

## La méthode de Monte-Carlo appliquée à des problèmes d'assurance

Yves Roy

Volume 49, numéro 1, 1981

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1104114ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1104114ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

### Résumé de l'article

On the 13th and 14th of May 1980, a seminar was held on insurance at l'Université Laval. In his paper, professor Yves Roy studied the Monte-Carlo method applied to certain insurance problems. We have pleasure in presenting it to our readers. A.

### Éditeur(s)

HEC Montréal

### ISSN

0004-6027 (imprimé)

2817-3465 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

### Citer ce document

Roy, Y. (1981). La méthode de Monte-Carlo appliquée à des problèmes d'assurance. *Assurances*, 49(1), 58–68. <https://doi.org/10.7202/1104114ar>

# La méthode de Monte-Carlo appliquée à des problèmes d'assurance<sup>(1)</sup>

par

YVES ROY

professeur

à

l'Université Laval

58

*On the 13th and 14th of May 1980, a seminar was held on insurance at l'Université Laval. In his paper, professor Yves Roy studied the Monte-Carlo method applied to certain insurance problems. We have pleasure in presenting it to our readers. A.*



Plusieurs chercheurs et praticiens ont mis en application les principes du développement d'un modèle de simulation de type Monte-Carlo en vue de solutionner des problèmes d'assurance. Les pages qui suivent présentent brièvement quelques-uns de ces modèles et plus particulièrement un modèle de simulation pour aider à la prise de décision en matière de réassurance. Cette revue n'est pas exhaustive et d'autres types d'application peuvent être envisagés. Il est certain que l'avènement récent de systèmes informatiques de plus en plus puissants a favorisé et favorisera le développement de tels modèles.

## **I — Les modèles en assurance-vie**

Dans le domaine de l'assurance-vie, plusieurs articles ont été publiés concernant l'utilisation de la méthode de Monte-Carlo. Déjà en 1956, Mr. Boermeester (1956) en avait décrit l'utilisation en rapport avec une étude de mortalité pour une cohorte fermée d'assurés. Plus tard, Russell Collins (1962) décrivit brièvement un modèle développé pour étudier la tarification en assurance collective. Dans son article, l'auteur mentionne l'utilisation de groupes composés d'environ 300 vies. Aujourd'hui, il est raisonnable

---

<sup>(1)</sup> Texte préparé pour le premier colloque de la chaire en assurances, les 13 et 14 mai 1980.

de croire que la plupart des grandes entreprises peuvent facilement supporter les coûts associés à l'analyse de mortalité de groupes formés de 10,000 vies et même plus.

Le responsable du développement du modèle doit évidemment tenter de contrôler l'efficacité des programmes informatiques et des méthodes de simulations employées. Sydney Benjamin (1964) a comparé l'efficacité de cinq méthodes pour simuler la mortalité d'un individu pour  $X$  répétitions de l'année qui vient. Plus près de nous, William Scheel (1977) a fait de même pour trois autres approches. Les résultats de ces études aident à choisir la méthode la plus appropriée pour une étude particulière.

59

En pratique, la simulation de Monte-Carlo est utilisée par plusieurs compagnies pour la détermination des coûts et des charges de risque lors de la demande de souscription de contrats en excédent de taux de sinistres. La méthode est aussi utilisée lors de l'établissement du plein de conservation d'un assureur (Bolduc 1979) et de la détermination du montant maximum de rétention d'un employeur relativement à un contrat d'assurance collective.

Jusqu'à maintenant, la méthode a surtout été utilisée en relation avec les bénéfices de décès. Il est à prévoir que l'établissement de banques de données adéquates permettra bientôt l'application plus répandue de la méthode de Monte-Carlo pour l'analyse des charges de risque en assurance invalidité à long terme et en assurance santé.

Un champ d'application faisant présentement l'objet de plusieurs recherches est l'analyse du risque de fluctuation dans les contributions d'un employeur à une caisse de retraite, suite aux secousses des prix sur les marchés boursiers (McKenna 1979). Étant donné l'importance grandissante des coûts associés à ces régimes, le développement d'un modèle stochastique généralisé des opérations et de l'évolution dynamique d'un régime est une avenue que d'aucun n'hésiteront pas à explorer.

Il est bon de mentionner en dernier lieu le modèle SOFA-SIM, développé par Harry Markowitz (1979) pour le compte de la Société des Actuaires. Le modèle simule pour  $X$  années à venir

les résultats d'opérations et financiers d'une compagnie d'assurance-vie qui ne vend que des contrats non-participants.

**II — Les modèles en assurance I.A.R.D.**

60

Dans un article publié dans la revue *Risk Management*, Cummins et Freifelder (1978) suggèrent l'utilisation de la méthode de Monte-Carlo pour connaître la forme de la distribution des pertes totales associées à un risque d'assurance dommage. En fait, l'utilisation de simulations pour la projection des résultats de souscription d'une compagnie d'assurance I.A.R.D. date d'il y a beaucoup plus longtemps. Toutefois, il est intéressant de noter cet article, puisque celui-ci est dirigé aux gestionnaires de risques des entreprises. Les auteurs appliquent cette méthode à l'estimation de la perte totale annuelle probable et au choix d'une franchise.

Quelques firmes américaines de conseillers en gestion des risques ont déjà développé des modèles élaborés pour l'analyse de programmes de gestion des risques. Toutefois, leur utilisation a jusqu'ici été limitée aux grandes entreprises. L'utilisation de tels modèles peut être rentable, surtout lorsqu'une entreprise a la possibilité d'exiger des contrats adaptés à sa situation propre.

L'application de méthodes de simulation peut être très importante pour l'étude de nouvelles politiques gouvernementales. Par exemple, Nye (1975) a étudié, au moyen de la simulation, l'impact sur la structure financière des compagnies d'assurance I.A.R.D. d'un changement à la loi des assurances de l'état de New-York. Le changement intervenu en 1969 permettait l'émission d'actions privilégiées et de billets à court terme par ces compagnies. Un autre exemple est une étude effectuée en Belgique par Colier, Lemaire et Muhokolo (1978) portant sur l'impact d'un nouveau système de tarification en assurance automobile. Les auteurs ont démontré que le nouveau système, qui utilise un mécanisme de débit et de crédit pour les années avec ou sans accident, atteindra à long terme un équilibre qui se situe sous le ni-

veau de bénéfices atteint avant son application et pourrait, dû à son inefficacité, se situer sous le seuil de rentabilité.

### III — *Un modèle pour la prise de décision en réassurance*

Le modèle, brièvement décrit dans ces pages, a été développé pour simuler les résultats financiers d'un assureur, suite à la négociation de plusieurs programmes de réassurance dans la branche incendie et tremblement de terre. Les distributions de probabilité du profit annuel et de l'avoir des actionnaires sont estimées, pour différentes stratégies de réassurance, dans le but d'aider les gestionnaires à faire un choix. Les variables du modèle peuvent être divisées en quatre groupes: les variables de décision, les entrées fixes, les projections provenant de régressions et les résultats de la simulation de Monte-Carlo.

61

Les variables de décision sont des quantités directement reliées à l'assurance incendie et tremblement de terre et sous contrôle des gestionnaires. Les variables de décision les plus importantes sont: le volume des primes souscrites, les limites de rétention et les paramètres de chaque contrat et traité de réassurance.

Les entrées fixes sont des quantités invariantes tout au long du modèle. Ce sont habituellement des valeurs facilement prévisibles ou d'une importance mineure pour la prise de décision en réassurance dans les branches considérées. Par exemple, la valeur actuelle du capital souscrit, quantité prévisible, est une entrée fixe. De même, les primes souscrites dans les branches autres que celles considérées tombent dans cette catégorie. Cette façon de procéder est justifiée par l'hypothèse que la compagnie contrôle relativement aisément ces quantités au moyen d'une politique de souscription plus ou moins stricte.

Les variables, n'ayant aucun lien direct avec les politiques de réassurance de la branche incendie et tremblement de terre et ne pouvant être estimées avec précision par les gestionnaires, sont dérivées au moyen d'équations de régression. Les commissions aux intermédiaires et les frais pour l'investissement des fonds en sont des exemples.

Finalement, les variables provenant de la simulation sont les réclamations d'incendie et/ou de tremblement de terre et les rendements sur les placements de la compagnie.

L'approche adoptée est sub-optimale, puisqu'elle ne tient pas compte de la covariance des résultats techniques des différentes branches d'assurance entre elles. Toutefois, dans un premier temps, il est important d'améliorer les capacités de projection du sous-système, puisque celui-ci représente plus de 50% du volume d'affaires des assureurs participants à l'étude.

62

Le modèle complet est présenté à la figure I, page 63. Tel qu'indiqué, différentes informations sont utilisées par les routines de simulation des réclamations d'incendie et de tremblement de terre. La portion appropriée de ces réclamations est par la suite distribuée aux différents réassureurs et les «primes de réassurance», les commissions et les participations aux bénéfices des réassureurs sont calculées. Les informations produites et les résultats de la simulation des rendements sur les investissements sont ensuite utilisés pour estimer, à l'aide d'équations de régression, les états financiers de l'assureur. Une fois ceux-ci calculés pour plusieurs stratégies de réassurance, un critère de décision peut être utilisé pour analyser les distributions de probabilité des profits et de l'avoir des actionnaires.



**La simulation des réclamations.** Le modèle de simulation des réclamations d'incendie apparaît à la figure 2, page 64. Parmi les entrées du modèle, on remarque le portefeuille de risques et les paramètres des distributions de fréquence et de gravité. Ceux-ci sont choisis après une analyse détaillée de données fournies par la(les) compagnie(s). Cette analyse doit être entreprise séparément pour des groupes de risques les plus homogènes possibles. À titre d'information, la figure 3, page 65, décrit le modèle de simulation des réclamations de tremblement de terre.

**La répartition des réclamations.** La routine de répartition des réclamations apparaît à la figure 4, page 66. Cette routine distribue la portion appropriée de chaque réclamation à chacun des

FIGURE 1

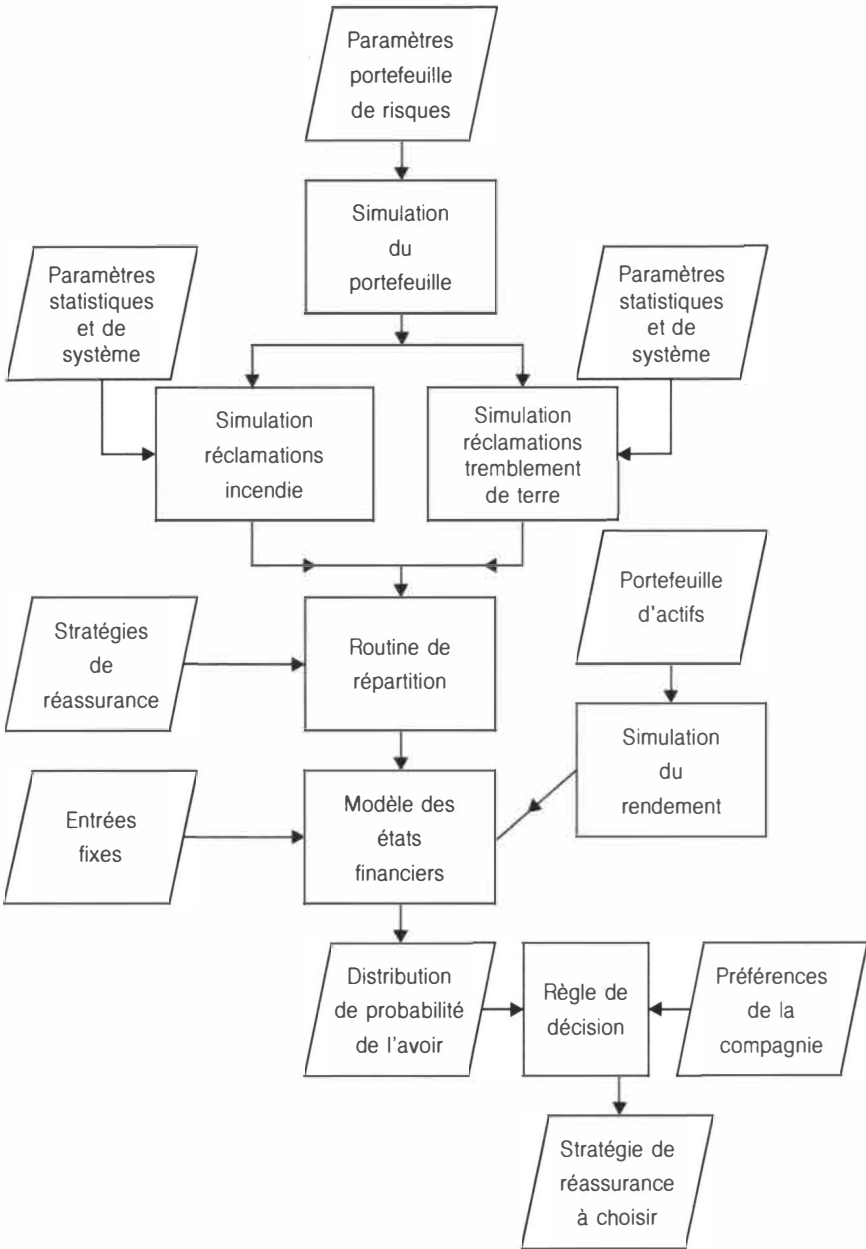


FIGURE 2

64

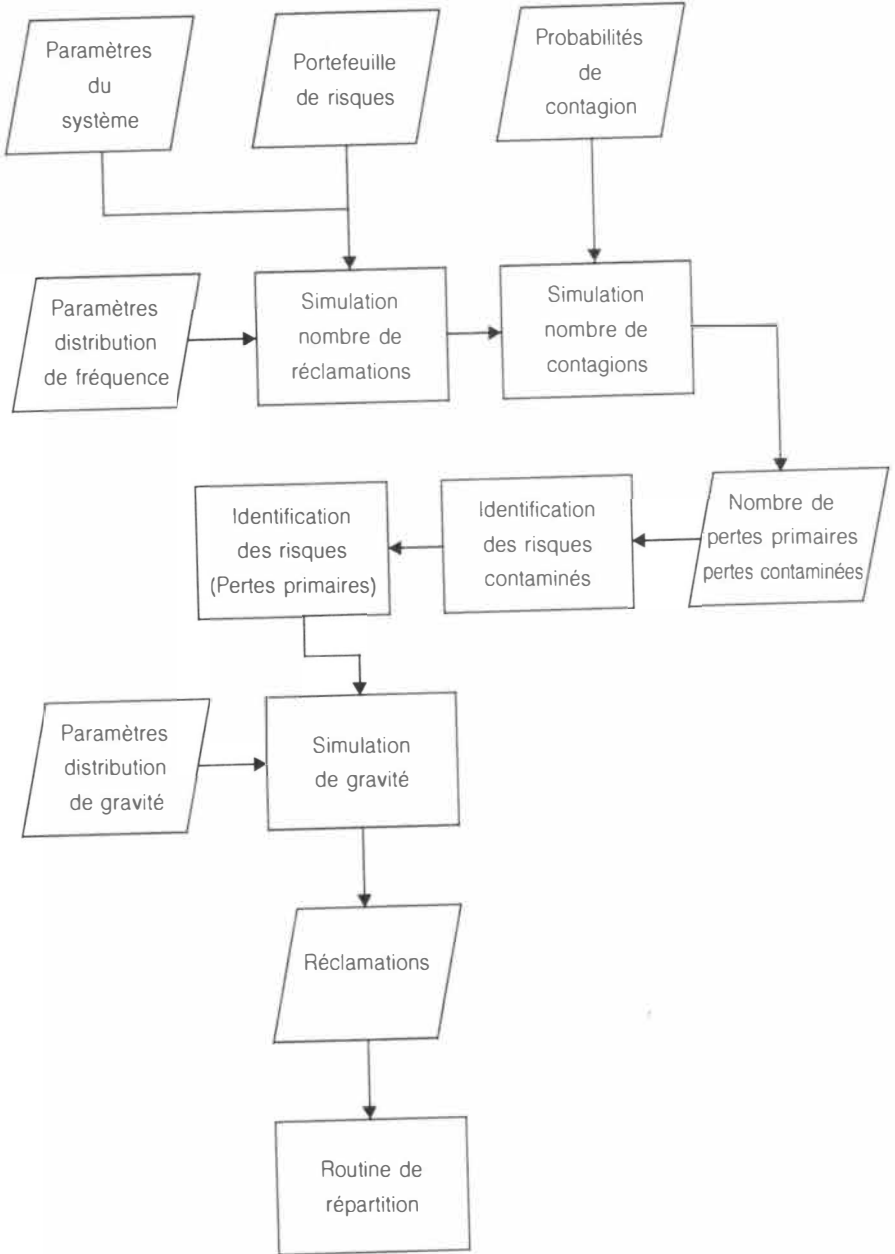




FIGURE 3

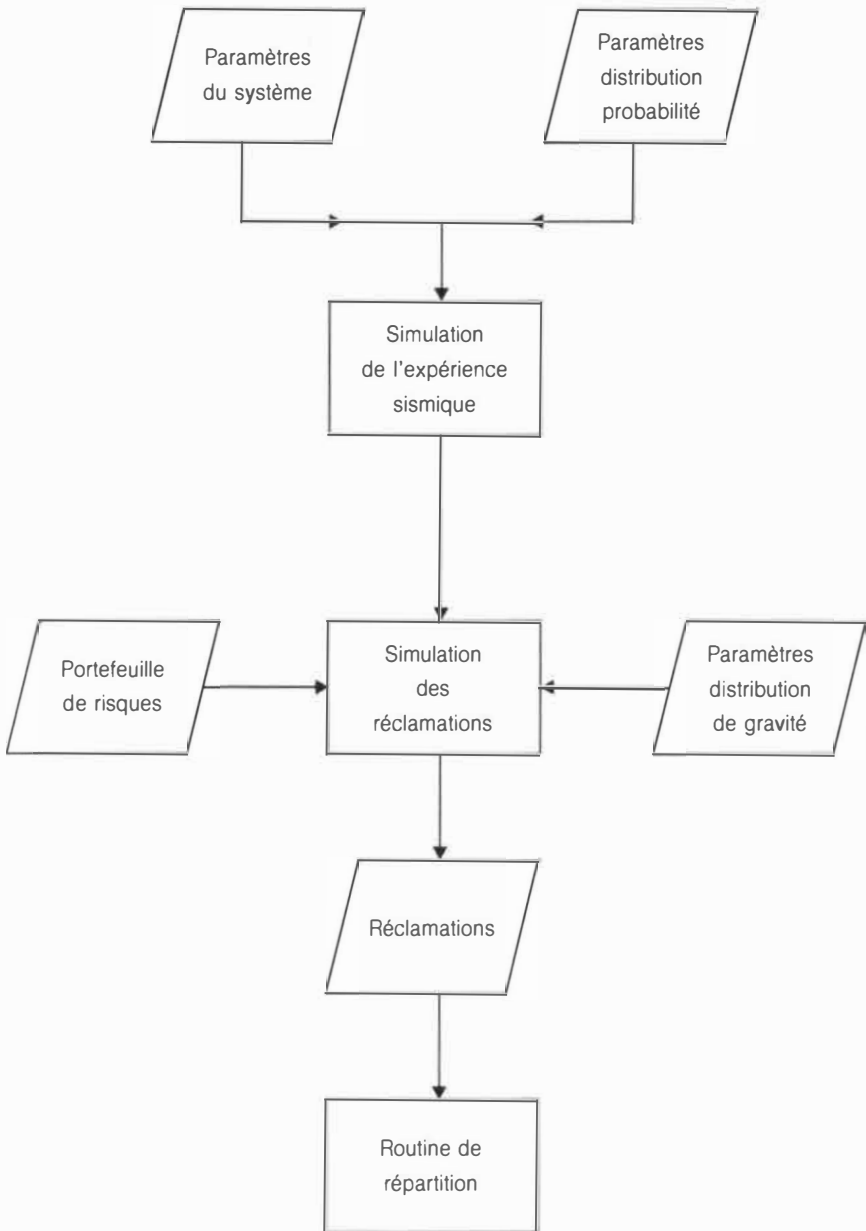
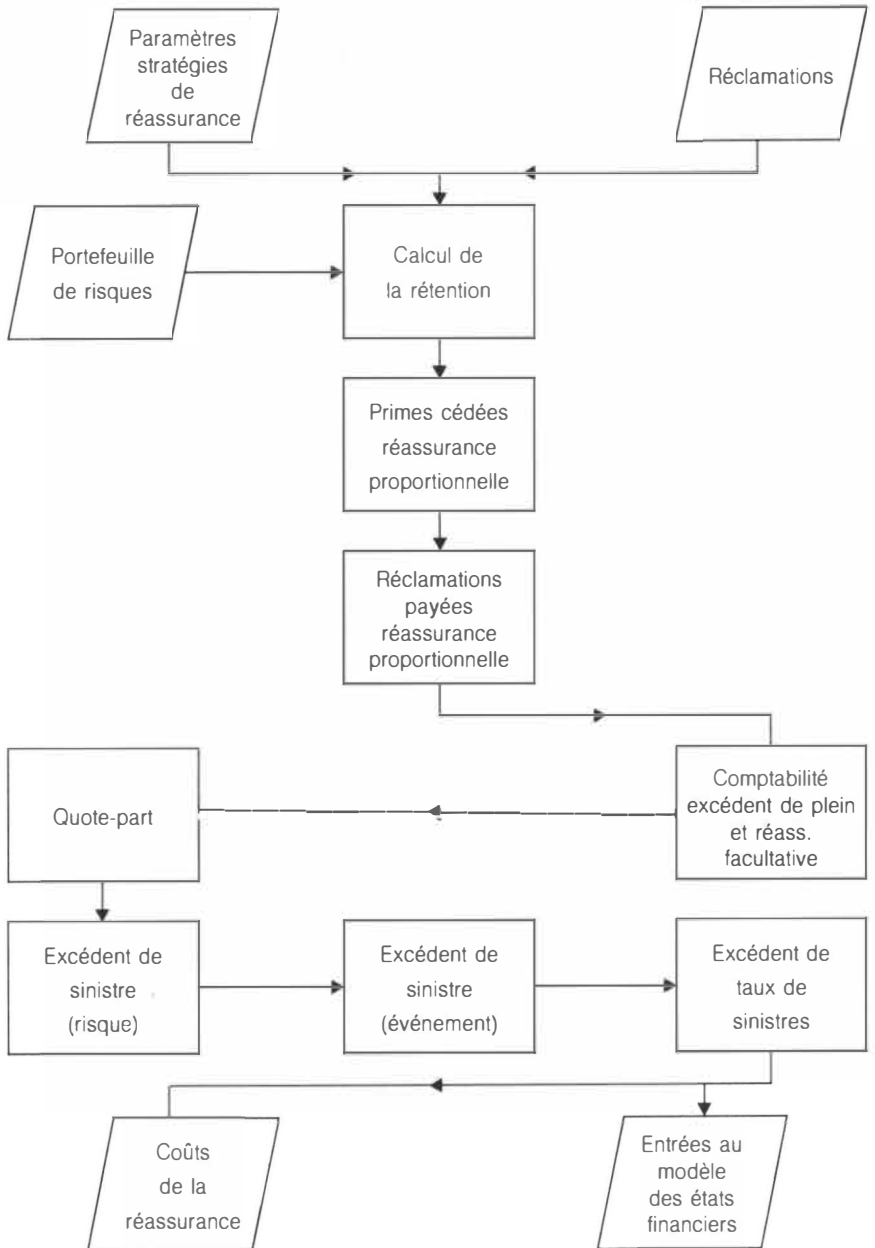


FIGURE 4

66



contrats ou traités de réassurance. Les primes et commissions de réassurance et les participations aux bénéfices des réassureurs y sont aussi calculées.

Toutes les formes habituelles de contrats de réassurance peuvent y être traitées: quote-part, excédent de plein, excédent de sinistre et excédent de taux de sinistres. Les entrées principales sont les niveaux de rétention et les paramètres des contrats et traités. Ces informations sont fournies pour chaque stratégie ou ensemble de contrats.

67

**IV — Conclusion**

Dans ces quelques pages, nous avons pu constater la variété d'applications possibles de la méthode de Monte-Carlo à des problèmes d'assurance. La description, un peu plus détaillée, d'un modèle pour la prise de décision en réassurance est un exemple de la structure interne d'un de ces modèles.



**Documentation**

- BENJAMIN, S.**, "Simulation: Statistical Mortality Fluctuations", *Transactions of the 17th International Congress of Actuaries*, Vol. III, 1964, London.
- BOERMEESTER**, *Transactions of the Society of Actuaries*, Vol. VIII No. 1, 1956.
- BOLDUC, J.** «De l'établissement du plein de conservation par la méthode de Monte-Carlo», *Assurances*, Octobre 1979.
- COLIER, F., LEMAIRE J., et MUHOKOLO**, "Simulation of an automobile portfolio", *Université Libre de Bruxelles, Institut de Statistiques*, 1978.
- COLLINS, R.M.**, "Actuarial Application of the Monte-Carlo Technique", *Transactions Society of Actuaries*, Vol. XIV, 1962.
- CUMMINS, J.D. and FREIFELDER L.**, "Statistical Analysis in Risk Management", *Risk Management*, Sept. Oct., Nov. and Dec. 1978 and January 1979.

**CUMMINS, J.D. and FREIFELDER, L.**, "A Comparative Analysis of alternative Maximum Probable Yearly Aggregate Loss Estimators", *Journal of Risk and Insurance*, Vol. XLV, No. 1, 1978.

**MARKOWITZ, A., SOFASIM**, in *Record of the Society of Actuaries*, Vol. 5, No. 1, 1979.

**MCKENNA, F.M.**, "Pension Plan Cost Risk", presented at the 1979 Annual Meeting of the American Risk and Insurance Association.

68

**NYE D., J.**, *A Simulation Analysis of Capital Structure in a Property Insurance Firm*, Huebner Foundation Monograph No. 3, University of Pennsylvania, 1975.

**ROY, Yves, COMMINS J.D., and SHPILBERG D.**, "A Stochastic Simulation Model for Reinsurance Decision Making by Ceding Companies: A Venezuelan Case Study", presented at the *International Insurance Seminar*, Manila, The Philippines, 1978.

**SCHEEL, W.C.**, "Efficient Simulation of Mortality Experience for a closed Cohort of Lives", *Journal of Risk and Insurance*, Vol. XLIV, No. 4, 1977.

---

***L'incendie criminel — un problème de notre temps, dans un autre numéro de Schaden Spiegel. Groupe Munich, 22<sup>e</sup> année — 1979, n° 2.***

L'auteur de l'article souligne le nombre et l'importance des incendies criminels aux États-Unis, en Allemagne fédérale, en Grande-Bretagne et au Canada. Très coûteux, ils entraînent non seulement des pertes matérielles considérables, mais des blessés et des morts. Il y a là un risque difficile à estimer à l'avance mais qui, chaque année, cause des dommages inquiétants parce qu'on ne peut pas les éviter ou en déterminer la cause ni l'étendue à l'avance. Parmi les études présentées par la Revue, mentionnons également une explosion de gaz au cours de travaux d'égouts, le cas d'un transformateur endommagé par suite d'un stockage non conforme et de graves explosions. Ce qui rend la lecture de ces exemples intéressante, c'est qu'ils sont tirés des dossiers de la grande entreprise munichoise et qu'ils sont accompagnés de commentaires.