent risk measures, contagion models, probability distortion, common shock models). In these domains, the management science approach has been extremely fruitful. Moreover, extreme value theory is a powerful tool to study risk measures. It leads to representations of extreme alea. In higher dimension (several risks analysis), the AST&Risk project had lead to significant results.

Our works have lead to construct new risk measures adapted to multi-dimensional problems, we have also obtained explicit formulas for ruin probability in various dependence contexts. Multi-periodic contagion models for credit risk have been introduced and the use of probability distortions allows long term projections of risk measures. In the field of extreme value theory, results have been obtained on the estimation and classification of multi-variate extreme value laws. An important work on estimation of extreme value in a long memory context has been proceed.

Moreover, the project AST&Risk has lead to new scientific collaborations and partnerships. Three private chairs have been concluded in 2010, they are coordinated by members of the project and they concern application domains of the project AST&Risk (they are supported by BNP Paribas Cardif, Generali and Miliman). The project MIRACCLE, supported by the French minister of ecology, is also in this movement. Finally, the project AST&Risk has lead to collaborations with John Nolan (university of Washington), Laurens De Haan (university of Rotterdam), José León (university of Caracas) et Corinna

Constantinescu (university of Liverpool). It has also lead to new scientific interactions between researchers in Grenoble and in Lyon, on extreme value theory. These interactions will probably lead to common projects in a near future.

The scientific production is detailed in E.2. It is very significant (around 50 international publications, 6 books or book chapters, many oral communications, several works are still submitted for publication and do not appear in the list). It has to be noticed that 5 PhD thesis and 1 HDR (habilitation à diriger des recherches) have been defended in the project's context. The publications are relevant from applied mathematics as well as from management science. This reveal the interdisciplinary nature of our project.

The project AST&Risk is a fundamental research project with important socio-economic applications, mainly for finance and insurance. Probabilist, statistic and management science concepts and technics have been developed. The project has been coordinated by the laboratory of Actuarial and Financial Sciences (university Lyon 1). The laboratory Modal'X (University Paris 10) was associated. The project began on January 2009, for 40 months. The ANR support was of 250 000 € for a total complete cost of 1 M€.

C MÉMOIRE SCIENTIFIQUE

Maximum 5 pages. On donne ci-dessous des indications sur le contenu possible du mémoire. Ce mémoire peut être accompagné de rapports annexes plus détaillés.

Le mémoire scientifique couvre la totalité de la durée du projet. Il doit présenter une synthèse auto-suffisante rappelant les objectifs, le travail réalisé et les résultats obtenus mis en perspective avec les attentes initiales et l'état de l'art. C'est un document d'un format semblable à celui des articles scientifiques ou des monographies. Il doit refléter le caractère collectif de l'effort fait par les partenaires au cours du projet. Le coordinateur prépare ce rapport sur la base des contributions de tous les partenaires. Une version préliminaire en est soumise à l'ANR pour la revue de fin de projet.

Un mémoire scientifique signalé comme confidentiel ne sera pas diffusé. Justifier brièvement la raison de la confidentialité demandée. Les mémoires non confidentiels seront susceptibles d'être diffusés par l'ANR, notamment via les archives ouvertes <http://hal.archives-ouvertes.fr>.

Mémoire scientifique confidentiel : non

C.1 RÉSUMÉ DU MÉMOIRE

Ce résumé peut être repris du résumé consolidé public.

La modélisation des divers risques associés aux activités financières et d'assurance permet notamment d'évaluer les coûts induits et d'en mesurer l'incidence sur la solvabilité d'une compagnie d'assurance ou d'un organisme financier.

Les modèles proposés doivent prendre en compte une grande diversité d'entités en interaction (modélisées par des variables aléatoires ou des processus stochastiques), évoluant dans le temps (modèles à long terme). Le projet AST&Risk s'est donné pour objectif de proposer des solutions effectives à ces problématiques.

Les travaux se sont développés dans les directions suivantes : mesures et indicateurs de risque notamment en dimension supérieure à 1, théorie des extrêmes, modèles de dépendance en finance et assurance. Le projet s'est caractérisé par une interdisciplinarité forte. Depuis l'origine, bien qu'étant principalement ancré en mathématiques appliquées, le projet, en regroupant de chercheurs de divers horizons, a profité des synergies entre différentes disciplines, cela est particulièrement vrai en ce qui concerne les mesures de risque et les modèles (théorie de ordres stochastiques, mesures de risque cohérentes, modèles de contagion, distorsion de probabilité, modèles à chocs communs) pour l'assurance et la finance. L'apport des chercheurs en sciences de gestion du projet a été

déterminant dans ces domaines. Par ailleurs, la théorie des valeurs extrêmes constitue un outil puissant pour l'étude des mesures de risque ; elle permet de représenter les aléas extrêmes. En dimension supérieure à 1 (analyse de plusieurs risques), le projet AST&Risk a permis des avancées significatives.

C.2 ENJEUX ET PROBLÉMATIQUE, ÉTAT DE L'ART

Présenter les enjeux initiaux du projet, la problématique formulée par le projet, et l'état de l'art sur lequel il s'appuie. Présenter leurs éventuelles évolutions pendant la durée du projet (les apports propres au projet sont présentés en C.4).

Les modèles les plus classiques reposent sur des hypothèses d'indépendance spatiale (entre les variables) et/ou temporelle. Or, dans bon nombre de situations, ces hypothèses ne sont pas vérifiées et il est reconnu que ne pas tenir compte de la dépendance peut conduire à une mésestimation du risque global. En outre, les règles de régulation (comme Bâle 3 pour la banque ou Solvabilité 2 pour l'assurance) incitent fortement à la construction de modèles réalistes. Si des modèles prenant en compte certains types de dépendance ont été proposés, la modélisation de la dépendance spatio-temporelle reste insuffisante.

Ainsi, les objectifs du projet AST&Risk étaient de construire des modèles

- A suffisamment complexes pour une meilleure approximation de la réalité,
- B calculables et simulables efficacement,
- C possédant des propriétés probabilistes suffisamment riches pour permettre l'estimation et la prévision.

Au moment de la réalisation du rapport à mi-parcours (envoyé en juillet 2010), nous avons estimé que plusieurs projets en cours ne pourraient pas être terminés à l'issue des trois années prévues initialement. Nous avons donc demandé une prolongation du contrat de 6 mois. Celle-ci nous a été accordée et notifiée en novembre 2010. Ces six mois supplémentaires ont permis en particulier à Elena DiBernardino d'effectuer un séjour post-doctoral à Nanterre avec Philippe Soulier de janvier 2012 à juin 2012. Au cours de ce post-doc, Elena DiBernardino et Philippe Soulier ont débuté un travail sur les propriétés extrémales de processus subordonnés gaussiens à mémoire longue.

Par ailleurs, plusieurs travaux ont été menés à bien grâce à des invitations de longue durée réalisées dans le cadre du projet ANR (John Nolan - Washington University -, Corina Constantinescu - Université de Lausanne -, visite de Cécile Mercadier en 2011 à Washington pour poursuivre les travaux commencés avec John Nolan en 2010, séjour de José León - université de Caracas - à Grenoble). Outre les travaux de recherche des membres du projet, nous avons organisé plusieurs rencontres du projet, un groupe de travail bi-mensuel, une semaine de colloque au CIRM en avril 2010. Anne-Laure Fougères et Cécile Mercadier ont organisé la 7ème conférence « Extreme Value Analysis, Probabilistic and Statistical Models and their Applications » (EVA 2011). Ces activités sont détaillées dans l'annexe, tout comme la liste des articles soumis ou en cours de réalisation et les thèses et HDR soutenues.

C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Nos travaux ont permis de proposer des mesures de risque adaptées aux problématiques multidimensionnelles, nous avons aussi obtenu des formules explicites pour la probabilité de ruine dans différents contextes de dépendance. Des modèles de contagion multipériodiques dans le domaine du risque de crédit ont été introduits et l'utilisation des distorsions de probabilités permettent de de projections à long terme des mesures de risque. Dans le domaine des valeurs extrêmes, les avancées du projets portent principalement sur l'estimation des lois des valeurs extrêmes multivariées et leur classification. Par ailleurs un travail important sur l'estimation des valeurs extrêmes dans le cadre de processus à mémoire longue a été mené.

C.4 RÉSULTATS OBTENUS

Positionner les résultats par rapports aux livrables du projet et aux publications, brevets etc. Revisiter l'état de l'art et les enjeux à la fin du projet.

1. Mesures et indicateurs de risque. Un des enjeux du projet était de définir et proposer des méthodes de calcul ou d'estimation de mesures ou d'indicateurs de risques dans des contextes de dépendance. Les travaux réalisés sur ce thème concernent :

- L'estimation du coefficient d'ajustement de processus de ruine. Pour des processus de risque - de dimension 1 - présentant une structure de dépendance temporelle de type dépendance faible, nous proposons une procédure d'estimation du coefficient d'ajustement, vu comme indicateur du risque. En outre, pour des modèles de type Poisson composés basés sur des processus de Poisson auto-régressifs (non linéaire) ayant un sens actuariel, nous donnons une expression explicite du coefficient d'ajustement.

- La détermination et l'estimation de mesures de risque pertinentes en dimension supérieure. Pour un processus aléatoire vectoriel, chaque composante représentant le processus de risque d'une branche d'activité, il n'y a pas de généralisation immédiate des mesures de risque (type Value at Risk ou Expected Shortfall), les mesures de risque associées par exemple à la somme sur chaque composante n'étant pas pertinentes si l'on souhaite avoir une évaluation séparée des branches d'activité (cette évaluation séparée est imposée par la directive européenne Solvabilité 2). Nous avons réalisé plusieurs travaux, d'une part sur la définition de mesures de risque et de pénalité et les calculs de minimisation afférents (formules closes ou estimation). Sur ces nouvelles mesures de risque multi-dimensionnelles, les propriétés de type axiomatiques (à la Artzner) ont aussi été étudiées. D'autre part, des décompositions de ces mesures ou indicateurs de risques permettent de proposer des allocations de capital entre différentes branches ou différentes lignes de risque d'un portefeuille d'assurance.

- Formes explicites pour la probabilité de ruine. Si le processus de ruine considéré satisfait certaines équations différentielles, en utilisant des techniques d'ODE ou des versions discrétisés de l'opérateur de Green, nous obtenons des formules explicites pour la probabilité de ruine dans différents contextes de dépendance. Dans le cas où le processus de risque vérifie une propriété d'indépendance conditionnelle, des formes explicites de la probabilité de ruine peuvent aussi être obtenue, les processus concernés sont à queue épaisse (loi de Pareto généralisées) et sont liés par un copule de survie de Clayton. Ces travaux ont pu être menés à bien grâce à la collaboration avec Corina Constantinescu, invitée au laboratoire SAF dans le cadre du projet AST&Risk (3 mois ETP de janvier 2010 à juin 2010).

2. Extrêmes. Aux indicateurs de risques présentés précédemment sont associés à des modèles probabilistes visant à représenter l'aléa contenu dans les sinistres (fréquence, ampleur).

- Mesures de risque et extensions multivariées du théorème de Breiman. La probabilité de ruine et la VaR (*valeur à risque*) sont des mesures de risque standard pour évaluer le capital réglementaire. Dans la littérature, plusieurs résultats sont disponibles pour calibrer la probabilité de ruine au moyen des queues de distribution des réclamations individuelles. Nous étudions les modèles à temps discret et à horizon fini. Nous présentons différents contextes où la probabilité de ruine et la VaR admettent des équivalents calculables. Les résultats obtenus reposent sur la théorie des valeurs extrêmes multivariées, et plus particulièrement sur la structure de variation régulière multivariée.

- Estimation de lois de valeurs extrêmes multivariées par max-projections. Avec le professeur John P. Nolan (Université de Washington), invité dans le cadre du projet du 13 janvier au 11 février 2010, nous avons entamé une collaboration de recherche sur le thème de l'estimation de distributions de valeurs extrêmes multivariées. Nous nous

intéressons plus spécifiquement à l'estimation de la mesure angulaire associée à une loi de valeurs extrêmes en d dimensions, et ce même lorsque la dimension d est grande.

- Classes de lois de valeurs extrêmes multidimensionnelles. Au cours du séjour de John P. Nolan mentionné plus haut, nous avons également entamé une collaboration de recherche sur le thème de la modélisation de phénomènes extrêmes en grande dimension. L'objectif étant de considérer des modèles facilement utilisables en pratique et interprétables, nous examinons trois classes de lois de valeurs extrêmes multidimensionnelles : lois à mesures angulaires discrètes ; modèles logistiques généralisés ; lois à mesures angulaires polynomiales par morceaux. La collaboration de recherche entamée en 2010 avec le professeur John P. Nolan porte ses fruits, et un article est en cours de finalisation, dans lequel plusieurs types de modèles multivariés de valeurs extrêmes flexibles sont proposés et étudiés. L'introduction d'une fonction d'échelle mesurant la dépendance extrême est un point clé dans ce travail. L'estimation statistique en lien avec ces modèles, basée sur une technique de max-projections, est par ailleurs un travail que l'on poursuit.

- Dépendance extrême. Le projet AST&risk a subventionné le séjour de Laurens de Haan (Erasmus School of Economics, Rotterdam) du 26 juin 2011 au 16 juillet 2011, et ce séjour a donné lieu à une collaboration avec Cécile Mercadier et Anne-Laure Fougères. Le thème de cette collaboration a été l'estimation avec correction de biais de la structure de dépendance extrême, et ce par l'intermédiaire de l'étude de la fonction de dépendance codale ("stable tail dependence function").

- Mémoire longue et valeurs extrêmes. Il s'agit d'étudier des problèmes classiques de théorie des valeurs extrêmes dans le cadre de processus à mémoire longue, notamment le processus LMSV (long memory stochastic volatility). Ce processus est utilisé en modélisation financière car il présente deux caractéristiques communément acceptées des séries financières : longue mémoire et queues de distribution épaisses, mais aucune méthodologie statistique n'a été validée théoriquement pour estimer par exemple l'indice des valeurs extrêmes de ce processus. Nos travaux permettent des avancées significatives dans cette direction. D'autres travaux sont en cours sur les propriétés extrêmes de processus à volatilité stochastique.

- Propriétés extrêmes de processus subordonnés gaussiens à mémoire longue. Dans le cadre du séjour post-doctoral de Elena DiBernardino à Nanterre, un travail a été initié sur le comportement du processus ponctuel des excès. Ce résultat pourrait ensuite être utilisé pour en déduire des théorèmes limites fonctionnels pour le processus des sommes partielles. Un cas intéressant et jamais encore considéré se présente lorsque la condition de Berman n'est pas satisfaite. La littérature à ce sujet est très succincte et partielle, et nous avons des doutes sérieux sur les preuves des résultats énoncés (Davis, 1983 ; Sly et Heyde, 2008). Ce projet a convenablement progressé dans cette courte période mais n'a pas encore abouti à la rédaction d'un article.

3. Modèles de dépendance en finance et assurance.

- Modèles de contagion. Nous présentons un modèle multi-périodique de contamination dans le domaine du risque de crédit. Nous considérons un marché à plusieurs titres qui peuvent faire défaut directement ou par contamination. Les défauts directs et les contaminations sont modélisés par des variables aléatoires non nécessairement indépendantes. Nous nous intéressons à la loi du nombre total de défauts. En outre nous considérons un modèle de contagion et son application au risque de crédit. On s'intéresse aux lois marginales de temps de défauts, ainsi qu'à la loi du couple (temps de défaut de la première entreprise, temps de défaut de la 2ème entreprise).

- Détermination de scénarii extrêmes, simulation de scénarii économiques. La modélisation de l'actif comme du passif d'une compagnie d'assurance est complexe, et justifie souvent, en présence de dépendances, le recours aux simulations stochastiques. Se pose alors, d'une part, le problème de la construction de générateurs de scénarios économiques, de la mesure de leur qualité, ainsi que le problème du choix des

paramètres de l'activité (allocation d'actif, réassurance...) permettant de mieux contrôler le risque. Outre la construction d'indicateurs de risques, ce choix découle alors directement de techniques d'optimisations globales, adaptés à un environnement bruité. D'autre part, le calcul, à partir de simulations, de la VaR associée à la valeur d'un portefeuille peut se révéler très coûteux en temps de calcul. Afin d'optimiser les calculs, la recherche des scénarii qui vont a priori contribuer à la VaR est indispensable.

- Distorsion de probabilités. Des techniques de projections de risques de long terme peuvent être suggérées à l'aide de distorsions de probabilités. Ces distorsions ont été utilisées pour introduire des dépendances entre des variables aléatoires ; l'idée est d'utiliser des distorsions aléatoires communes des lois de différentes variables aléatoires (chocs commun sur les distributions).

- Applications de la modélisation de la dépendance stochastique : modèles ARMA / ARCH spatiaux et co-intégration pour le risque de longévité; prise en compte du risque de ruine et de la dépendance entre risques dans la décision des agents, l'assurance des risques de catastrophes. Dans le cadre d'un séjour de José Léon à Grenoble, financé par le projet AST&Risk, un travail en collaboration avec Patrick Cattiaux, Clémentine Pieur et José Léon, portant sur l'estimation de la volatilité pour des oscillateurs harmoniques est en préparation.

- Théorèmes limites pour des processus ponctuels vérifiant certaines propriétés d'indépendance asymptotique. Ce type de résultat constitue une brique essentielle pour construire des estimateur ayant de bonne propriétés asymptotiques (consistance asymptotique, normalité asymptotique ...).

C.5 EXPLOITATION DES RÉSULTATS

C.6 DISCUSSION – CONCLUSION.

Discussion sur le degré de réalisation des objectifs initiaux, les verrous restant à franchir, les ruptures, les élargissements possibles, les perspectives ouvertes par le projet, l'impact scientifique, industriel ou sociétal des résultats.

On le voit dans la description ci-dessus : même si les résultats obtenus sont nombreux, le projet AST&Risk a généré de nombreux travaux qui n'ont pas tous encore aboutis. La liste des articles soumis et certains en cours est donnée en annexe. Par ailleurs, en connexion avec le projet AST&Risk, se sont développés plusieurs autres projets / partenariats / collaborations scientifiques qui montrent que ce projet ANR a su créer une dynamique. En particulier, 3 chaires de recherche privées, portées par des membres du projets ont été conclues en 2010, elles concernent des domaines d'application du projet AST&Risk. Il s'agit de :

- *Management de la modélisation*, financé sur 5 ans par BNP Paribas Cardif,
- *Actuariat responsable : **gestion des risques naturels et changements climatiques***, financé sur 4 ans par Generali,
- Actuariat durable et stabilité du secteur de l'assurance à long terme, financé sur 3 ans par Miliman

Le projet MIRACCLE (Mesures et Indicateurs de Risque Adaptés au Changement Climatique) financé sur 3 ans par le ministère de l'écologie et du développement durable se situe aussi dans ce mouvement.

Par ailleurs, le projet AST&Risk a permis la mise en place de collaborations avec John Nolan (université de Washington), Laurens De Haan (université de Rotterdam), José Léon (université de Caracas) et Corinna Constantinescu (université de Liverpool). Le projet a aussi permis un rapprochement scientifique entre des chercheurs de Grenoble et de Lyon sur les thématiques liées aux extrêmes. Ce rapprochement va certainement se concrétiser dans les années à venir par des projets communs.

Enfin, on remarquera dans la liste ci-dessous que la plupart des travaux cités sont « monopartenaires », cela s'explique notamment par le fait que plusieurs membres du projet, initialement affecté au partenaire 1 ont finalement été affecté au partenaire 2, suite à nominations dans la région Rhône-Alpes (Anne-Laure Fougères nommée professeure à Lyon 1 et Clémentine Prieur nommée professeure à Grenoble 1 notamment). Par ailleurs, plusieurs communications « pluripartenaires » portent sur des projets en cours qui devraient mener à des publications « pluripartenaires ». Dans le cadre de la prolongation de 6 mois obtenue, Elena Di Bernardino a poursuivi, à l'issue de sa thèse, ses travaux de recherche avec Philippe Soulier à Nanterre, développant ainsi les collaborations entre les deux partenaires. Cependant, ces derniers travaux n'ont pas encore aboutis à des publications.

D LISTE DES LIVRABLES

Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des livrables fourni au début du projet. Mentionner l'ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.

Date de livraison	N°	Titre	Nature (rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
Livré	1	Rapport semestriel	Rapport	<u>Laboratoire SAF</u> , Modal'X	
Livré	2	Rapport à mi parcours	Rapport	<u>Laboratoire SAF</u> , Modal'X	
Livré	3	Rapport à 30 mois	Rapport	<u>Laboratoire SAF</u> , Modal'X	

E IMPACT DU PROJET

Ce rapport rassemble des éléments nécessaires au bilan du projet et plus globalement permettant d'apprécier l'impact du programme à différents niveaux.

E.1 INDICATEURS D'IMPACT

Nombre de publications et de communications (à détailler en E.2)

Comptabiliser séparément les actions monopartenaires, impliquant un seul partenaire, et les actions multipartenaires résultant d'un travail en commun.

Attention : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l'ANR et la référence du projet).

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaires
International	Revue à comité de lecture	2	46
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		6

	Communications (conférence)	21	86
France	Revue à comité de lecture		6
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	11	38
Actions de diffusion	Articles vulgarisation		
	Conférences vulgarisation		
	Autres		

Autres valorisations scientifiques (à détailler en E.3)

Ce tableau dénombre et liste les brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet, du savoir faire, des retombées diverses en précisant les partenariats éventuels. Voir en particulier celles annoncées dans l'annexe technique).

	Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)
Brevets internationaux obtenus	
Brevet internationaux en cours d'obtention	
Brevets nationaux obtenus	
Brevet nationaux en cours d'obtention	
Licences d'exploitation (obtention / cession)	
Créations d'entreprises ou essaimage	
Nouveaux projets collaboratifs	
Colloques scientifiques	
Autres (préciser)	

E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Répertorier les publications résultant des travaux effectués dans le cadre du projet. On suivra les catégories du premier tableau de la section Erreur : source de la référence non trouvée en suivant les normes éditoriales habituelles. En ce qui concerne les conférences, on spécifiera les conférences invitées.

Publications dans des revues internationales

1. H. Albrecher, C. Constantinescu, S. Loisel, Explicit ruin formulas for models with dependence among risks, Insurance: Mathematics and Economics (2011).
2. R. Balan, S. Louhichi, *A Cluster Limit Theorem for Point Processes*. Statistics, Vol. 45, No. 1, 3-18, (2011).
3. R. Balan, S. Louhichi, *Explicit conditions for the convergence of point processes associated to stationary arrays*. Electronic Communications in Probability, 15, 428-441, (2010).
4. M. Bargès, H. Cossette, S. Loisel, E. Marceau, *On the Moments of the Aggregate Discounted Claims with Dependence Introduced by a FGM Copula*, accepté pour publication à ASTIN Bulletin (2011).

5. R. Biard, C. Lefèvre, S. Loisel, H. Nagaraja, *Asymptotic finite-time ruin probabilities for a class of path-dependent claim amounts using Poisson spacings*, to appear in *Applied Stochastic Models in Business and Industry* (2010).
6. R. Biard, S. Loisel, C. Macci, N. Veraverbeke, *Asymptotic behavior of the finite-time expected time-integrated negative part of some risk processes*, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* (2010), Vol. 367 (2) 535-549.
7. A. Bienvenüe, D. Rullière, *Iterative adjustment of survival functions by composed probability distortions*, *Geneva Risk and Insurance Review*, (2012), 37, 156-179.
8. C. Blanchet-Scalliet, D. Dorobantu, D. Rulliere, *The density of a passage time for a renewal-reward process perturbed by a diffusion*, *Applied Mathematics Letters* 26, (2012), 108-112.
9. X. Burtshell, J. Gregory & J-P. Laurent *A Comparative Analysis of CDO Pricing Models under the Factor Copula Framework*, accepté pour publication à *Journal of Derivatives* (2009).
10. H. Cardot, P. Cénac, P-A. Zitt: Efficient and fast estimation of the geometric median in Hilbert spaces with an averaged stochastic gradient algorithm, accepté pour publication à *Bernoulli* (2011).
11. H. Cardot, P. Cénac, J-M. Monnez: *Fast clustering of large datasets with sequential k-medians : a stochastic gradient approach*, *Accepté à Comput. Stat. Data Analysis* (2012).
12. A. Castaner, M.M. Claramunt, C. Lefèvre, M. Gathy, M. Marmol, *Ruin problems for a discrete time risk model with non-homogeneous conditions*, *Scandinavian Actuarial Journal* (2012), to appear.
13. P. Cénac, B. Chauvin, F. Paccaut, N. Pouyanne, *Context trees, variable length Markov chains and dynamical sources*, à paraître au Séminaire de Probabilités (2011)
14. P. Cénac, C. Prieur, V. Maume-Deschamps, *Some multivariate risk indicators ; minimization by using a Kiefer-Wolfowitz approach to the mirror stochastic algorithm*. *Statistics and Risk Modeling*, (2012), 29 (1), 47-71.
15. M. Chauvigny, L. Devineau, S. Loisel, V. Maume-Deschamps, *Fast remote but not extreme quantiles with multiple factors. Applications to Solvency II and Enterprise Risk Management*, *European Actuarial Journal* (2011), 1 (1), 131-157.
16. P.L. Conti, E. Masiello, *Nonparametric statistical analysis of an upper bound of the ruin probability under large claims*, *Extremes* vol. 13, n. 4, 439-461 (2010).
17. C. Constantinescu, D. Kortschak, V. Maume-Deschamps, *Ruin probabilities in models with a Markov chain dependence structure* (2011), à paraître à *Scandinavian Actuarial Journal*.
18. C. Constantinescu, V. Maume-Deschamps, R. Norberg, *Risk processes with dependence and premium adjusted to solvency targets*. *European Actuarial Journal* Vol. 2, Issue 1, pp. 1-20 (2012).
19. H. Cossette, E. Marceau, V. Maume-Deschamps, *Discrete-time risk models based on time series for count random variables*. *ASTIN Bulletin* 40(1), (2010), 123-150.
20. H. Cossette, E. Marceau, V. Maume-Deschamps, *Adjustment coefficient for risk processes in some dependent contexts*. *Methodology and Computing in Applied Probability* (2011), 13 (4), 695-721.
21. H. Cossette, E. Marceau, *Dynamic risk measures within discrete-time risk models and stochastic orders*. In : « *SORR2011 Stochastic Orders in Reliability and Risk Management. In Honor of Professor Moshe Shaked* » (Editors: Haijun Li, Xiaohu Li). *Lecture Notes in Statistics*, Springer Verlag. À paraître. (2012).
22. H. Cossette, Landriault, E. Marceau, K. Moutanabbir, *Analysis of the discounted sum of ascending ladder heights*. *Insurance: Mathematics and Economics* 51(2), (2012) 393-401.

23. H. Cossette, E. Marceau, F. Marri, *On a compound Poisson risk model with dependence and in the presence of a constant dividend barrier*. Applied Stochastic Models in Business and Industry. Sous presse. (2012).
24. H. Cossette, M. Mailhot, M., E. Marceau *T-Var based capital allocation for multivariate compound distributions*. Insurance: Mathematics and Economics 50(2), (2012), 247-256.
25. H. Cossette, E. Marceau, F. Marri *Constant dividend barrier in a risk model with a generalized Farlie-Gumbel-Morgenstern copula*. Methodology and Computing in Applied Probability 13(3), (2011), 487-510.
26. H. Cossette, E. Marceau, F. Tourelle *Risk models based on time series for count random variables*. Insurance : Mathematics and Economics 48(1), (2011), 19-28.
27. H. Cossette, E. Marceau, F. Marri, *Analysis of ruin measures for the classical compound Poisson risk model with dependence*. Scandinavian Actuarial Journal (3), (2010), 221-245.
28. A Cousin, S. Crépey, Y. H. Kan, *Delta-Hedging Correlation Risk ?* accepté pour publication à Review of Derivatives Research.
29. A. Cousin, D. Dorobantu, D. Rullière, (2012), *An extension of Davis and Lo's contagion model*, à paraître à Quantitative Finance.
30. A. Cousin, D. Dorobantu, D. Rullière, *Valuation of portfolio loss derivatives in an infectious model*, Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance, (2012), 139-147
31. L. Coutin, D. Dorobantu, *First passage time law for some Lévy processes with compound Poisson : existence of a density*, Bernoulli 17 (4), 2011, 1127-1135
32. F. Daly, C. Lefèvre, S. Utev, *Stein's method and stochastic orderings*, Advances in Applied Probability (2012), to appear.
33. E. Di Bernardino, T. Laloë, V. Maume-Deschamps, C. Prieur, *Plug-in estimation of level sets in a non compact setting with applications in multivariate risk theory*. (2011) à paraître à ESAIM P&S.
34. D. Dorobantu, *Optimal stopping for Markov processes and decreasing affine functions*, La Revue Roumaine de mathématiques pures et appliquées, 56, No.4, (2011), 283-294.
35. A. Faleh, F. Planchet, D. Rullière, *Les générateurs de Scénarios Economiques : de la conception à la mesure de la qualité*. (2010) Assurances et gestion des risques, Insurance and Risk and Management Journal, Montreal, Vol.78, 1-2.
36. A.L. Fougères, C. Mercadier, *Risk measures and multivariate extensions of Breiman's Theorem*, acceptée pour publication à Applied Probability 49.2 (2012).
37. M. Gathy, C. Lefèvre, *On Markov-Polya distribution and the Katz family of distributions*, Communications in Statistics: Theory and Methods 40, 267-278, (2011).
38. R. Kulik, P. Soulier *The tail empirical process for long memory stochastic volatility sequences*. Stochastic Processes and their Applications. 121(1), 109-134, (2011).
39. R. Kulik, P. Soulier *Limit theorems for long memory stochastic volatility models with infinite variance: Partial Sums and Sample Covariances*. Advances in Applied Probability, 44(4), (2012).
40. J-P. Laurent, A. Cousin, J-D. Fermanian, *Hedging Default Risks of CDOs in Markovian Contagion Models*, (2010) to appear in Quantitative Finance.
41. C. Lefèvre, P. Picard, *Polynomial structures in rank statistics distributions*, Journal of Statistical Planning and Inference 141, 1380-1393, (2011).
42. C. Lefèvre, S. Loisel, *Stationary-excess operator and convex stochastic orders*, Insurance : Mathematics and Economics (2010), Vol. 47, pp. 64-75.
43. C. Lefèvre, P. Picard, *A new look at the homogeneous risk model*, Insurance: Mathematics and Economics 49 (2011), 512-519.
44. S. Loisel, C. Mazza, D. Rullière, *Convergence and asymptotic variance of bootstrapped finite-time ruin probabilities with partly shifted risk processes*. Insurance : Mathematics and Economics, vol. 45, 3 (2009), 374-381.

45. S. Loisel, X. Milhaud, *From deterministic to stochastic surrender risk models: impact of correlation crises on economic capital*, European Journal of Operational Research (EJOR), (2011) Volume 214 issue 2.
46. E. Masiello *On semiparametric estimation of ruin probabilities in the classical risk model*, à paraître dans Scandinavian Actuarial Journal (2012).
47. E. Marceau, *On a general class of compound renewal risk models with dependence*. Insurance: Mathematics and Economics 44 (2), (2009), 245-259.
48. C. Mercadier, P. Soulier, *Optimal rates of convergence in the Weibull model based on kernel-type estimators* Statistics and Probability Letters 82(3), 548-556, (2012).

Chapitres de livres

1. A. Bienvenüe, D. Rullière, *On hyperbolic iterated distortions for the adjustment of survival functions*. À paraître dans « Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance », Springer, Corazza, Marco; Claudio, Pizzi (Eds.), Springer, (2011).
2. A Cousin, J-D. Fermanian & J-P. Laurent *Couverture des risques de défaut dans des modèles de contagion markoviens*, à paraître dans « Proceedings of the First International Financial Research Forum », Economica. (2009).
3. A. Cousin, D. Dorobantu, D. Rullière, *Valuation of portfolio loss derivatives in an infectious model*. Dans « Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance », Springer, Corazza, Marco; Claudio, Pizzi (Eds.), 25 oct. 2011
4. A. Cousin, M. Jeanblanc, *Hedging Portfolio Loss Derivatives with CDSs*, accepté pour publication dans un « Festschrift dedicated to Prof. Robert Elliott », World Scientific. (2010).
5. A. Faleh, F. Planchet, D. Rullière, *De la génération des scénarios aux techniques d'allocation d'actifs - Applications aux assurances et aux fonds de pension*, (2012) 288 pages, Economica.
6. E. Marceau, *Modélisation et évaluation des risques en actuariat*. Springer-Verlag, France (2012).

Publications dans des revue nationales

1. L. Devineau, S. Loisel, *Construction d'un algorithme d'accélération de la méthode des « simulations dans les simulations » pour le calcul du capital économique Solvabilité II*, Bulletin Français d'Actuariat, No. 17, Vol. 10, 188-221 (2009).
2. L. Devineau, S. Loisel, *Risk aggregation in Solvency II : How to converge the approaches of the internal models and those of the standard formula ?*, Bulletin Français d'Actuariat, No 18, Vol. 9, 107-145 (2009).
3. C. Dutang *The customer, the insurer and the market*, Bulletin Français d'Actuariat (2012).
4. S. Louhichi, E. Rio *Convergence des sommes partielles de suites associées vers un processus de Lévy*. C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, 349, 89-91, (2011).
5. X. Milhaud, S. Loisel, V. Maume-Deschamps *Surrender triggers in Life Insurance: what main features affect the surrender behavior in a classical economic context?* Bulletin Français d'Actuariat (2011), 11 (22), 5-48.
6. X. Milhaud, Gonon, M-P., S. Loisel, *Les comportements de rachat en Assurance Vie en régime de croisière et en période de crise*, Risques, (2010) Volume 83, p. 76-81

Communications nationales

1. E. Di Bernardino, journées de la SFDS à Tunis, mai 2011.
2. E. Di Bernardino, Groupe de travail en Statistique/Biostatistique, Institut Elie Cartan, Nancy, 9 Mars 2012.

3. E. Di Bernardino, Séminaire de Statistique, Toulouse School of Economics, Université de Toulouse 1, 28 Février 2012.
4. E. Di Bernardino, Séminaire du Centre de Mathématiques Appliquées - CMAP, Ecole Polytechnique Paris, 15 Février 2012.
5. E. Di Bernardino, Séminaire de Probabilités et Statistique, Laboratoire Jean-Alexandre DIEUDONNE, Université de Nice Sophia-Antipolis, 26 Janvier 2012.
6. E. Di Bernardino, Séminaire de Probabilités et Statistique, Institut de mathématiques et de modélisation de Montpellier, Université Montpellier II, 16 Janvier 2012
7. E. Di Bernardino, 11ème Forum des Jeunes Mathématicien-ne-s, Université Toulouse 3, 21-23 Novembre 2011.
8. E. Di Bernardino, Séminaire Equipe SAMM (Statistique, Analyse et Modélisation Multidisciplinaire), Université Paris 1, 18 Novembre 2011.
9. E. Di Bernardino, Séminaire de Statistique, Université Joseph Fourier, Grenoble, 20 Octobre 2011.
10. E. Di Bernardino, Séminaire de Probabilités et Statistique, Laboratoire de Mathématiques de Besançon, 10 Octobre 2011.
11. E. Di Bernardino, Séminaire de Statistique, Institut de Mathématiques de Toulouse, 4 Octobre 2011.
12. E. Di Bernardino, Quatrièmes Rencontres des Jeunes Statisticiens, Aussois, Septembre 2011.
13. C. Blanchet-Scaillet, Journées de Probabilités 20 - 24 juin 2011-Nancy
14. C. Blanchet-Scaillet, séminaire de probabilité de l'université d'Evry, avril 2012
15. C. Blanchet-Scaillet, séminaire de probabilité de l'université de Besançon mai 2012
16. R. Biard, Séminaire CERAG-IAE ENSIMAG ISFA, 7 mai 2009.
17. P. Cénac, Journée des laboratoires Dijon- Besançon, mars 2009.
18. P. Cénac, journées de la SFDS à Tunis, mai 2011.
19. P. Cénac, séminaire de probabilités de université de Franche-Comté, février 2012.
20. A. Cousin, AFFI 2010 Spring Conference, Saint-Malo, 10-12 May 2010
21. A. Cousin, AFFI 2011 Spring International Meeting [affi2011.etud.univ-montp1.fr], Montpellier, 12 May 2011
22. A. Cousin, Séminaire Bachelier [bachelier.ensae.fr], Paris, 29 April 2011 **Invité.**
23. C. Dutang, MAS 2012, Clermont-Ferrand, 2012.
24. M. Kacem, journées de la SFDS à Tunis, mai 2011.
25. M. Kacem, Quatrièmes Rencontres des Jeunes Statisticiens, Aussois, Septembre 2011.
26. M. Kacem, 11ème Forum des Jeunes Mathématicien-ne-s, Université Toulouse 3, 21-23, Novembre 2011.
27. J-P. Laurent, Conférence Scientifique PRMIA Paris et AFGAP « Finance Comportementale et Risques », Paris, 29 avril 2009. **Invité.**
28. S. Loisel Journées de Statistique 2010 de la SFDS, Marseille, mai 2010. **Invité.**
29. S. Loisel Journées d'Economie et d'Econométrie de l'Assurance, Rennes, octobre 2009. **Invité.**
30. S. Loisel, Séminaire de statistique de l'IRMA, Strasbourg, Avril 2011.
31. S. Loisel, Bachelier Colloquium, Metabief, Janvier 2012.
32. S. Loisel, Reliability and Actuarial Science, a conference organized by SFDS and SMAI, Toulouse, Novembre 2011.
33. S. Loisel, Séminaire d'actuariat, UQAM, Montréal, Novembre 2011.
34. S. Loisel, Séminaire d'actuariat, Université Laval, Québec, Novembre 2011.
35. S. Loisel, Summer school of the French Institute of Actuaries, Strasbourg, Juillet 2011. **Invité.**
36. S. Louhichi, Conference "Limit theory and statistics of times series" organized by Paul Doukhan at Cergy university. January 2010. **Invitée.**
37. E. Masiello, Young researchers school on analyzing extreme events distributions, Aussois, septembre 2010, **Invitée.**

38. E. Masiello, Premières journées actuarielles de Strasbourg, 6-7 octobre 2010. **Invitée.**
39. X. Milhaud, Journées de Statistique 2010 de la SFDS, Marseille, mai 2010.
40. V. Maume-Deschamps, Conférence de la Société française de Statistique, mai 2009.
41. V. Maume-Deschamps, Séminaire CERAG-IAE ENSIMAG ISFA, 7 mai 2009.
42. V. Maume-Deschamps, Workshop on Risk à l'ESSEC (Paris La Défense), décembre 2010.
43. V. Maume-Deschamps, Journées MAS 2010, Bordeaux, septembre 2010.
44. E. Marceau Séminaire MITACS de mathématiques actuarielles et financières de Montréal (Mai 2010, Montréal).
45. C. Mercadier, Young researchers school on analyzing extreme events distributions, Aussois, septembre 2010, **Invitée.**
46. C. Prieur, Luminy, Dépendance en probabilité et en statistiques, 4-8 avril 2011.
47. D. Rullière, 12e congrès annuel de la Société française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, Saint-Etienne, 2-4 mars 2011.
48. D. Rullière, Séminaire EM-LYON, Lyon, janvier 2012.
49. F. Tourelle, 1st Graduate Students Workshop in Actuarial Science, Québec, décembre 2010.

Communications internationales

1. M. Bargès, Conference IME 2009 (Insurance : Mathematics and Economics), Istanbul, Turquie mai 2009.
2. M. Bargès, Conference in honor of Professor Hans U. Gerber, Lausanne, Switzerland, June 2009.
3. R. Biard, Conférence « 2b) or not 2b) » en l'honneur du Professeur Hans Gerber, Lausanne, Suisse, juin 2009.
4. R. Biard, Conférence IME 2009, Istanbul, Turquie, mai 2009
5. R. Biard, Séminaire d'actuariat Lyon-Lausanne, 27 avril 2009.
6. C. Blanchet-Scalliet, 33rd Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Berlin, July 2009.
7. C. Blanchet-Scalliet, JENA, workshop on enlargement of filtrations and applications to finance and insurance, June 2010. **Invitée.**
8. C. Blanchet-Scalliet, 6th World Congress of the Bachelier Finance Society, Toronto, June 2010.
9. C. Blanchet-Scalliet, 8th world Congress in Probability and Statistics, Istanbul 2012
10. P. Cénac COMPSTAT 2010. Paris, France., 2010.
11. A. Cousin, Second International Financial Research Forum, Paris, 19 Mars 2009.
12. A. Cousin, Séminaire Lyon-Lausanne, HEC Lausanne, 19 March 2010
13. A. Cousin, Institute of Mathematical Statistics 2010 Conference, Gothenburg, Suède, 9-13 Août 2010.
14. A. Cousin, Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance, Ravello, Italy, 7-9 Avril 2010.
15. A. Cousin, Third Financial Risks International Forum, Paris, 25-26 March 2010.
16. A. Cousin, Recent Advancements in the Theory and Practice of Credit Derivatives, Nice, 28-30, September 2009.
17. A. Cousin, Workshop on Copula Theory and its Application, Warsaw, 25-26 September 2009.
18. A. Cousin, Bachelier Finance Society 7th World Congress 2012 [www.bfs2012.com], Sydney, Australia, 19-22 June 2012
19. A. Cousin, Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance [maf2012.unive.it], Venice, Italy, 10 April 2012
20. A. Cousin, 5th Financial Risks International Forum, Paris, 22 March 2012.
21. A. Cousin, Sino-French Summer Institute 2011 [www.amt.ac.cn], Beijing, China, 29 June 2011 **Invité.**

22. A. Cousin, International Finance Conference 6 [www.ifc6.com], Hammamet, Tunisia, 10-12 March 2011
23. A. Cousin, Young Researchers Workshop on Finance 2011 [www.comp.tmu.ac.jp], Tokyo Metropolitan University Finance Group,
24. A. Cousin, Tokyo, Japan, 1-4 March 2011 **Invité**
25. A. Cousin, Séminaire Lyon-Lausanne, HEC Lausanne, Switzerland, 19 January 2011
26. A. Cousin, Greta Credit Risk 2010 Conference, [www.greta.it] Venice, Italy, 30 Sept - 1st Oct 2010
27. E. Di Bernardino, Spatio-temporal risk modeling, CIRM, Marseille, avril 2010.
28. Elena Di Bernardino, Conférence IME, Trieste, Italie, Juin 2011.
29. C. Dutang, IME Conference, Toronto, June 2010.
30. C. Dutang, 16th IME, Hong Kong, China, 2012.
31. C. Dutang, useR 2011, Warwick, UK 2011.
32. C. Dutang, 15th IME, Trieste, Italy, 2011.
33. A. Eyraud-Loisel, JENA, workshop on enlargement of filtrations and applications to finance and insurance, june 2010. **Invitée.**
34. A-L Fougères, 27th European Meeting of Statistics (EMS2009, 20-24 July 2009, Toulouse). **Invitée**
35. A.-L. Fougères, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 17 septembre 2009. **Invitée**
36. A.-L. Fougères, Tilburg University, The Netherlands, 23 avril 2010. **Invitée.**
37. A.-L. Fougères, Workshop on Copula Models and Dependence (Montréal, juin 2011)
38. A.-L. Fougères, 5th International Conference of the ERCIM WG on COMPUTING & STATISTICS (ERCIM 2012) (December 2012, Oviedo, Spain)
39. J.P. Laurent, Séminaire Bachelier, Paris, 30 janvier 2009. **Invité.**
40. M.Kacem, Conférence IME, Trieste, Italie, juin 2011.
41. S. Loisel, Conference in Honour of Hans Gerber, Lausanne, June 2009. **Invité.**
42. S Loisel, IME Conference, Istanbul, May 2009.
43. S. Loisel, ERM Symposium, Chicago, April 2009.
44. S. Loisel, 14ème conférence IME, Toronto, juin 2010.
45. S. Loisel, Third international Gerber Shiu Workshop, Waterloo, juin 2010. **Invité.**
46. S. Loisel, ERMII Research Workshop on Systemic Risk, Atlanta, Mai 2010.
47. S.Loisel, Spatio-temporal risk modeling, CIRM, Marseille, avril 2010.
48. S. Loisel, Australasian Actuarial Education and Research Symposium, Sydney, décembre 2009.
49. S. Loisel, 2do Simposio en Actuaría, Bogota, septembre 2009. **Invité.**
50. S. Loisel, Insurance Mathematics and Economics Conference, Trieste, Juin 2012.
51. S. Loisel, ERM Symposium, Washington, Avril 2012. **Invité**
52. S. Loisel, Operations Research Conference, Habana, Mars 2012.
53. S. Loisel, Insurance Mathematics and Economics Conference, Trieste, Juillet 2011.
54. S. Loisel, Applied Stochastic Models and Data Analysis Conference, Rome, Juin 2011.
55. S. Loisel, Conference Queuing networks and related fields III, Bedlewo, Poland, Mai 2011.
56. S. Loisel, DFGVGM Scientific Day, Berlin, Avril 2011. **Invité**
57. S. Loisel, Seminar of Mathematics of the CMM, University of Chile, Santiago, Avril 2011.
58. S. Loisel, UNSW Actuarial Science Seminar, Sydney, Mars 2011.
59. S. Loisel, International Financial Risks Forum, Paris, Mars 2011.
60. S. Louhichi, Conference "Stochastic analysis and applied probability" organized by Mounir Zili, Hammamet, October 2010. **Invité.**
61. E. Marceau, E. CORS-SCOR Toronto 14-17 juin 2009. **Invité.**
62. E. Marceau, Spatio-temporal risk modeling, CIRM, Marseille, avril 2010.

63. E. Marceau International Workshop on Stochastic Orders in Reliability and Risk Management (June 2011, Beijing, China). **Invité.**
64. E. Marceau The Seventh International Conference on Mathematical Methods in Reliability (MMR2011) - Theory, Methods, and Applications (June 2011, Beijing, China). **Invité.**
65. E. Marceau Third International Gerber-Shiu Workshop. (Juin 2010, Waterloo (Canada)). **Invité.**
66. E. Marceau Congrès de la Société Statistique du Canada (Mai 2010, Québec (Canada)).
67. E. Marceau 2009 Informs International Meeting (Juin 2009, Toronto (Canada)). **Invité.**
68. E. Marceau 15th International Congress on Insurance: Mathematics and Economics (June 2011, Trieste, Italie).
69. E. Marceau 45th Actuarial Research Conference (July 2010, Burnaby (Canada)).
70. E. Marceau 14th International IME Congress on Insurance: Mathematics and Economics (June 2010, Toronto (Canada)).
71. E. Masiello, IME Conference, Istanbul, May 2009
72. E. Masiello, Séminaire de l'Université Roma Tre (Italie), 16 avril 2009.
73. E. Masiello, SIS 2009 Statistical Conference - Pescara, Italie (23-25 Septembre 2009).
74. E. Masiello, II SIMPOSIO EN ACTUARÍA, Bogota, Colombie (9-11 Septembre 2009). **Invité.**
75. E. Masiello, MAF (Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance) - Ravello, Italie (7-9 avril 2010).
76. E. Masiello, IME Conference, Trieste, Juin 2011
77. E. Masiello, Séminaire de l'Université Roma Tre (Italie), May 2011
78. E. Masiello, Simposio Internacional de Actuaría, Bogota, Colombie (23-25 novembre 2011), **invitée.**
79. E. Masiello, Séminaire de l'Université de Lausanne, 5 décembre 2011, **invitée.**
80. E. Masiello, IME, Hong Kong, juin 2012.
81. V. Maume-Deschamps, Séminaire d'actuariat Lyon – Lausanne, janvier 2009.
82. V. Maume-Deschamps, Spatio-temporal risk modeling, CIRM, Marseille, avril 2010.
83. V. Maume-Deschamps, 7ème conférence « Extreme Value Analysis, Probabilistic and Statistical Models and their Applications », juin 2011.
84. V. Maume-Deschamps, séminaire de probabilités de l'université libre de Bruxelles, avril 2012.
85. F. Planchet, Colloque ASTIN à Helsinki, mai 2009.
86. C. Prieur, IAP Workshop 4, Leuven, 18-19 novembre 2010
87. C. Prieur, Conference in honour of Professor Magda Peligrad, juin 2010. **Invitée.**
88. D. Rullière, 4th International conference MAF 2010, 7-9 avril 2010, Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance, Ravello.
89. D. Rullière, Séminaire Lyon-Lausanne, Université de Lausanne, 27 novembre 2009.
90. D. Rullière, Fifth Annual Risk Management Conference, Global Imbalances and their Risk Management Implications, Valuation of portfolio loss derivatives in an infectious model, Risk Management Institute, National University of Singapore (2011).
91. D. Rullière, AFFI 2011, 28th annual International Conference of the French Finance Association, Montpellier, 11-13 mai 2011.
92. D. Rullière, Workshop on noisy krignig-based optimization, 22-24 avril 2010, Bern, Suisse.
93. D. Rullière, Greta, credit 2010, International conference, 30 sep-1er Oct 2010,
94. D. Rullière, Séminaire de l'université de Fribourg, mai 2011. **Invité.**
95. D. Rullière, Center Operations Research Seminar, Tilburg (Pays-Bas), avril 2011, **Invité.**
96. D. Rullière, Bachelier Finance Society 2012, 7th World Congress, Sydney, juin 2012.
97. D. Rullière, 5th International conference MAF 2012, avril 2012.

98. D. Rullière, CentER Operations Research Seminar. Séminaire de recherche opérationnelle, Tilburg, Pays-bas, 21 avril 2011.
99. P. Soulier, Conference Extreme Value and their applications (EVA) Fort Collins 23-26 juin 2009. **Invité.**
100. P. Soulier, 6th Conference in Actuarial Science & Finance on Samos. **Invité.**
101. P. Soulier, 10th Vilnius conference on probability theory and mathematical statistics. **Invité.**
102. P. Soulier, Séminaire de probabilité de l'université de Michigan Ann Arbor. Mars 2011.
103. P. Soulier, Congrès de la SSC Wolfville Nova Scotia, Canada. Juin 2011. **Invité.**
104. P. Soulier, Conférence José R. Leon. Caracas Venezuela. Novembre 2011. **Invité.**
105. P. Soulier, CLAPEM XIII. Vina del Mar, Chili. Mars 2012.
106. F. Tourelle, Actuarial Research Conference (Madison, Wisconsin, August 2009).
107. F. Tourelle, IME Conference, Toronto, June 2010

E.3 LISTE DES ÉLÉMENTS DE VALORISATION

La liste des éléments de valorisation inventorie les retombées (autres que les publications) décomptées dans le deuxième tableau de la section Erreur : source de la référence non trouvée. On détaillera notamment :

- brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet.
- logiciels et tout autre prototype
- actions de normalisation
- lancement de produit ou service, nouveau projet, contrat,...
- le développement d'un nouveau partenariat,
- la création d'une plate-forme à la disposition d'une communauté
- création d'entreprise, essaimage, levées de fonds
- autres (ouverture internationale,..)

Elle en précise les partenariats éventuels. Dans le cas où des livrables ont été spécifiés dans l'annexe technique, on présentera ici un bilan de leur fourniture.

Anne-Laure Fougères et Cécile Mercadier ont organisé la 7ème conférence « Extreme Value Analysis, Probabilistic and Statistical Models and their Applications » (EVA 2011 - <http://eva2011.univ-lyon1.fr/>). Cette conférence internationale a accueilli 180 participants du 27 juin au 1er juillet 2011. Le projet AST&Risk a aussi participé financièrement à cette manifestation.

E.4 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTÉS EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l'embauche a été financée partiellement ou en totalité par l'aide de l'ANR et quand la contribution au projet a été d'une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l'aide de l'ANR pouvant ne représenter qu'une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d'une convention de stage avec un établissement d'enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Les données recueillies pourront faire l'objet d'une demande de mise à jour par l'ANR jusqu'à 5 ans après la fin du projet.

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet				Après le projet				
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d'employeur (5)	Type d'emploi (6)	Lien au projet ANR (7)	Valorisation expérience (8)
Di Bernardino Elena	F	elena.di-bernardino@univ-lyon1.fr	Thèse soutenue en décembre 2012	Master	UE (Italie)		Partenaire 1	Doctorante	36	31/12/2011	CDI	Enseignement et recherche publique	Enseignant-chercheur	Non	Oui
		elena.di_bernardino@cnam.fr	Poursuit la collaboration avec des membres du projet	Doctorat	France		Partenaire 2	Post-doctorant	6	30/06/2012					
Nolan John	M	jpnolan@american.edu	Poursuit la collaboration avec des membres du projet.	PhD	Hors UE (USA)	15	Partenaire 1	Prof. invité	13/01/10	1	CDI	Enseignement et recherche publique	Enseignant-chercheur	Non	Oui
Constantinescu Corina	F	Corina.Constantinescu@unil.ch	Poursuit la collaboration avec des membres	PhD	Hors UE (USA)	5	Partenaire 1	Prof. invité	01/01/10	6	CDI	Enseignement et recherche publique	Enseignant-chercheur	Non	Oui

