

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Tasdawit Akli Muḥend Ulḥağ - Tubirett -
Faculté des Sciences Economiques,
Commerciales et des Sciences de Gestion



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

قسم العلوم الاقتصادية

نمذجة تسعيرة التأمينات على السيارات

أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه (ل م د) في العلوم الاقتصادية

تخصص: اقتصاد وإحصاء تطبيقي

تحت إشراف الأستاذ:

أ. د جوادي علي

إعداد الطالب:

عزوزي زياد

لجنة المناقشة

اسم ولقب الأستاذ	الدرجة العلمية	الصفة	المؤسسة الأصلية
يحياوي سمير	أستاذ	رئيسا	جامعة البويرة
جوادي علي	أستاذ	مشرفا ومقررا	جامعة البويرة
مولاي بوعلام	أستاذ	عضوا ممتحنا	جامعة البويرة
دهيمي عمر	أستاذ محاضر قسم "أ"	عضوا ممتحنا	جامعة البويرة
بوزيدي خليل	أستاذ محاضر قسم "أ"	عضوا ممتحنا	مدرسة الدراسات العليا التجارية
وهابي طارق	أستاذ محاضر قسم "أ"	عضوا ممتحنا	المدرسة العليا للتجارة

السنة الجامعية: 2025-2026

شكر وعرّفان

أنتدّم بخالص عبارات الشكر والامتنان إلى أستاذي المشرف الدكتور جوادى على، على توجيهاته القيمّة، وصبره ودعمه المستمر، وما قدّمه من ملاحظات بناءة وإشراف علمى مثمر، كان له الأثر الكبير فى إنجاز هذا العمل.

كما أعبر عن أعمق امتناني لزوجتي وأطفالي على دعمهم الدائم وتفهمهم وصبرهم طوال هذه المسيرة، فقد كان حبّهم وتشجيعهم أعظم مصدرٍ لإلهامى ودافعى للاستمرار.

اهداء

أهدي هذا العمل إلى زوجتي وأطفالي الأعزاء، تعبيراً عن محبّتي وامتناني العميق لهم على حضورهم الدائم، وصبرهم، ودعمهم المتواصل طوال مسيرتي العلمية.

مستخلص الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد المتغيرات التمييزية المؤثرة في تكرار الحوادث وتكلفتها في تأمين السيارات وكذلك نمذجة وتخصيص قسط التأمين (تفريد). ولتحقيق هذا الهدف، تم استخدام متغيرات خاصة بالسائق مثل عمره وجنسه، ومتغيرات خاصة بالمركبة مثل عمرها وقيمتها وقوة محركها، بالإضافة إلى نوع التغطية التأمينية والمنطقة الجغرافية خلال فترة الدراسة الممتدة من سنة 2012 إلى 2019.

بعد معالجة دقيقة للبيانات، مكن التحليل التوافقي المتعدد (ACM) إلى جانب خوارزمية التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE) وتطبيق خوارزمية K-Means من فهم بنية البيانات وتفاعلاتها، وإمكانية وجود شرائح مميزة داخل المحفظة. وقد أفضت عملية التقسيم والتجميع إلى إبراز ملفات مخاطر متجانسة. وأخيراً، تم تطوير نمذجة تنبؤية، قائمة على النماذج الخطية المعممة (GLM)، من أجل تقدير تكرار الحوادث وتكلفتها بشكل منفصل.

أظهرت نتائج التحليل إمكانية تقسيم المحفظة التأمينية إلى أربعة مجموعات متميزة بفضل تحويل المتغيرات وتقنيات الاختزال البُعدي (التحليل التوافقي المتعدد ACM وخوارزمية t-SNE). كما تم تطوير نموذج تنبؤي قائم على النماذج الخطية المعممة (GLM) لأغراض التسعير، حيث استُخدم توزيع بواسون لتقدير تكرار الحوادث، وتوزيع غاما لتقدير تكلفتها. وأظهرت النتائج أن الخصائص الفردية مثل العمر والجنس، والخصائص التقنية مثل عمر المركبة وقيمتها وقوة محركها، تؤثر بشكل ملحوظ في مستوى الخطر، في حين أن الأثر الجغرافي يظل محدوداً. أما نوع التغطية التأمينية فقد تبين أنه يؤثر بوضوح في كل من تكرار الحوادث وتكلفتها، الأمر الذي يبرر اعتماد نمذجة منفصلة حسب نوع الضمان بهدف تعزيز دقة التسعير وعدالته.

تسمح هذه النتائج بتحقيق تخصيص أكثر دقة لمخاطر السيارات عن طريق تصنيف كل مؤمن في فئة مخاطرة معينة. يعزز هذا الأسلوب من عدالة التسعير ويزيد من رضا المؤمن لهم الذين لديهم مخاطر منخفضة، كما يساعد في تقليل ظاهرة الدعم المتبادل بين المخاطر الجيدة والسيئة. إضافة إلى ذلك، فإن بعض العوامل التفسيرية مثل سن السائق وجنسه، وسن المركبة وقيمتها وقوة محركها، بالإضافة إلى نوع التغطية التأمينية تؤثر بشكل كبير على عدد الحوادث وتكاليفها.

"الكلمات المفتاحية: تأمين السيارات، التسعير، النماذج الخطية المعممة (GLM)، تكرار الحوادث، تكلفة الحوادث.

Abstract

This study aims to identify the discriminatory variables affecting claim frequency and claim severity in automobile insurance, as well as to model and personalize insurance premiums. To achieve this objective, variables related to the driver, such as age and gender, and variables related to the vehicle, such as vehicle age, value, and engine power, were used in addition to the type of insurance coverage and the geographical area over the study period from 2012 to 2019.

After careful data preprocessing, Multiple Correspondence Analysis (MCA), combined with the t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE) algorithm and the K-Means clustering algorithm, enabled a better understanding of the data structure, interactions, and the possible existence of distinct segments within the insurance portfolio. The segmentation and clustering process highlighted homogeneous risk profiles. Finally, predictive modeling based on Generalized Linear Models (GLM) was developed to estimate claim frequency and claim severity separately.

The analysis results demonstrated the possibility of dividing the insurance portfolio into four distinct clusters through variable transformation and dimensionality reduction techniques (MCA and t-SNE). A predictive pricing model based on Generalized Linear Models (GLM) was also developed, using the Poisson distribution to estimate claim frequency and the Gamma distribution to estimate claim severity. The findings revealed that individual characteristics such as age and gender, as well as technical characteristics such as vehicle age, value, and engine power, significantly influence the level of risk, whereas the geographical effect remains limited. In contrast, the type of insurance coverage was found to have a clear impact on both claim frequency and claim severity, which justifies the adoption of separate modeling according to coverage type in order to improve pricing accuracy and fairness.

These results allow for a more accurate segmentation of automobile insurance risks by assigning each insured individual to a specific risk category. This approach enhances pricing fairness and increases the satisfaction of low-risk policyholders, while also reducing cross-subsidization between good and bad risks. Furthermore, several explanatory variables, including driver age and gender, vehicle age, vehicle value, engine power, and insurance coverage type, significantly affect both the number of claims and their associated costs.

Keywords: Automobile insurance, pricing, Generalized Linear Models (GLM), claim frequency, claim severity.

فهرس المحتويات

III	شكر وعرهان
III	اهداء
III	مستخلص الدراسة
VIII	فهرس المحتويات
VIII	قائمة الجداول
X	قائمة الأشكال
XII	قائمة المختصرات
XII	قائمة الملاحق
أ	مقدمة
1	الفصل الأول: الإطار العام للتأمين
2	تمهيد
3	المبحث الأول: مفاهيم عامة حول التأمين
3	المطلب الأول: تاريخ ومفهوم التأمين
7	المطلب الثاني: عقد التأمين
8	المبحث الثاني: اقسام التأمين وأهميته
9	المطلب الأول: اقسام وأنواع التأمين
13	المطلب الثاني: الأهمية الاقتصادية والاجتماعية للتأمين
17	المبحث الثالث: التأمين في الجزائر
17	المطلب الأول: مراحل تطور التأمين في الجزائر
20	المطلب الثاني: المتدخلون في سوق التأمين بالجزائر
22	المطلب الثالث: تطور نشاط التأمين في الجزائر
24	المبحث الرابع: تأمين السيارات
24	المطلب الأول: مفهوم التأمين على السيارات
25	المطلب الثاني: أنواع التأمين على السيارات
28	المطلب الثالث: نطاق تطبيق التأمين على السيارات

32	..... خلاصة
33	..... الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات
34	..... تمهيد
35	..... المبحث الأول: عدم تماثل المعلومات وتأثيره على تسعيرة التأمين على السيارات
35	..... المطلب الأول: مفهوم عدم تماثل المعلومات
38	..... المطلب الثاني: الإجراءات التي تتخذها شركات التأمين تجاه عدم تماثل المعلومات
41	..... المبحث الثاني : مفهوم الخطر التأميني والقسط
42	..... المطلب الأول: تعريف الخطر وانواعه
44	..... المطلب الثاني: تعريف قسط التأمين ومعايير احتسابه
45	..... المطلب الثالث: حساب قسط التأمين
48	..... المبحث الثالث: التسعيرة لدى شركات التأمين
48	..... المطلب الأول: مفهوم التسعيرة لدى شركات التأمين واهدافه
50	..... المطلب الثاني: أنواع تسعيرة التأمين على السيارات
54	..... المطلب الثالث: نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) لتسعير تأمين السيارات
56	..... المبحث الرابع: نماذج تسعيرة التأمين على السيارات
57	..... المطلب الأول: نمذجة تقدير تكرار الحوادث
60	..... المطلب الثاني : نمذجة تكلفة الحوادث
61	..... المطلب الثالث: نموذج حساب القسط الصافي
63	..... خلاصة
64	..... الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات
65	..... تمهيد
66	..... المبحث الأول: شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)
66	..... المطلب الأول: عرض حول شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)
67	..... المطلب الثاني: تطور شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)
70	..... المبحث الثاني: عرض ومعالجة المتغيرات
71	..... المطلب الأول: عرض المتغيرات
73	..... المطلب الثاني: معالجة البيانات
75	..... المبحث الثالث: تصنيف المتغيرات

75	المطلب الاول: تحديد العدد الأمثل للفئات (modalités) لكل متغير.
78	المطلب الثاني: بناء شجرة القرار وتحويل المتغيرات وفقاً للفئات الناتجة.
82	المطلب الثالث: الملخص التحليلي للنتائج.
86	المبحث الرابع : تقسيم البيانات إلى مجموعات
87	المطلب الأول: التحليل التوافقي المتعدد (ACM).
95	المطلب الثاني: التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE)
98	المطلب الثالث: خوارزمية التصنيف غير الموجه K-Means
100	خلاصة
101	الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات
102	تمهيد
103	المبحث الأول: النموذج الخطي المعمم.
103	المطلب الاول: مبدأ النموذج الخطي المعمم
106	المطلب الثاني: اختيار النموذج
107	المبحث الثاني: دراسة الارتباط بين البيانات
107	المطلب الأول: دراسة العلاقات بين المتغيرات التفسيرية
111	المطلب الثاني: دراسة العلاقة بين المتغيرات التوضيحية والمتغير التابع.
114	المبحث الثالث: نموذج تكلفة الحوادث
114	المطلب الأول: تقدير نموذج تكلفة الحوادث
117	المطلب الثاني: إجراءات اختيار المتغيرات
123	المطلب الثالث: التحقق من ملائمة النموذج
127	المبحث الرابع : نموذج تكرار الحوادث
127	المطلب الأول : تقدير نموذج تكرار الحوادث
132	المطلب الثاني : التحقق من ملائمة النموذج
134	المطلب الثالث: النموذج النهائي لتسعيرة التأمين على السيارات
136	خلاصة
137	خاتمة
141	قائمة المراجع
145	الملاحق

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
21	شركات التأمين في الجزائر	1.1
23	تطور الإنتاج التأميني في الجزائر	2.1
69	شركات التأمين في الجزائر	1.3
60	توزيع رقم الأعمال حسب فروع التأمين لشركة تأمين المحروقات	2.3
72	رمز قدرة المحرك حسب عدد الاحصنة	3.3
75	نمط كل متغير، طبيعته وعدد الانظمة	4.3
82	الملخص التحليلي لتقنيات التقسيم الإشرافي للمتغيرات الكمية	5.3
88	توزيع القيم الذاتية او القصور الذاتي حسب المحاور	6.3
90	مساهمت المتغيرات	7.3
91	مساهمت المتغيرات في المحور الأول	8.3
92	مساهمة المتغيرات في المحور الثاني	9.3
104	توزيع النماذج الخطية المعممة	1.4
107	مصفوفة قيم p-value	2.4
111	نتائج الاختبارين Student و Kruskal-Wallis	3.4
114	المتغيرات التفسيرية في نموذج تكلفة الحوادث	4.4
115	نتائج تقدير معاملات النموذج تكلفة الحوادث	5.4
116	نتائج إجراءات اختيار المتغيرات (Backward) لنموذج تكلفة الحوادث	6.4
117	نتائج خوارزمية AIC	7.4
118	نتائج تقدير معاملات نموذج تكلفة الحوادث بعد اختيار المتغيرات	8.4

قائمة الجداول

121	نتائج تقدير معاملات النموذج تكلفة الحوادث النهائي	9.4
123	اشارات معاملات النموذج تكلفة الحوادث النهائي	10.4
126	نتائج اختباري Anderson-Darling و Kolmogorov-Smirnov	11.4
127	المتغيرات التفسيرية في نموذج تكرار الحوادث	12.4
128	تقدير معاملات النموذج تكرار الحوادث	13.4
129	نتائج إجراءات اختيار المتغيرات (Backward) لنموذج تكرار الحوادث	14.4
130	تقدير معاملات النموذج تكرار الحوادث النهائي	15.4
131	اشارة معاملات النموذج تكرار الحوادث النهائي	16.4

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
76	التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لعمر الزيتون	1.3
77	التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لعمر المركبة	2.3
78	التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لقيمة المركبة	3.3
79	شجرة القرارات لعمر الزيتون	4.3
80	شجرة القرارات لعمر المركبة	5.3
81	شجرة القرارات لقيمة المركبة	6.3
82	توزيع ضمانات التأمين	7.3
83	توزيع عمر المركبة	8.3
83	توزيع عدد الأحصنة	9.3
84	توزيع قيمة المركبة	10.3
84	توزيع المنطقة الجغرافية	11.3
85	توزيع نوع الزيتون	12.3
85	توزيع جنس الزيتون	13.3
88	القيم الذاتية المصححة وفق تصحيح (Benzécri)	14.3
93	إسقاط المتغيرات على المحاورين 1 & 2	15.3
95	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بنوع الزيتون	16.3
95	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بعمر الزيتون	17.3
95	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بعمر المركبة	18.3
95	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بقيمة المركبة	19.3
96	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بجنس الزيتون	20.3

قائمة الأشكال

96	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بالمنطقة الجغرافية	21.3
95	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بعدد الأحصنة	22.3
95	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بضمانات التأمين	23.3
97	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مع K-Means (K=4)	24.3
109	مصفوفة قيم معامل V de Cramér	1.4
112	نتائج الاختبارين Student و Kruskal-Wallis	2.4
119	سحابة نقاط بواقي Pearson لنموذج تكلفة الحوادث	3.4
120	مخطط boxplot لنموذج تكلفة الحوادث	4.4
124	سحابة نقاط بواقي Pearson لنموذج تكلفة الحوادث النهائي	5.4
126	ملاءمة التوزيع النظري مع توزيع Poisson	6.4
133	سحابة البواقي لنموذج تكرار الحوادث النهائي	7.4

قائمة المختصرات

ACM	Analyse des Correspondances Multiples
C	Cost
CASH	Compagnie d'Assurance des Hydrocarbures
Coef	Coefficients
DASC	Domages Accidentels Sans Collision
F	Frequency
GLM	Generalized Linear Model
K-Means	K-Means Clustering Algorithm
MSE	Mean Squared Error
PAYD	Pay-As-You-Drive
PHYD	Pay-How-You-Drive
PPM	Pay-Per-Mile
S	Pricing (claim cost)
Std Err	Standard Error
t-SNE	t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding

قائمة الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملحق	الصفحة
1	تحميل البيانات وعرض أول خمس أسطر	145
2	بناء الدالة لاختبار تقسيمات مختلفة (عدد الأوراق) لشجرة القرار وفقاً لمتغير معين	145
3	بناء دوال تدريب وعرض شجرة القرار	148
4	إنشاء دالة لتلخيص نتائج شجرة القرار في شكل جدول	149
5	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير الضمان	150
6	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير عمر المركبة	151
7	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير عدد الأحصنة	151
8	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير قيمة المركبة	152
9	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع العبء الكلي حسب قيمة المركبة	153
10	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير المنطقة	154
11	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير نوع الزبون	155
12	متوسط التكرار والعبء حسب نوع الزبون	155
13	إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير الجنس	156
14	متوسط التكرار والعبء حسب الجنس	156
15	توزيع القيم الذاتية او القصور الذاتي حسب المحاور	157
16	اسقاط المتغيرات على المحورين 1 & 2	158
17	مساهمة المتغيرات	160
18	الجدول التفكيكي X	160
19	جدول (Burt)	161
20	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE	161

162	الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مع K-Means (K=4)	21
162	تقدير معاملات النموذج تكلفة الحوادث النهائي	22
165	23 تقدير معاملات النموذج تكرار الحوادث النهائي	23

مقدمة

يعتبر التأمين من العناصر الأساسية التي تشكل النظام المالي، حيث يقوم بدور مزدوج على الصعيدين الاجتماعي والاقتصادي. فعلى المستوى الاجتماعي، يوفر التأمين حماية للأفراد والمؤسسات ضد مختلف الأخطار، ويساهم في الحفاظ على مستوى المعيشة وتعويض الخسائر عند وقوعها، مما يعزز الأمن والاستقرار داخل المجتمع. وعلى المستوى الاقتصادي، يشكل التأمين وسيلة لتجميع المدخرات وتوجيهها نحو الاستثمار، كما يساهم في خلق فرص العمل وزيادة الناتج المحلي الإجمالي، وهو ما يجعله أداة فعّالة لدعم النمو والتنمية الاقتصادية.

يتميز نشاط التأمين بخصائص تختلف عن باقي الأنشطة الاقتصادية. من أهم هذه الخصائص انعكاس دورة الإنتاج حيث تحصل الأقساط قبل تحقق الخدمة، ومبدأ تجميع المخاطر الذي يقوم على توزيع الأعباء بين أكبر عدد ممكن من المؤمنین، بالإضافة إلى عدم تناظر المعلومات بين المؤمن والمؤمن له، وهو ما يولد تحديات إضافية في عملية إدارة الأخطار وتحديد الأسعار.

وانطلاقاً من هذه الخصائص، تبرز مسألة التسعير كإحدى القضايا الجوهرية في التأمين. إذ يتعين على شركات التأمين تحديد أقساط عادلة ومتوازنة، بحيث تعكس مستوى الخطر الفعلي المرتبط بالمؤمن له من جهة، وتضمن استدامة المؤسسة وقدرتها التنافسية من جهة أخرى. ويُعتبر التسعير عملية معقدة تتطلب الاعتماد على أدوات إحصائية ومالية دقيقة، خاصة في ظل التباين الكبير بين المؤمنین وتنوع الأخطار.

وفي هذا السياق، يحتل التأمين على السيارات موقعاً خاصاً بوصفه أحد أهم فروع التأمين وأكثرها انتشاراً. ويرجع ذلك إلى ارتفاع معدلات حوادث المرور وما يترتب عليها من خسائر بشرية ومادية جسيمة. ومن هنا، تكتسي عملية تسعير أقساط التأمين على السيارات أهمية بالغة، إذ تسعى الشركات إلى وضع تعريف دقيقة تعكس بشكل منصف مستوى الخطر المرتبط بالسائق والمركبة، مع مراعاة المتغيرات المرتبطة بالسن، والجنس، والخبرة في القيادة، ونوع المركبة، وسجل الحوادث. ويمثل هذا التحدي محوراً أساسياً في البحوث الأكاديمية الرامية إلى تطوير نماذج تسعير أكثر عدالة وفعالية.

ومع تطوّر الأسواق المالية وتزايد حدة المنافسة بفعل العولمة، أصبح تسعير التأمين على السيارات يتطلب اعتماد مناهج أكثر دقة ومرونة، بما يضمن التوفيق بين متطلبات السوق العالمية والخصائص المحلية. وفي هذا السياق، برزت أهمية النمذجة المزدوجة التي تقوم على الفصل بين نموذج التكرار لتقدير عدد الحوادث المتوقعة، ونموذج الكلفة لتقدير متوسط تكلفة الحادث الواحد. ويُعدّ هذا التوجّه امتداداً طبيعياً

المقدمة

للخصائص التي تميّز نشاط التأمين، كما يؤسّس لإطار تحليلي أكثر صلابة يمكن الانطلاق منه لمعالجة التحديات المرتبطة بالتسعير في التأمين على السيارات.

لكن عملية تحديد تسعيرة التأمين على السيارات تظلّ من أكثر المهام تعقيداً في قطاع التأمين، نظراً للطبيعة الاحتمالية للمخاطر وصعوبة التنبؤ الدقيق بتكلفتها المستقبلية. فشركة التأمين مطالبة بتحديد قسط عادل لكل مؤمّن، بناءً على مستوى الخطر الذي يمثله، رغم غياب معرفة يقينية مسبقة بتكرار الحوادث أو تكلفتها. وهذا ما يبرز الحاجة الملحة إلى تطوير نماذج كمية وإحصائية قادرة على ترجمة الخصائص الفردية للمؤمّن والعوامل المرتبطة بالمركبة إلى مؤشرات قابلة للقياس والتسعير.

من خلال ما سبق تبرز معالم إشكالية البحث، التي يمكن صياغتها على النحو التالي:

كيف يمكن بناء نموذج تسعير فعّال لتأمين السيارات في الجزائر بناء على التكرار والتكلفة الفعلية للحوادث؟

❖ الأسئلة الفرعية

ومن أجل توضيح أكثر للإشكالية تم طرح مجموعة من الأسئلة الفرعية الآتية:

1. كيف يمكن تصنيف الافراد المؤمن عليهم إلى مجموعات متجانسة تُستخدم كأساس في عملية التسعير؟
2. أي النماذج الإحصائية أو الاحتمالية تُعدّ الأكثر كفاءة في ربط العوامل التفسيرية بتكرار الحوادث وتكلفتها؟
3. هل تؤثر الخصائص الفردية المتعلقة بالسائق على تكرار وتكلفة الحوادث؟
4. أي خصائص للمركبة تؤثر على تكرار الحوادث وتكلفتها؟
5. إلى أي مدى تؤثر المنطقة الجغرافية على تكرار و تكلفة الحوادث؟
6. هل يؤثر نوع التغطية التأمينية على تكرار وتكلفة الحوادث؟

❖ الفرضيات

1. يمكن اعتماد تصنيف المؤمنين إلى مجموعات متجانسة من خلال تحويل المتغيرات الكمية إلى فئات نوعية باستخدام خوارزميات شجرة القرار، مما يُبرز الفروق الفعلية في مستوى الخطر بين الفئات.

2. نموذج Poisson يُمثل الخيار الأمثل لتقدير تكرار الحوادث، في حين يعتبر نموذج Gamma الأنسب لتمثيل تكلفتها، نظراً لملاءمتها الإحصائية وقدرتها على التعامل مع خصائص البيانات، مما يُشكّل أساساً متيناً لبناء نموذج تسعير دقيق وعادل.
3. تعتبر الخصائص الفردية المتعلقة بالسائق (العمر، الجنس) من أهم الخصائص الفردية المؤثرة على كل من تكرار وتكلفة الحوادث.
4. خصائص المركبة (عمرها وقيمتها وقوة المحرك) تؤثر على كل من تكرار وتكلفة الحوادث.
5. تعتبر المنطقة الجغرافية متغيراً تفسيرياً أساسياً في تحليل تكرار الحوادث أو تكلفتها، نظراً لاختلاف أنماط السلوك والمخاطر بين المناطق.
6. نوع التغطية التأمينية يُؤثر بشكل جوهري على تكرار وتكلفة الحوادث.

❖ أسباب اختيار الموضوع

- إبراز الارتباط بالمسار والتخصّص الأكاديمي، من خلال توظيف أدوات إحصائية ونماذج كمية متقدمة تتماشى مع الخلفية العلمية والعملية للباحث.
- الإسهام في إثراء الأدبيات الأكاديمية ذات الصلة بمجال التأمين وتسعير المنتجات التأمينية، عبر تقديم مقارنة تحليلية تجمع بين البعد النظري والتطبيقي.
- اقتراح نماذج تسعير متطورة قائمة على أدوات إحصائية واحتمالية حديثة، بما يسمح بتطوير آليات أكثر دقة وشفافية في تحديد الأقساط.
- تحليل العوامل المؤثرة في أقساط التأمين على السيارات، مع تركيز خاص على تفسير تكرار الحوادث وتكلفتها، بما يعزز فهم ديناميكيات الخطر ويساعد على ضبط السياسات التسعيرية.

❖ أهمية الموضوع

تعود أهمية هذا الموضوع من كونه يجمع بين البعد الأكاديمي والبعد التطبيقي. فمن الناحية النظرية، يساهم البحث في تطوير الأدبيات المتعلقة بتسعير التأمين على السيارات من خلال اختبار نماذج كمية وإحصائية قادرة على عكس الواقع المعقد للحوادث. أما من الناحية العملية، فإن تحسين دقة النماذج يُمكن شركات التأمين من وضع تسعيرة أكثر عدالة وشفافية، بما يعزّز ثقة الزبائن ويزيد من قدرتها التنافسية في سوق يشهد منافسة متزايدة بفعل العولمة. كما أنّ اعتماد تسعير مبني على أسس علمية دقيقة يساعد على تحقيق توازن أفضل بين حماية المستهلك وضمان الاستدامة المالية للمؤسسات التأمينية، وهو ما ينعكس إيجاباً على الاستقرار الاجتماعي والتنمية الاقتصادية.

❖ منهجية البحث

ترتكز هذه الدراسة على منهجية مزدوجة تجمع بين المقاربة الكمية والتحليل التطبيقي. فمن الناحية الكمية، سيتم توظيف نماذج إحصائية واحتمالية متخصصة في مجال التأمين، تقوم على الفصل بين نموذج التكرار لتقدير عدد الحوادث المتوقعة، ونموذج الكلفة لتقدير متوسط تكلفة الحادث. كما سيتم اختبار مجموعة من التوزيعات الاحتمالية بغرض تحديد الأكثر ملاءمة لتمثيل البيانات بشكل دقيق.

في المرحلة الأولى، سيجري الاعتماد على بيانات فعلية متعلقة بحوادث السيارات، تتضمن خصائص السائقين والمركبات وقيمة التعويضات. وستُخضع هذه البيانات لعمليات معالجة وتنظيف قبل إدخالها إلى النماذج، مع تطبيق تقنيات إحصائية تساعد على تصنيف الأفراد المؤمن عليهم في فئات متجانسة ودراسة المتغيرات على المستوى الأحادي وكذلك المتعدد (الارتباط والتأثير).

أما في المرحلة الثانية، فسيتم التركيز على نمذجة تكرار الحوادث وتكلفتها بشكل منفصل، مع مقارنة النماذج الإحصائية لاختيار الأكثر كفاءة في تفسير كلٍّ من التكرار والتكلفة.

وفي المرحلة الأخيرة، سيتم دمج نتائج النماذج ضمن إطار واحد لإنتاج تسعيرة مبنية على الخطر، تتيح تقدير أقساط عادلة تعكس بدقة المستوى الحقيقي للمخاطر، بما يساهم في تحسين شفافية التسعير وتحقيق توازن أفضل بين الشركة والمؤمنين.

❖ الدراسات السابقة

• دراسة (Tyrenia Rahmawati et al, 2023)

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد القسط الصافي لتأمين المركبات بالاعتماد على منهجية النماذج الخطية المعممة (GLM)، التي تقوم على مفهوم العلاقة الخطية العامة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع/الاستجابي، إضافةً إلى تحديد خصائص المركبة التي تؤثر في تحديد القسط الصافي.

تعتمد البيانات المستعملة في هذه الدراسة على قاعدة بيانات تأمين السيارات في السويد. وقد تم تحديد القسط الصافي من خلال نمذجة تكرار الحوادث باستخدام توزيع Poisson، وشدة الحوادث باستخدام توزيع Gamma، وذلك وفق الخصائص الأكثر تأثيراً. أما تقدير المعلمات فقد تم باستخدام طريقة الاحتمال الأعظمي. وأظهرت نتائج هذه الدراسة أنّ الخصائص الأكثر تأثيراً في تحديد هذا القسط هي: المسافة المقطوعة بالمركبة، المنطقة الجغرافية للمؤمن له، ونظام مكافأة عدم المطالبة بالتعويض.

• دراسة (Riad Meriem, 2022)

الهدف من هذه الدراسة هو اقتراح أداة لمساعدة شركات التأمين في تسعير أقساط التأمين على السيارات بعد وقوع الحادث (Tarification a posteriori)، وذلك من خلال إدماج متغير جديد هو خطورة الحادث. تم اعتماد تقنيات التقيب في البيانات وفق مقاربة *Wait and See*، حيث جرى تقسيم المؤمن لهم إلى فئات مخاطرة اعتمادًا على خصائص السائق والمركبة. استُخدم أسلوب أشجار القرار CHAID لتحديد خمسة مقاطع تسعيرية يمكن أن توجه عملية تحديد القسط. وأظهرت النتائج أهمية بعض المتغيرات المهملة في النظام الحالي، مثل فئة عمرية أكبر من 40 سنة أو طبيعة الاصطدام (حادث بين مركبتين أو أكثر) في تفسير مستوى الخطر. توصي الدراسة بضرورة بناء فئات متجانسة من المخاطر كأداة استراتيجية للتسعير اللاحق، بما يضمن فعالية مبدأ التضامن في بيئة تأمينية تنافسية.

• دراسة (Jamilatuzzahro et al, 2019)

في هذه الدراسة، تم نمذجة بيانات تكرار المطالبات مع الأخذ بعين الاعتبار خصائص حاملي الوثائق مثل: العمر، الحالة الاجتماعية، الجنس، سعة محرك السيارة، وعمر المركبة. وتعتمد البيانات المستعملة على عقود تأمين مركبات غير تجارية وغير شاحنات، التي سُجّلت بشأنها مطالبات خلال سنة 2013 لدى إحدى شركات التأمين العامة.

تبرز أهمية هذا البحث من خلال مساهمته في تفسير العوامل المؤثرة على تكرار المطالبات، وبالتالي على دقة تحديد الأقساط. وقد تم استخدام النموذج الخطي المعمم متعدد المتغيرات بواسون مع الهوامش الاصطناعية (GLM-MPAM) لتقدير معاملات النموذج، وذلك بالاعتماد على طريقة الاحتمال الأعظمي (MLE). وتُعد النتائج المتحصّل عليها من تقدير هذه المعلمات بديلًا عمليًا يمكن اعتماده في حساب القسط الصافي للفترات التأمينية المقبلة.

• دراسة (Riadh Rimi et al, 2015)

تناولت هذه الدراسة تسعير التأمين على السيارات خلال الفترة 2000-2003 بالاعتماد على عينة مكونة من 1500 مشاهدة من شركة CAAT. اعتمدت على نماذج العد (binomial négatif et Poisson) وكذلك نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) لتقدير عدد الحوادث. خلصت النتائج إلى ثلاثة أنظمة Bonus-Malus حدية، تثبت من خلالها أن بعض النماذج تؤدي إلى عقوبات غير قابلة

للتطبيق عملياً، في حين أظهرت أخرى اختلالاً مالياً رغم تقليلها التغيريم وزيادتها للمكافأة، بينما مكن النظام المبني على تعظيم المنفعة من تعديل الأقساط بما يوازن بين المؤمن لهم وشركة التأمين.

• دراسة (Guillaume Gonnet, 2010)

اهتمت هذه الدراسة بتسعير السيارات وتقسيم المخاطر اعتماداً على النماذج الخطية المعممة (GLM) لنمذجة كل من تكرار الحوادث ومبالغ تعويض الأضرار بشكل منفصل. تمت الدراسة على عقود الشركة الفرنسية Mutant d'Assurance لسنة 2008، حيث شملت جميع عقود السيارات التي كانت فعّالة على الأقل ليوم واحد خلال السنة. خلصت النتائج إلى تقديم منهجية متكاملة تشمل مراحل جمع البيانات وتنظيفها وتحليلها وصولاً إلى بناء نموذج تسعير علمي قائم على النماذج الخطية المعممة (GLM)، مما أظهر فاعلية هذا الإطار في تحسين دقة التسعير.

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

تمهيد

ان نشاط التأمين من الركائز الأساسية في النظام المالي لكل دولة، حيث يلعب دورا مهم في حماية الأفراد والمؤسسات ضد المخاطر المحتملة، والمساهمة في تحقيق الاستقرار الاقتصادي. ورغم طبيعته المعقدة وتعدد مجالاته، فإن فهم المبادئ الأساسية التي يقوم عليها، والآليات التي تحكم تشغيله، يُعد أمراً ضرورياً لفهم التحديات التي تواجه هذا القطاع الحيوي. وفي هذا الإطار، نخصص اهتمامنا في هذه الدراسة لتأمين السيارات، باعتباره من أكثر أنواع التأمين انتشاراً واحتكاكا بحياة الأفراد اليومية، فضلا عما يطرحه من إشكالات قانونية وتنظيمية واقتصادية تستدعي التحليل والدراسة.

يتناول هذا الفصل المفاهيم العامة المتعلقة بالتأمين في المبحث الأول، وأقسام التأمين وأهميته في المبحث الثاني، ثم تقديم نظرة شاملة حول قطاع التأمين في الجزائر في المبحث الثالث، لنُخصص في الأخير المبحث الرابع للتركيز على تأمين السيارات.

المبحث الأول: مفاهيم عامة حول التأمين

يهدف هذا المبحث إلى عرض تاريخ وطبيعة نشاط التأمين، وذلك من خلال سرد مراحل تطور التأمين وتاريخه، ثم تعريفه من الناحية الاقتصادية والفنية والقانونية، مع تعريف عقد التأمين وشروطه الأساسية، بالإضافة إلى التطرق إلى مختلف تصنيفات التأمين وخصائص كل منها، وأهميته الاقتصادية والاجتماعية.

المطلب الأول: تاريخ ومفهوم التأمين

نتناول في هذا المطلب التطور التاريخي للتأمين، بالإضافة إلى استعراض مختلف التعاريف التي أعطيت لهذا المفهوم.

أولاً-تاريخ وتطور التأمين

تعود أقدم أشكال عقود التأمين إلى الحضارتين اليونانية والرومانية، حيث كان السفر البحري في تلك الحقبة يعد مغامرة محفوفة بالمخاطر مثل الغرق أو القرصنة أو السرقة. ولتغطية هذه المخاطر، لجأ أصحاب السفن إلى الاقتراض من الممولين (البنوك) لتمويل رحلاتهم وشراء البضائع والعبيد. فإذا وصلت السفينة إلى الميناء بسلام، يسدد القرض مع فائدة كبيرة قد تصل إلى 50%. أما إذا تحطمت السفينة، فلا يلتزم صاحب السفينة بردّ شيء. ونظراً لأن هذا القرض كان بمثابة مضاربة محظورة، حظّرت الكنيسة عام 1234. وللتحايل على هذا الحظر، ظهرت منذ القرن الرابع عشر اتفاقيات بحرية جديدة شبيهة بالتأمين، حيث يدفع أصحاب السفن قسطاً مالياً مقابل ضمان حمايتهم من الخسارة. ومن هنا ظهر التأمين البحري الذي تطور في موانئ البحر المتوسط ثم الأطلسي، ويعتبر أول عقد تأمين بحري موثق في جنوة عام 1347 لحماية البضائع أثناء النقل، وفي المدينة نفسها تأسست أول شركة تأمين عام 1424.²

ارتبط ظهور التأمين على الحياة أيضاً بالملاحة البحرية، حيث كان الهدف الرئيسي في البداية هو حماية حياة العبيد الذين كانوا يُنقلون كسلع. ومع مرور الوقت، اتسع نطاق التأمين ليشمل تأمين حياة الأفراد بشكل عام، بعيداً عن مخاطر الملاحة، وذلك منذ النصف الأول من القرن الخامس عشر.³ حيث عثر على بوليصة التأمين على الحياة في عام 1583م لصالح ريتشارد مارتين، وكانت مدته اثني عشر شهراً.

¹ J.-F. Bigot, **Droit des assurances : entreprises et organismes d'assurance**, 2^e éd. Paris : DELTA, 2000, P7.

² C PARTRAT., BESSON J-L, **Assurance non vie : Modélisation, Simulation** , éd Economica. Paris, 2005, P45.

³ M. Fontaine, **Droit des assurances**, 2^e éd. Bruxelles : De Boeck & Larcier, 2005, P11.

وبعد ذلك ظهر التأمين من الحريق منذ عام 1666م على إثر الحريق الذي التهم الكثير من بيوت لندن¹، ثم ضهر في جميع أنحاء أوروبا منذ القرن الثامن عشر ميلادي، حيث أنشئ أول صندوق لأجل الحريق عام 1717.

مع التغييرات الاقتصادية والتطورات العلمية التي جلبتها الثورة الصناعية، والتي أدت إلى زيادة وتنوع في الآلات، ظهرت مخاطر جديدة تطلبت الحاجة للتأمين عليها، لا سيما تلك المرتبطة بحوادث المسؤولية المدنية. ومع ظهور مخترعات الثورة الصناعية مثل السيارات والقطارات والطائرات والمعدات الحديثة، تأكّدت ضرورة التأمين ضد الحوادث الشخصية، وقد كانت نهاية النصف الأول من القرن العشرين بداية الاهتمام الجاد بهذا النوع من التأمين.

مع بداية القرن الحادي والعشرين، انطلقت المرحلة السادسة عبر أحداث رئيسية، كان من أبرزها الهجمات الإرهابية التي وقعت في الولايات المتحدة في 11 سبتمبر 2001. بعد ذلك، حدثت كوارث طبيعية مدمرة مثل الأعاصير والزلازل، مما زاد من أهمية دور الحكومة في مواجهة بعض المخاطر الجديدة، خاصة الإرهاب والكوارث الطبيعية. وتعتبر الأزمة المالية العالمية لعام 2007-2008 محطة أساسية يستوجب الوقوف عندها، إذ كشفت عن حدود التوقعات العقلانية، وضعف فرضية كفاءة السوق (EMH)، وقصور نماذج قياس المخاطر عن الإحاطة الكاملة بملفات المخاطر المرتبطة بالأحداث والسلوكيات البشرية والاجتماعية. لقد أوضحت هذه الأزمة أهمية وجود أسواق مالية وتأمينية تعمل بشكل فعال لضمان استمرار الأنشطة الاقتصادية. كما أظهرت بوضوح أن سوء بناء ملفات المخاطر، إلى جانب الثغرات التنظيمية والرقابية، وحالات عدم اليقين التي لم تتحوّل إلى مخاطر واضحة (مثل السلوك البشري والاجتماعي والإرهاب والكوارث)، قد يؤدي إلى ركود نشاط الأسواق المالية وأسواق التأمين، وانخفاض النشاط الإنتاجي، وبالتالي استدعى تدخلاً حكومياً مباشراً أو غير مباشراً بشكل أكبر في هذه الأسواق².

ثانياً- مفهوم التأمين

التأمين في اللغة العربية مشتق من الأمن وهو طمأنينة النفس وزوال الخوف، كما يعني الضمان والقدرة على درء الاخطار. اما تعريف التأمين اصطلاحاً فهو إعطاء الأمن، ونشاط تجاري هدفه حماية الفرد أو المؤسسة من بعض المخاطر مقابل عوض مالي. إن مفهوم التأمين يتعلق بتوفير الطمأنينة والأمان من المخاوف، فيختلف تعريفه بناءً على الزاوية التي يتم النظر منها لكل تعريف، وعليه فإنه يعرف كالتالي:

¹ J.-F. Bigot, *Droit des assurances : entreprises et organismes d'assurance*, 2^e éd. Paris : DELTA, 2000, P12.

² P. Masci, *The History of Insurance: Risk, Uncertainty and Entrepreneurship*, Business and Public Administration Studies 6, no. 1 (2011), p. 27

1. تعريف التأمين من الناحية القانونية

يندرج التأمين ضمن العلاقات التعاقدية الثنائية التي تربط المؤمن والشخص المؤمن له، فهو عبارة عن عقد بمقتضاه يتعهد المؤمن بمنح المؤمن له التعويض، في حالة تحقق الخطر المؤمن منه والمبين في العقد وذلك مقابل قسط أو اشتراك¹.

وفقا للمادة 619 من القانون المدني الجزائري، هو عقد بموجبه يتعهد المؤمن، عن طريق الأقساط أو المدفوعات المالية الأخرى، بتزويد المؤمن له أو الطرف الثالث المستفيد من عقد التأمين، بمبلغ من المال، أو معاش سنوي أو أي منفعة مالية أخرى، في حالة تحقق الخطر المنصوص عليه في العقد.

2. التأمين من الناحية الفنية

هو نظام تعاوني يجمع مجموعة كبيرة من الأشخاص الذين يواجهون نفس المخاطر ويتحملون تبعاتها من خلال المقاصة وفقاً لقوانين الإحصاء. يستهدف هؤلاء الأفراد التعاون في مواجهة الأخطار. يتم ذلك من خلال عقد تأمين يُعرف بـ "وثيقة التأمين"، حيث يكون الطرفان الرئيسيان هما المؤمن والمؤمن له. يلتزم المؤمن له بدفع أقساط التأمين بشكل دوري وفي المواعيد المحددة. بينما يلتزم المؤمن، وهو شركة التأمين، بدفع مبلغ التأمين أو التعويض المستحق للأشخاص المعنيين تبعاً لنوع التأمين عند حدوث الخطر الذي يغطيه التأمين وفقاً لوثيقة التأمين².

3. التأمين من الناحية الاقتصادية

التأمين يعد وسيلة اقتصادية يمكن عن طريقها استبدال خسائر كبيرة محتملة بأخرى صغيرة مؤكدة والتي تتمثل في قسط التأمين³.

هناك تعريف آخر يشير إلى أن الفرد أو المؤسسة ترجح تحمل خسارة مالية صغيرة مؤكدة والتي تتمثل في أقساط التأمين على خسارة مالية كبيرة ولو أن احتمال وقوع الحادث يبقى صغير نسبياً، ذلك يعني بأنه يفضل حالة التأكد عن حالة عدم التأكد⁴.

بناء على ما سبق، يتضح لنا يمكن القول إن التأمين هو وسيلة اقتصادية تضع الفرد أو المؤسسة في حالة المفاضلة بين الاختيارات البديلة ذات المخاطرة في ضل احتمال وقوع الخسارة وحجها من خلال

¹ Y. Lambert-Faivre, **Droit des assurances**, 8^e éd. Paris : Dalloz, 1992, p. 39.

² السباعي محمد الفقي، الخطر والتأمين الأصول العلمية والتطبيقية، الزعيم، القاهرة، 2015، ص 71.

³ مختار الهانس، مقدمة في مبادئ التأمين بين النظرية والتطبيق، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1999، ص 42.

⁴ عبد الله سلامة، الخطر والتأمين - الأصول العلمية والعملية، مكتبة النهضة العربية، القاهرة، 1980، ص 8.

استبدال خسائر كبيرة محتملة بأخرى صغيرة مؤكدة والمتمثلة في قسط التأمين والتي تكون دائماً أقل بكثير من الخسارة الاحتمالية في حالة تحققها، وهذا أمر منطقي لتغطية جوانب الخطر المختلفة.

ثالثاً- عناصر التأمين

يعتبر كل من الخطر والقسط (أو الاشتراك) والحادث العناصر الثلاثة الأساسية التي يقوم عليها نظام التأمين.

1. الخطر

يعتبر الخطر العنصر الأكثر أساسية في عقد التأمين، إذ إن تعريفه هو الذي يسمح بتحديد وحساب العنصرين الآخرين، وهما القسط والخسارة أو «تحقق الخطر».

الخطر هو حدث ضار مثل السرقة أو فقدان أو الحريق أو الحادث... يمكن أن يحدث مستقبلاً بشكل عشوائي، ويُشكل مصدرًا لعدم الأمان بسبب العواقب التي قد تترتب عليه إذا وقع. لكن في قطاع التأمين، تطلق كلمة «الخطر» أيضاً للدلالة على محل التغطية التأمينية، أي أن الخطر هو الضرر نفسه الناتج عن وقوع حادث مغطى¹.

2. القسط أو الاشتراك

القسط هو المبلغ الذي يدفعه الشخص المؤمن لشركة التأمين عند بدء عملية التأمين أو في بداية السنة التأمينية، مقابل تحمّل شركة التأمين للمخاطر المتفق عليها. ويسمى هذا المبلغ "الاشتراك" عندما تكون الجهة المؤمّنة عبارة عن جمعية تعاونية أو شركة تأمين ذات طابع تعاوني².

على عكس القسط الذي لا يمكن تغييره خلال فترة التأمين، فإن الاشتراك ليس ثابتاً دائماً؛ إذ يمكن لشركات التأمين ذات الطابع التعاوني أن تطلب من المؤمن لهم مساهمات إضافية في حال تحقيق نتائج مالية سلبية، أو أن تمنحهم خصومات في حال تحقيق فائض مالي³.

ويتم احتساب القسط بناء على:

- **شدة الخطر:** وهي تعبر عن قيمة الظاهرة، فكلما كان الخطر المؤمن عليه يمثل قيمة مالية كبيرة، زاد القسط أو الاشتراك.

¹ A. Martin, **Les techniques d'assurances**, Malakoff : Dunod, 2010, p. 29.

² F. Couilbault, S. Couilbault-Di Tommaso et V. Huberty, **Les grands principes de l'assurance**, 13^e éd. Paris : L'Argus de l'assurance, 2013, p. 61.

³ M. Paulin, **Environnement économique et managérial de l'assurance en 41 fiches**, 2^e éd. Paris : Séfi, 2018, p. 50.

- **تكرار الخطر:** كلما تكرر الخطر بمرور الوقت واستلزم تدخل شركة التأمين بشكل متكرر، زاد القسط أو الاشتراك أيضًا.

3. الحادث

الحادث هو تحقق خطر مشمول ضمن موضوع عقد التأمين. وبالرجوع إلى هذا العقد، تقوم شركة التأمين بفحص ما إذا كان هذا الحدث يتناسب فعلاً مع الخطر المحدد، وأن ظروف وقوعه لم تكن مشمولة بأي بند من بنود الاستثناء.

المطلب الثاني: عقد التأمين

عقد التأمين هو اتفاق يعقد بين شركة التأمين والمستفيد، الذي يمكن أن يكون فرداً أو شركة، ويحدد المدفوعات المالية المطلوب دفعها خلال فترة معينة، وذلك مقابل تغطية مجموعة من الأخطار المحتملة أو الأحداث العشوائية المحددة في العقد. يجب أن يتضمن عقد التأمين الشروط العامة التي تكملها بالضرورة الشروط الخاصة، حيث تسمح الأخيرة بتشخيص كل خطر.

أولاً-الشروط العامة لعقد التأمين

الشروط العامة لعقد التأمين هي النصوص العامة التي تحدد الضمانات وحدودها واستثناءاتها والالتزامات المتبادلة بين الأطراف... إلخ، مع مراعاة الأحكام القانونية والتنظيمية المعمول بها.

ويتميز عقد التأمين بالخصائص التالية:

- **عقد رضائي:** بمعنى لا يتم إبرام العقد إلا بموافقة طرفي العقد، حيث أن عقد التأمين ينعقد من لحظة اقتران القبول بالإيجاب.¹
- **عقد ملزم للجانبين:** وهو ذلك العقد الذي ينشأ عنه التزامات متبادلة على عاتق طرفيه، فالمؤمن له يلتزم بدفع الأقساط المتفق عليها، في حين يلتزم المؤمن بدفع مبلغ التأمين عند وقوع الخطر المؤمن منه.²
- **عقد احتمالي:** يكون العقد احتمالياً إذا كان كل طرف من أطرافه لا يستطيع تحديد مقدار ما يعطى ومقدار ما يأخذ، فالمؤمن لا يعرف مقدماً ما سوف يحصل عليه من أقساط من المؤمن له، وكذلك المؤمن له لا يعرف إمكانية حصوله على مبلغ التأمين، لأن ذلك يتحدد إلا عند تحقق الخطر.³

¹-غازي خالد أبو عرابي، أحكام التأمين وفق آخر التعديلات التشريعية دراسة مقارنة، الطبعة 1، دار وائل، الأردن، ص2011.

²-محمد حسين منصور، أحكام التأمين، دار الجامعية للنشر، مصر، 2008، ص 108.

³-غازي خالد أبو عرابي، مرجع سبق ذكره، ص246.

- **عقد إذعان:** حيث يتولى أحد طرفي العقد (المؤمن) وضع الشروط التي يريدها ويعرضها على الطرف الآخر (المؤمن له)، فإن قبلها هذا الأخير مضى العقد بين الطرفين بقبوله.¹
- **عقد معاوضة:** ويعني أن طرفي العقد يأخذان مقابلاً لما يعطيه، فالمؤمن له يدفع القسط للمؤمن، مقابل تحمل هذا الأخير تبعات الحوادث والخسائر عند وقوع وتحقق الخطر المؤمن منه.²
- **عقد مستمر:** وهو ذلك العقد الذي يكون فيه عنصر الزمن عنصراً جوهرياً، حيث يلتزم المؤمن بتحمل تبعات الخطر لمدة محدودة، وكذلك فالمؤمن له ملزم بسداد الأقساط في مواعيد محددة.
- **عقد تجاري أو مدني:** يكون عقد التأمين عقداً تجارياً أو مدنياً على حسب صفة أطرافه: المؤمن والمؤمن له.

ثانياً-الشروط الخاصة

الشروط الخاصة هي الشروط التي تشخص الخطر وتظهر في شكل مطبوعات ونماذج معدة مسبقاً من طرف شركات التأمين وهي تمثل الوثائق الوحيدة التي تحمل توقيع الطرفين ويجب أن تحتوي إلزامياً على المعلومات التالية³:

- اسم كل من الطرفين المتعاقدين وعنوانهما؛
- الشيء او الشخص المؤمن عليه؛
- طبيعة المخاطر المضمونة؛
- تاريخ الاكتتاب؛
- تاريخ سريان العقد ومدته؛
- مبلغ الضمان؛
- مبلغ قسط او اشتراك التأمين.

المبحث الثاني: اقسام التأمين وأهميته

في هذا المبحث سنتطرق أولاً إلى مختلف أنواع التأمين، ثانياً سنحاول إظهار الدور الحيوي الذي يلعبه في دعم الاقتصاد وتعزيز الاستقرار الاجتماعي، وذلك من خلال تغطيته للمخاطر وحماية الأفراد والمؤسسات.

¹- بوعزيز الشيخ، مدخل إلى التأمين وإدارة الخطر، الطبعة 1، دار التنوير، الجزائر، ص 26.

²- أحمد محمد لطفي أحمد، نظرية التأمين، الطبعة 1، دار الفكر الجامعي، 2008، ص 22

³ - الجريدة الرسمية رقم 13 الصادرة بتاريخ 8 مارس 199، الأمر رقم 07/95 المؤرخ في 25 جانفي 1995، المادة رقم 07.

المطلب الأول: اقسام وأنواع التأمين

يمكن تقسيم التأمين الي أنواع عديدة، حسب مجموعة من المعايير التي تحدد الخصائص التقنية والاجتماعية والاقتصادية والقانونية للأخطار التي يغطيها كل فرع من فروع التأمين:

أولاً-من حيث طبيعة الغرض من التأمين

هي تأمينات يعتمد في ترتيبها على الغاية المستهدفة من المؤمن لمزاولته لهذا النشاط.

1. التأمين الخاص

فالشخص الذي يقوم بهذا التأمين إنما يسعى إلى تحقيق مصلحة خاصة به، أي مصلحة فردية، هي الحصول على الأمان لدى شركة من شركات التأمين، وفي مقابل هذه المصلحة يتحمل الفرد وحده أقساط التأمين. ويعتمد هذا التأمين إلى أسس فنية واحصائية بقصد تحقيق الهدف منه، ويتميز هذا التأمين بأنه اختياري بحسب الأصل، وان كانت هناك حالات يكون فيها إجبارياً¹.

2. التأمين الاجتماعي

هذا التأمين يستجيب لاعتبارات اجتماعية تستند في جوهرها على فكرة التضامن والتكافل الاجتماعي. فيشمل التأمين الاجتماعي الأنواع التي يكون فيها الشخص المعرض للخطر ملزماً بالتأمين وهذه الأنواع غالباً ما يفرضها القانون من أجل تحقيق أهداف اجتماعية لخدمة المصلحة العامة والتي تتمثل في تغطية المخاطر الاجتماعية التي يتعرض لها الأفراد كالمرض، العجز، البطالة وتأمين معاشات التقاعد².

بالإضافة إلى ذلك، يمكن ذكر أهداف أخرى لا تقل أهمية:

- تأمين الأيدي العاملة ضد أخطار معينة؛
- رفع المستوى المعيشي لفئة العمال أثناء العمل وبعد وقوع الحادث؛
- ضمان الاستقرار العائلي؛
- إقامة العدل الاجتماعي.

ومن الخصوصيات الهامة لنظام التأمينات الاجتماعية كونه متعلقاً بالنظام العام، وذلك لاتصاله الوثيق بالنظام الاقتصادي للدولة.

1 - أسامة عزمي سلام، شقيري نوري موسى، إدارة الخطر والتأمين، دار الحامد، الأردن، 2009، ص94

2 - أسامة عزمي سلام، مرجع سبق ذكره، ص94

ثانياً- من حيث موضوع التأمين والخطر المؤمن عليه

1. التأمين على الأشخاص

يقصد بذلك أحد أنواع التأمين التي يكون محلها الشخص المؤمن له، يشمل هذا النوع من التأمين المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على صحة الشخص أو سلامته الجسدية أو قدرته على أداء عمله أو حتى حياته.

2. التأمين على الممتلكات

يهدف إلى تعويض المؤمن له عن الأضرار التي تلحقه عند تحقق الخطر المؤمن منه. كما أن أملاك الأفراد والمنشآت تتعرض لمجموعة متنوعة من المخاطر، مثل الحرائق والفيضانات والزلازل والعواصف، بالإضافة إلى المخاطر الناتجة عن أفعال البشر مثل الإهمال، والسرقعة، والسطو، والغش، بالإضافة إلى المخاطر الصناعية كتعطل الآلات أو حدوث قصر كهربائي وما إلى ذلك.

3. التأمين من المسؤولية

يهدف هذا النوع من التأمين إلى تغطية الأضرار التي تلحق بالأفراد، سواء في أموالهم أو في أنفسهم، نتيجة أفعال صادرة عن شخص طبيعي أو اعتباري، نتيجة الإهمال أو الإخلال بالقواعد أو الأصول المتبعة أو الخطأ، تنشأ عنها مسؤولية مدنية إزاء المضرور. ضمن هذا الإطار يغطي التأمين من المسؤولية، مسؤولية المؤمن له تجاه الغير المتضرر. أو ما يسمى بالمسؤولية إزاء الشخص الثالث¹.

ثالثاً- من حيث طبيعة التعاقد

1. العقود الاختيارية

في هذا النوع من العقود، نجد عنصرين مهمين هما الحرية والإرادة في التعاقد، أي أن الأفراد والمؤسسات لديهم الرغبة في إبرام عقد التأمين دون أي إرغام قانوني حيث يلجأ إليه بكل إرادة، وتحت إلحاح الحاجة للتغطية من المخاطر المترصدة لهم مثل: تأمين الأضرار، السيارات (عدا المسؤولية المدنية)، خسائر الأرباح، الأشخاص، السكن والسفر...

2. العقود الإلزامية

في هذه العقود يلزم القانون الأفراد أو المؤسسات على إبرام عقد التأمين لأسباب أو أهداف اجتماعية أو لمصلحة شريحة ضعيفة من المجتمع، أي أنه يضع عنصر الإلزام على التعاقد في واجهة العلاقة

¹ سليم على أمين الورددي، إدارة الخطر والتأمين، مكتبة التأمين العراقي، بغداد، 1999، ص171.

التعاقدية وأساسها. ومثال ذلك كافة فروع التأمين الاجتماعي وبعض فروع التأمينات الخاصة كالتأمين الإجباري من المسؤولية المدنية للسيارات.

رابعاً- من حيث إمكانية تحديد الخسائر والتعويض اللازم

نميز هنا بين التأمينات النقدية وتأمينات الخسائر:

1. التأمينات النقدية

تشتمل التأمينات النقدية أنواع التأمين التي يصعب تقدير الخسارة المادية فيها نظراً لاشتمالها جانباً معنوياً، لذلك يتفق مسبقاً على قيمة التأمين متمثلة في مبلغ النقود المستحق للمؤمن له أو المستفيد عند تحقق الخطر، ويعتبر التأمين على الحياة من أهم هذه التأمينات على الإطلاق¹. في هذا النوع من التأمينات يلتزم المؤمن بدفع مبلغ التأمين بغض النظر عن حجمها وحتى ان تم الاكتتاب لدى أكثر من شركة تأمين.

2. تأمينات الاضرار

وتشمل كافة أنواع التأمين التي يسهل فيها تحديد الخسارة المادية الفعلية الناتجة عن تحقق الخطر المؤمن منه²، وينطبق ذلك على كافة أنواع تأمين الممتلكات. لا يمكن أن يكون التأمين هنا مصدر ربح للمؤمن له، إذ لا يضمن إلا التعويض عن خسائره الحقيقية أو الاضرار التي تسبب فيها. يجب أن تكون القيمة المؤمن عليها تحت أي عنوان منها مطابق في كل وقت للقيمة الحقيقية للممتلكات بما في ذلك جميع العوائد.

خامساً- من حيث طبيعة الخطر

ونظراً للخصوصيات الفنية والقانونية التي يتميز بها التأمين على الحياة، يعتمد البعض تقسيم التأمين الى: التأمين على الحياة والتأمين العام.

1. التأمين على الحياة

تتميز التأمينات على الحياة عن الأنواع الأخرى للتأمينات العامة من حيث طبيعة الخطر المؤمن منه، والتقنيات الفنية المعتمدة في معالجته. لا تعتبر عقود التأمين على الحياة من عقود التعويض، كما هو الحال مع بقية عقود التأمين العام. لهذا فإن مبادئ التعويض، المشاركة، والحلول لا تطبق على عقود التأمين على الحياة.

¹ ابراهيم علي ابراهيم عبد ربه، التأمين ورياضياته، الدار الجامعية، مصر، 2003/2004، ص 28.

² صبرينة وترغيني. قطاع التأمين في الجزائر وآفاقه المستقبلية، مجلة البحوث و الدراسات التجارية، المجلد 2، رقم 1، 2018، ص 199.

2. التأمينات العامة

وتتدرج تحت هذا التأمين كل التأمينات الأخرى التي لا ينطبق عليها وصف تأمينات الحياة وتتضمن الصنفين التاليين: التأمين على الممتلكات والتأمين على المسؤولية.

سادسا- من حيث طبيعة العلاقة مع المؤمن له

يمكن التمييز في هذه الحالة بين التأمينات المباشرة والتأمينات غير المباشرة.

1. التأمين المباشر

التأمين المباشر هو الاحتفاظ بمبلغ المسؤولية الذي يقبله المؤمن لحسابه الخاص، لدى اكتتابه بخطر معين، او عدة اخطار. ويلتزم المؤمن بمفرده بتسديده الخسائر التي تتجم عن تحقق خطر او مجموعة اخطار¹.

يتميز التأمين المباشر بتوزيع عبء الخطر بين المؤمن لهم على مستوى شركة التأمين والتي تتحمل بصفة كاملة خطر وقوع حادث من خلال قدراتها الاكتتابية الخاصة، دون الحاجة لإشراك جهات أخرى في تحمل المسؤولية عن الأخطار التي اكتتبت فيها مما يعرف بزيادة الطاقة الاستيعابية عن طريق التأمين المشترك او إعادة التأمين.

2. التأمين غير المباشر

لموازنة محفظتها وتعزيز قدراتها الإكتتابية وضمان استقرار نتائج اعمالها تظل شركة التأمين بحاجة لحد او لآخر الى خدمات اعادة التأمين أو التأمين المشترك وذلك مهما تزايدت الطاقة الاستيعابية وتنامت قدرتها الاحتياطية². حيث قد تضطر إلى إبرام عقود لعمليات تأمينية ذات قيم مرتفعة، مما قد يعرضها بالضرورة لدفع مبالغ ضخمة كتعويضات في حالة تحقق الأخطار المؤمن منها، وبعد أن تحتفظ لنفسها بالجزء الذي يتناسب مع طاقتها التأمينية تحول الباقي إلى مؤسسة أو عدة مؤسسات تأمين أخرى تساهم في تحمل الأخطار نظير الحصول على نصيب من الأقساط.

وفقا للمشرع الجزائري التأمين المشترك هو مشاركة العديد من شركات التأمين في تغطية نفس الأخطار، في إطار عقد تأمين واحد. تسند إدارة وتنفيذ عقد التأمين إلى إحدى شركات التأمين التي تسمى بالمؤمن الرئيسي (l'apériteur)، ويعتبر هذا الأخير ممثلا أو وكيلًا عن باقي المؤمنين المشتركين في تغطية الخطر.

¹ سليم على أمين الوردى، إدارة الخطر والتأمين، مكتبة التأمين العراقي، بغداد، 1999، ص190-191.

² سليم على أمين الوردى، مرجع سبق ذكره، ص190.

كما جاء في المادة 4 من الامر 07-95 أن عقد أو اتفاقية إعادة التأمين هي اتفاقية تقوم بموجبها شركة التأمين أو الشركة المتنازلة بإسناد كل أو جزء من الأخطار التي قامت بتأمينها إلى معيد التأمين أو المتنازل له. في حين تظل شركة التأمين وحدها مسؤولة تجاه المؤمن عليه¹.

المطلب الثاني: الأهمية الاقتصادية والاجتماعية للتأمين

تتجلى مكانة التأمين من خلال الأهمية التي يمنحها لمختلف الفاعلين في الحياة الاقتصادية والاجتماعية، إذ يعتبر التأمين وسيلة لحماية الأفراد والمؤسسات ضد مختلف المخاطر المحتملة، وفي هذا المطلب سوف يتم التطرق إلى أهمية التأمين في الحياة الاقتصادية والاجتماعية. أولاً- أهمية التأمين في الحياة الاقتصادية

يعتبر التأمين أداة فعالة في الاقتصاد وهذا من خلال مختلف الأدوار التي يؤديها، والتي نلخصها فيما يلي:

1. التأمين أداة للادخار

عند حلول الأجل، يلتزم المؤمن بأن يدفع للمؤمن له مبلغ التأمين، والتي تحتسب من المجموع الكلي للأقساط المدفوعة. ومن هذه الزاوية، فالتأمين يعتبر نوعاً من الادخار، وبالتحديد ادخاراً إجبارياً، حيث يلتزم فيه المؤمن له بأن يقتطع جزءاً صغيراً وبصفة دورية من دخله للمؤمن، مقابل الحصول على مبلغ التأمين عند استحقاقه، فرؤوس الأموال التي تتكون لدى شركات التأمين من مجموع أقساط المؤمن لهم لها أهميتها بالنسبة للمؤمن لهم وكذلك بالنسبة للاقتصاد الوطني، فبالنسبة للمؤمن لهم تمثل هذه الأموال المتجمعة لدى شركات التأمين ضماناً لاستيفاء حقوقهم من قبل هذه الشركات، و لذلك يلزم القانون شركات التأمين بتكوين احتياطات لديها تمثل إحدى ضمانات الوفاء بالتزاماتها، وتقوم شركات التأمين باستثمار ذلك الاحتياط، بما يحقق في النهاية مصلحة المؤمن لهم، وعلى صعيد الاقتصاد الوطني، تلعب الأموال التي تتجمع في شركات التأمين دوراً حيوياً في تعزيز وتنمية الاقتصاد. حيث توفر شركات التأمين التمويل الذي يمكنها استثماره في مشاريع تعود بالفائدة على المجتمع، كما يمكن استخدام هذه الأموال لإقراض الدولة أو الجهات العامة لدعم أهداف التنمية الاقتصادية².

2. المحافظة على الثروة الوطنية

لا يقتصر دور التأمين على تعويض الخسائر عندما تحدث فحسب، بل إن شركات التأمين تلعب أيضاً دوراً مهماً في حماية الثروات المستثمرة. على سبيل المثال، في تأمين حوادث العمل، تقوم مؤسسات التأمين من خلال الإحصاءات التي تضعها حول الإصابات التي يتعرض لها العمال، بتحديد الأسباب الحقيقية

¹ المادة 4 من الأمر رقم 07-95 المؤرخ في 25 يناير سنة 1995 المتعلق بقانون التأمينات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، العدد 15، الصادر بتاريخ 12 مارس 2006، ص. 3

² حربي محمد عريقات و سعيد جمعة عقل، التأمين وإدارة الخطر "النظرية والتطبيق"، دار البداية، الطبعة الأولى، الأردن، 2016، ص.55.

التي تؤدي إلى وقوع هذه الإصابات. وكذلك في التأمين ضد السرقة تقوم هيئة التأمين بواسطة مفتشيها بإرشاد المؤمن لهم إلى كل ما من شأنه تقليل احتمال الخطر وكذلك الحال في التأمين من الحريق حيث نجد أن هيئات التأمين تخفض فئات الأسعار في حالة ما إذا كان المكان المؤمن عليه مجهزاً بأجهزة إطفاء الحريق كما ترفع تلك الفئات في حالة وجود كل ما يؤدي إلى زيادة احتمال تحقيق الخطر¹.

3. المساهمة في زيادة الإنتاج

إن وجود التأمين يشجع الأفراد والمؤسسات على دخول ميادين استثمارية جديدة ما كانوا ليدخلوها لولا وجود التأمين، يوفر التأمين لهم بيئة استثمارية عن طريق تقليل درجة الشك، مما يقلل القلق والخوف من فقدان ثرواتهم. ذلك لأن التأمين يضمن لهم الحماية ضد الخسائر المالية التي قد تحدث بسبب المخاطر. بدلاً من احتفاظ المستثمرين بجزء من رؤوس أموالهم لمواجهة هذه المخاطر، يدفعون مبلغاً معيناً لشركة التأمين كتعويض عن الخسائر المحتملة².

4. التأمين يساعد في تحقيق التوازن الاقتصادي

يعتبر التأمين من العوامل التي تساعد على إعادة توازن الاقتصاد، ذلك أنه وفي حالة التضخم يمكن التوسع في التأمينات الإجبارية وخاصة التأمينات الاجتماعية، وذلك لامتناس (سحب) السيولة النقدية المتداولة بين أيدي الناس، وهذا بدوره يؤدي إلى تخفيض ميولهم الاستهلاكي وبالتالي المساهمة في خفض مستوى التضخم، أما في حالة الكساد فيمكن للدولة أن تسن قوانين تزيد من تعويضات المرضى والعجز والبطالة، وذلك لزيادة السيولة النقدية وبالتالي زيادة القدرة الشرائية لأفراد المجتمع³.

5. المساهمة في تحسين ميزان المدفوعات ومصدر للعملة الصعبة

يمثل التأمين بنداً من بنود ميزان المدفوعات، وخاصة في قسم تدفقات رؤوس الأموال، حيث يتم تسجيل عدة معاملات متعددة منها⁴:

- أقساط إعادة التأمين التي تحولها الشركات الوطنية، أو تحول إليها بموجب الاتفاقيات المبرمة مع شركات التأمين في الخارج؛
- تسير محفظة الأصول المالية لشركات التأمين في الخارج؛

¹ عاطف عبد المنعم ومحمد محمود الكاشف وسيد كاسب، تقييم وإدارة المخاطر، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، جامعة القاهرة، الطبعة الأولى، مصر، 2008، ص 63.

² هاني جزاع أرتيمة و سامر محمد عكور، إدارة الخطر والتأمين " منظور إداري كمي وإسلامي"، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2010، ص 97.

³ هاني جزاع أرتيمة و سامر محمد عكور، سابق ذكره، ص 100.

⁴ طارق قندوز، الخطر والتأمين "مدخل أجهزة الإشراف والرقابة"، دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2016، ص 134.

- العمليات المرتبطة بالاستثمارات المباشرة التي تقوم بها شركات إعادة التأمين الوطنية في الخارج، أو شركات إعادة التأمين الأجنبية في الداخل؛
- تحويل احتياطي التأمين الناتج عن فروع الشركات الأجنبية في السوق المحلية إلى مراكز رئيسية في الخارج، أو التحويل باتجاه الداخل احتياطي التأمين الناتج عن فروع الشركات الوطنية في السوق الأجنبية.

6. المساهمة في التخفيف من الضغوطات التضخمية

يعتبر التأمين وسيلة فعالة في الادخار، كما يعتبر أداة مساعدة في الحد من التضخم، إذ إن زيادة المدخرات تؤدي إلى خفض الإنفاق وتقليل الطلب على السلع والخدمات، مما يساعد في كبح التضخم وارتفاع الأسعار. وبالإضافة إلى ذلك، عندما يتم استثمار المدخرات العالية في دعم الإنتاج في مجموعة من القطاعات، فإنها تسهم في زيادة من السلع والخدمات المعروضة، وهو ما يعد بدوره عاملاً مهماً في الحد من التضخم والسيطرة على ارتفاع الأسعار¹.

7. يساهم في توفير مناصب العمل

تعتبر مؤسسات التأمين جزءاً اقتصادياً هاماً يساهم في تشغيل العديد من الأفراد، مما يزيد من معدل التوظيف في المجتمع. حيث أن مجال التأمين من المجالات الغنية التي يمكن أن تساهم مساهمة فعالة في المحافظة على مستوى معين من العمالة ومحاربة البطالة بما يتيح من فرص عمل لكثيرين، أيضاً النمو والتطور المستمر لهيئات التأمين نمو مماثل في قدرتها على استيعاب عدد أكبر من الأيدي العاملة².

ثانياً- أهمية التأمين في الحياة الاجتماعية

تتجلى أهمية التأمين في الحياة الاجتماعية فيما يلي:

1. تنمية الشعور بالمسؤولية والعمل على تقليل الحوادث

إن ما يميز به التأمين، أن المستأمن لا يستحق التعويض في بعض فروع التأمين إذا ما كان هناك إرادة للمستأمن في تحقق الخطر المؤمن منه، كما يلاحظ أنه في بعض أنواع التأمين لا يستحق المؤمن له تعويضاً إلا إذا زادت الخسارة عن حد معين، ووجود مثل هذه الاشتراطات والتحفيزات بالتأمين تنمي لدى الفرد الشعور بالمسؤولية لتجنب تحقق الخطر المؤمن منه بقدر الإمكان هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن قيام الفرد بإبرام عقد تأمين عن الحياة يترتب لأسرته معاشاً يضمن لها الحياة الكريمة بعد مماته، وهذا

¹ فاتن محمد سعيد عبد الغني، التضخم والتأمين، كلية التجارة - جامعة القاهرة، مصر، 1992، ص. 44.

² سالم رشدي سيد، مرجع سبق ذكره، ص 88.

يعتبر تنمية للشعور بالمسؤولية تجاه أسرته... وهكذا نجد التأمين بكافة أنواعه ينمي الشعور بالمسؤولية لدى الفرد تجاه نفسه وتجاه أسرته وتجاه مجتمعه¹.

كما تعمل شركات التأمين والهيئات ذات الصلة على القيام بأبحاث ودراسات لكشف أسباب ظهور المخاطر والعوامل التي تزيد من شدتها عند وقوعها، بهدف تقليل تكرار هذه المخاطر وانتشارها. يعود ذلك بنفع اقتصادي واجتماعي على المجتمع، حيث تقوم شركات التأمين بدراسة أسباب حوادث السيارات وتعمل على تقديم التعليمات ووسائل الوقاية لتقليل هذه الحوادث.

إضافة إلى ذلك، تقوم الهيئات التأمينية بإجراء دراسات حول أسباب حوادث العمل في المصانع وتوصي بأساليب مناسبة للحد من هذه الإصابات وتقليل الخسائر بين العمال، كما يجدر بالإشارة أن مثل هذه الجهود من شركات أو هيئات التأمين للعمل على تقليل الحوادث لا يعود بالفائدة عليها أو على المؤمن عليهم فقط بل يعود بالفائدة على المجتمع ككل.

2. التأمين يبعث الأمان للمؤمن عليهم

من أبرز وظائف التأمين أنه يقدم للإنسان المؤمن له الأمان الذي يرغب في الحصول عليه ضد المخاطر التي قد تؤثر على حياته أو ممتلكاته، وهذا الدافع طبيعي في الإنسان. وهذا الأمان الذي يكلفه التأمين يوجد في كافة أنواعه، سواء في التأمين من الأضرار أو تأمين الأشخاص. ففي التأمين من الأضرار يؤمن له ضد الأخطار التي قد تصيبه في ذمته المالية. على سبيل المثال، إذا قام بتأمين ممتلكاته ضد الحرائق وحدث ذلك الخطر، فإنه سيحصل على تعويض مالي يساعده على تعويض الخسائر واستبدال ما فقده من ممتلكات. وكذلك الحال في تأمين المسؤولية، فقد أدت التطورات الحديثة إلى زيادة حالات المسؤولية وأسبابها، وعن طريق التأمين ضد المسؤولية يستطيع الشخص أن يجنب نفسه نتائج هذه المسؤولية وأن يباشر نشاطه بحرية واطمئنان دون خوف. والتأمين على الأشخاص يلعب دورا كبيرا في بث روح الأمان والطمأنينة في النفوس، فسلامة الجسد والروح من الأمور التي لا تدوم، ولذلك يمكن للإنسان، عن طريق التأمين، أن يقي نفسه ومن يعول آثار عجزه أو موته².

إذا كان للتأمين دور مهم على الصعيد الشخصي، أي بالنسبة لكل مؤمن له، فإن الأمان الذي يوفره التأمين لجماعة المؤمن لهم يترك تأثيرات كبيرة على المستوى الاجتماعي. فهو من هذه الناحية، ونظراً للثقة التي يغرستها التأمين في نفوس المؤمن لهم، فإنه يحقق مصلحة اجتماعية عامة، إذ يمنحهم الأمان والاستقرار اللازمين ويحفّزهم على العمل والإنتاج، مما يسهم في تنشيط عجلة الاقتصاد الوطني وزيادة معدلات النمو والإنتاج في المجتمع. فهو يؤدي إلى المحافظة على عناصر الإنتاج خاصة اليد العاملة

¹ إبراهيم علي إبراهيم عبد ربه، التأمين ورياضاته مع التطبيق على تأمينات الحياة وإعادة التأمين، الدار الجامعية، مصر، 2003، ص 84.

² حربي محمد عريقات وسعيد جمعة عقل، مرجع سبق ذكره، ص 54.

ورؤوس الأموال. ففي التأمين على الأشخاص لا يصبح الفرد عند تعطله أو مرضه عالة على المجتمع لأنه يجد في مبلغ التأمين مصدر رزق له إذا كان في شكل إيراد مرتب مدى الحياة، كما يمكنه استثمار هذا المبلغ إذا قبضه دفعة واحدة. وفيما يتعلق بالتأمين على الممتلكات، يعمل التأمين على استبدال الأشياء التالفة أو المهلكة بأشياء جديدة، وتكون هذه الجديدة ذات قدرة إنتاجية أعلى من تلك القديمة¹.

المبحث الثالث: التأمين في الجزائر

في هذا المبحث، سنتناول تطور قطاع التأمين في الجزائر منذ الاستقلال سنة 1962 إلى يومنا هذا، مع تقديم الفاعلين في سوق التأمين الجزائري، من شركات التأمين والوسطاء والهيئات الرقابية. وفي الأخير، سنعرض أهم مؤشرات نشاط التأمين في الجزائر.

المطلب الأول: مراحل تطور التأمين في الجزائر

شهد مسار قطاع التأمين في الجزائر تطورا تدريجيا منذ الاستقلال، تخللته عدة مراحل متميزة تعكس التحولات الاقتصادية والتشريعية التي عرفت البلاد. ولفهم هذا المسار، تم تقسيم تطور القطاع إلى أربع مراحل رئيسية، لكل منها خصائصها وسياقها التاريخي:

أولا-الفترة من 1962 إلى 1966

خلال فترة الاستعمار الفرنسي، كان سوق التأمين في الجزائر تحت سيطرة الشركات الأجنبية، وبالأخص الفرنسية. وبعد الاستقلال، أرادت الدولة التحكم في هذا القطاع، لذا وضعت تنظيمات صارمة. من بين هذه التنظيمات، كان من الضروري الاعتماد على جهات محددة وإجبار الشركات على تحويل 10% من الاشتراكات لصالح الصندوق الجزائري للتأمين وإعادة التأمين (CAAR)، والذي تم إنشاؤه بموجب القانون رقم 63-197 في 8 جوان 1963. وقد رفضت الشركات الأجنبية هذه الإجراءات، فلجأت في البداية إلى تحويل الأموال إلى الخارج عبر عمليات إعادة التأمين، ثم انسحبت نهائيا من السوق الجزائري. وقد أتاح هذا الانسحاب الفرصة لتأسيس شركات تأمين جزائرية، مثل الشركة الجزائرية للتأمين (SAA) سنة 1963، والهيئة الجزائرية للتأمين المتبادل لعمال التربية والثقافة (MAATEC) سنة 1964².

إضافة إلى ذلك، منحت الدولة الجزائرية اعتمادات لبعض الشركات الأجنبية بموجب المرسوم الصادر في جانفي 1964، شملت ست شركات فرنسية وثلاث بريطانية وواحدة إيطالية وأخرى أمريكية وهندية

¹ حربي محمد عريقات وسعيد جمعة عقل، مرجع سبق ذكره، ص 54.

² Cheikh, B., *L'histoire de l'assurance en Algérie, Assurances et gestion des risques*, vol. 81, n° 3-4, octobre-décembre 2013, pp. 285-290, p. 287.

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

ونيوزيلندية، إضافة إلى الشركة التونسية STAR التي تمكنت من السيطرة على حوالي 25% إلى 30% من السوق¹.

ثانيا-الفترة من 1966 إلى 1975

تميزت هذه الفترة بتأمين قطاع التأمين، حيث أصبح للدولة احتكار مطلق لجميع عمليات التأمين بموجب الأمر رقم 66-127 المؤرخ في 27 ماي 1966.

كانت الشركة الوطنية للتأمين (SAA) هي الشركة الوحيدة من بين 17 شركة تأمين قائمة قبل أن يتم تأميمها وفقا للأمر رقم 66-129 في نفس التاريخ، بينما تم حل باقي الشركات باستثناء تلك التي تأخذ شكل التعاضديات، وهي:

- الصندوق الوطني للتأمين وإعادة التأمين (CAAR)
- الصندوق الوطني للتعاضديات الفلاحية (CNMA)
- التعاضدية الجزائرية لعمال التربية والثقافة (MAATEC)

كما تم إلغاء التشريع الفرنسي القديم الذي كان ينظم التأمين ابتداء من 5 جويلية 1975 بموجب الأمر . 29-72

ثالثا-الفترة من 1975 إلى 1989

شهدت هذه المرحلة بإعادة هيكلة سوق التأمين الجزائري، مع تخصيص مجالات نشاط الشركات. وقد أعيد تحديد نشاط شركات التأمين على النحو التالي:

أصبحت الشركة الجزائرية للتأمين وإعادة التأمين (CAAR) متخصصة في تغطية المخاطر الصناعية مثل الحريق والانفجار. وفي ما يتعلق بتأمين النقل، فقد تم بموجب المرسوم رقم 85-82 المؤرخ في 30 أفريل 1985 إنشاء شركة جديدة متخصصة في تأمين النقل البري والبحري والجوي، وهي الشركة الجزائرية لتأمينات النقل (CAAT). وفي الوقت نفسه، تم سحب نشاط إعادة التأمين من شركة CAAR وإسناده إلى شركة جديدة متخصصة هي الشركة الجزائرية لإعادة التأمين (CCR)، والتي أصبحت الجهة الوحيدة المخولة بإعادة التأمين، مع إلزام جميع الشركات الوطنية بتحويل كامل محافظتها المعاد تأمينها إليها.

أما الشركة الجزائرية للتأمين (SAA) فقد تم تكليفها بتوفير تغطية تأمينية لمخاطر السيارات والمخاطر البسيطة، إضافة إلى التأمين على الأشخاص.

¹ Cheikh, B., *Ibid*, p. 287.

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

وفي سنة 1989، أدى صدور النصوص القانونية المنظمة لاستقلالية المؤسسات العمومية إلى إلغاء شرط التخصص الإجباري، فأصبح بإمكان شركات التأمين، ابتداءً من ذلك التاريخ، تغطية جميع أنواع المخاطر التأمينية دون قيود تخصيصية.

رابعا-الفترة من 1990 إلى اليوم

في بداية التسعينيات، دخلت الجزائر في فترة من الإصلاحات الكبيرة التي كانت تهدف إلى التحول من اقتصاد موجه إلى اقتصاد سوق. وقد أتاح هذا الانتقال لقطاع التأمين الدخول في مرحلة جديدة اتسمت بتحرير سوق التأمين، وهو ما كرس أساسا بصدور الأمر رقم 95-07 المؤرخ في 25 جانفي 1995 المتعلق بالتأمينات.

جاء هذا الأمر بتغييرات جوهرية ويعتبر، من قبل المختصين، بمثابة تحرير تنظيمي أعاد الأمل في تطوير قطاع التأمين والاقتصاد ككل. ومن أبرز ما جاء به:

- ❖ إنهاء احتكار الدولة وإتاحة المجال لإنشاء شركات تأمين خاصة جزائرية؛
- ❖ تقليص بعض الالتزامات الإلزامية للتأمين عن بعض المخاطر لإرساء مبدأ حرية التعاقد الذي يميز اقتصاد السوق؛
- ❖ منح شركات التأمين حرية ممارسة عمليات التأمين و/أو إعادة التأمين، بما في ذلك إعادة التأمين في الخارج؛
- ❖ إنشاء المجلس الوطني للتأمينات لمتابعة وتنظيم القطاع؛
- ❖ إعادة إدخال الوسيطاء في التأمين (وكلاء عامون ووسطاء تأمين).

بالإضافة إلى القانون رقم 06-04 المؤرخ في 20 فيفري 2006 المعدل والمتمم الأمر رقم 95-07 المؤرخ في 25 جانفي 1995. وتتمثل أهم الإضافات التي جاء بها هذا القانون فيما يلي:

- تعزيز نشاط التأمينات على الأشخاص؛
- تعميم التأمين الجماعي؛
- إصلاح حقوق المستفيد؛
- إنشاء التأمين البنكي؛
- الفصل بين أنشطة التأمين على الحياة وغير الحياة داخل شركات التأمين؛
- تعزيز الأمن المالي؛
- إنشاء صندوق ضمان المؤمن لهم؛
- إلزامية تحرير كامل رأس المال كشرط لمنح الاعتماد؛

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

– فتح السوق أمام فروع شركات التأمين و/أو إعادة التأمين الأجنبية.

أما في سنة 2021، فقد تم إصدار المرسوم التنفيذي رقم 21-81 المؤرخ في 23 فيفري 2021، الذي يوضح شروط وكيفيات ممارسة التأمين التكافلي، كما أنه يسمح بتأسيس شركات التكافل وفتح «نوافذ تكافل» من قبل شركات التأمين التقليدية.

المطلب الثاني: المتدخلون في سوق التأمين بالجزائر

يضم سوق التأمين في الجزائر مجموعة من الفاعلين الرئيسيين، سواء من شركات تأمين أو وسطاء أو هيئات رقابة، يعملون جميعاً على دعم وتطوير نشاطي التأمين وإعادة التأمين. وتجدر الإشارة إلى أن كافة هذه الجهات تخضع لرقابة وإشراف وزارة المالية، باعتبارها الهيئة المسؤولة عن هذا القطاع.

أولاً-شركات التأمين

تعتبر شركات التأمين العنصر الفاعل المباشر والأساسي في سوق التأمين في الجزائر، حيث يضم هذا السوق، في سنة 2023، 25 شركة، منها 12 شركة تأمين على الأضرار، و8 شركات تأمين على الأشخاص، وشركتان للتأمين التكافلي، إضافةً إلى شركة واحدة لإعادة التأمين (CCR)، فضلاً عن شركتين متخصصتين: الأولى في مجال التأمين على القروض العقارية (SGCI) والثانية في مجال التأمين على القروض الموجهة للتصدير (CAGEX)¹.

وبحسب طبيعة رأس المال ونوع النشاط، تتوزع هذه الشركات كما يلي:

الجدول 1.1: شركات التأمين في الجزائر

الفئة	النوع	أسماء الشركات
شركات عمومية	شركات إعادة التأمين	CCR
	شركات تأمين على الأضرار	SAA – CAAR – CAAT – CCR -CASH Assurances
	شركات تأمين على الأشخاص	TALA Assurances – CAARAMA Assurances
	شركات متخصصة	ضمان صادرات (CAGEX) – تأمين قروض عقارية (SGCI)

¹ Rapport d'activité des assurances 2023 <https://uar.dz/wp-content/uploads/2025/01/Activite-des-Assurances-en-Algerie-2023.pdf>

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

GAM Assurances- SALAMA ASSURANCES ALGERIE- TRUST ALGERIA- ALLIANCE Assurances- CIAR-GIG	شركات تأمين على الأضرار	شركات خاصة
Macir Vie - CARDIF El Djzaïr	شركات تأمين على الأشخاص	
AXA Assurances Algérie dommage	شركات تأمين على الأضرار	شركات مختلطة
AXA Assurances Algérie vie – AGLIC - SAPS	شركات تأمين على الأشخاص	
ALGERIAN GENERAL TAKAFUL	شركات تأمين على الأضرار	شركات التأمين التكافلي
EL DJAZAÏR EL MOUTAHIDA DE TAKAFUL FAMILIAL	شركات تأمين على الأشخاص	
CNMA	شركات تأمين على الأضرار	شركات التعاضدية
LEMUTUALISTE	شركات تأمين على الأشخاص	

المصدر: تقرير نشاط قطاع التأمين في الجزائر لعام 2023 - <https://uar.dz/wp-content/uploads/2025/01/Activite-des-Assurances-en-Algerie-2023.pdf>

ثانياً- الوسطاء

يعتبر الوسطاء من العناصر الفاعلين في السوق الجزائري للتأمينات، لما لهم من دور أساسي في تنشيط هذا القطاع وتوسيعه. ففي سنة 2023، بلغ عدد الوسطاء العاملين في السوق 2008، 60 وكيلًا عامًا، يمارسون مهامهم لفائدة شركات التأمين المعتمدة. وتتمثل مهام هؤلاء الوسطاء أساسًا في تسويق مختلف المنتجات التأمينية لدى المؤمن لهم الحاليين والمحتملين، وضمان ربط العلاقة بين شركات التأمين والزيائن، إضافة إلى مرافقة المؤمن لهم في جميع مراحل تسيير عقودهم من الاكتتاب إلى التسوية.

ثالثاً- النوافذ البنكية للتأمين

تعد المؤسسات البنكية من الأطراف النشطة في السوق من خلال تقديم خدمات التأمين عبر النوافذ البنكية للتأمين (Bancassurance)، والتي تسمح للبنوك بتسويق منتجات تأمينية لصالح شركات التأمين، حتى تستفيد من شبكة فروعها الواسعة وخدماتها المالية المرافقة.

رابعاً- الهيئات التنظيمية والرقابية

تشرف عدة هيئات رسمية على تنظيم السوق وضبطه، ومن أبرز هذه الهيئات المجلس الوطني للتأمينات (CNA) الذي يقوم باقتراح السياسات العامة لهذا القطاع، ولجنة مراقبة التأمينات (CSA) التي تتكفل بالرقابة والتفتيش على شركات التأمين ومدى امتثالها للتشريعات، وكذلك المركز الوطني للمخاطر الذي يجمع ويحلل البيانات المتعلقة بالمخاطر والتعويضات.

خامساً- وزارة المالية

تعتبر وزارة المالية الهيئة المسؤولة التي تشرف على قطاع التأمين في الجزائر، وتضمن انسجام ممارسات جميع الفاعلين في القطاع مع القوانين والتنظيمات الوطنية المعمول بها.

المطلب الثالث: تطور نشاط التأمين في الجزائر

سنعرض في هذا المطلب أهم المؤشرات المتعلقة بنشاط شركات التأمين في الجزائر

أولاً- معدل الكثافة التأمينية ومعدل الاختراق التأميني في الجزائر

وفقاً لتقرير نشاط قطاع التأمين في الجزائر لسنة 2023، واستناداً لمعطيات البنك الدولي، تبلغ مساهمة قطاع التأمين في الناتج الداخلي الخام أقل من 1%، حيث تقدر حالياً بحوالي 0.5% فقط، وهذه النسبة تعتبر ضئيلة جداً مقارنة بالدول الناشئة التي تتراوح فيها عادة مساهمة قطاع التأمين بين 2% و4% من الناتج الداخلي الخام، في حين تصل هذه النسبة في الدول المتقدمة إلى ما بين 7% و10% في المتوسط. أما فيما يتعلق بالكثافة التأمينية (الإنفاق التأميني للفرد)، فهي تبقى منخفضة جداً إذ لا تتجاوز 27 دولاراً للفرد في سنة 2023، وهو مستوى بعيد جداً عن المتوسطين الإقليمي والدولي، مما يعكس ضعف اختراق التأمين في السوق الوطني. تجدر الإشارة إلى أن الكثافة التأمينية في الاقتصادات المتقدمة تتجاوز غالباً 3,000 دولار للفرد، بنما تقدر عموماً بين 400 و600 دولار في العديد من الدول الناشئة.

ثانياً-تطور الإنتاج التأميني في الجزائر

الجدول 2.1: تطور الإنتاج التأميني في الجزائر

الوحدة: مليار دج

المؤشر	2021	2022	2023
الإنتاج الإجمالي	144,7	155,8	163,3
التأمين على الأضرار	131,7	139,6	144,6
التأمين على الأشخاص	13,1	16,3	18,7
الإنتاج الخاص بتأمين السيارات	62,1	65,2	66,9
التعويضات الإجمالية المدفوعة	72,5	70,3	76,8
التعويضات لتأمين السيارات	43	41,1	44,7

المصدر: تقارير نشاط قطاع التأمين في الجزائر للأعوام 2021 و2022 و2023

يوضح (الجدول 1.2) تطور المؤشرات الرئيسية لقطاع التأمين من سنة 2021 إلى 2023، حيث بلغ الإنتاج الإجمالي للأقساط المكتتبه 163.3 مليار دينار في 2023، مما يمثل زيادة تقدر بحوالي 7% مقارنة بسنة 2022، و 13% مقارنة بسنة 2021. كما سجل التأمين على الممتلكات نمواً بنسبة تقارب 3.6% بين 2022 و2023، و 9.8% بين 2021 و2023. بالنسبة للتأمين على الأشخاص، فقد حقق نمواً ملحوظاً بلغ حوالي 15% بين 2022 و2023، و 43% بين 2021 و2023، ما يعكس ديناميكية إيجابية في هذا الفرع.

وفيما يخص التأمين على السيارات، فقد شهد الإنتاج الخاص به زيادة متواضعة بلغت نسبته حوالي 2.6% بين 2022 و2023، مقابل نمو قدره 7.7% بين 2021 و2023. على الرغم من هذه الزيادة

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

الطفيفة، إلا أن حصة التأمين على السيارات تظل الأهم في نشاط التأمين على الممتلكات. وقد بلغت التعويضات المدفوعة لتأمين السيارات 44.7 مليار دينار سنة 2023، بزيادة تُقدَّر بـ 8.8% مقارنة بسنة 2022، ما يبرز الأهمية الكبيرة لهذا الفرع في هيكل التعويضات.

المبحث الرابع: تأمين السيارات

فعلى الصعيد الاقتصادي، يمثل فرع التأمين على السيارات حوالي 41% سنة 2023¹. من رقم الأعمال الإجمالي الذي يحققه قطاع التأمينات، مما يجعله أحد أهم فروعها.

أما على الصعيد الاجتماعي، فيعتبر التأمين على السيارات من بين أهم الوسائل التي تخدم المصلحة العامة، إذ يوفر الحماية من الأخطار الناتجة عن المسؤولية المدنية لاستعمال المركبات، ويعوض عن الأضرار التي قد تلحق بالغير سواء كانت مادية أو جسدية. ولهذا السبب، أقر المشرع في العديد من الدول إلزامية التأمين على المسؤولية المدنية لسائق المركبة. وينصّ الأمر رقم 15/74 في مادته الأولى على ما يلي: "كل مالك مركبة ملزم بالاكْتتَاب في عقد تأمين يغطي الأضرار التي تسببها المركبة للغير وذلك قبل وضعها في السير".

ويستند نظام التأمين على السيارات في الجزائر إلى الأمر 15/74 وإلى تعديله المتمثل في القانون رقم 31/88 المؤرخ في 19 يوليو 1988، إضافةً إلى الأحكام الواردة في قانون التأمينات لسنة 1995 وكذا الأحكام ذات الصلة في القانون المدني.

المطلب الأول: مفهوم التأمين على السيارات

التأمين من حوادث السيارات هو: "ضمان لمالك السيارة أو من تحت حراسته من رجوع الغير عليه بالتعويض"² نتيجة تحقق الخطر المؤمن منه في حين يمتد لتغطية الأضرار المادية التي تلحق بالسيارة من ضياع أو هلاك.

وفي نطاق تعريف تأمين السيارات تجدر الإشارة إلى مفهوم حادث المرور والذي يمكن تعريفه "بأنه كل حادث تسببه السيارة سواء أثناء تحركها أو وقوفها أو تشغيلها أو على أي صورة كانت"³.

¹ Rapport d'activité des assurances 2023 <https://uar.dz/wp-content/uploads/2025/01/Activite-des-Assurances-en-Algerie-2023.pdf>

² جديدي معراج، محاضرات في قانون التأمين الجزائري، ط2، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2007، ص 139.

³ غازي أبو العرابي، مدى تغطية التأمين الإجباري للأضرار الجسدية الناشئة عن حوادث السيارات في القانونين الأردني والإماراتي (دراسة مقارنة بالفقه الإسلامي)، مجلة الشريعة والقانون، - ع 36، أكتوبر 2008، ص 162.

يمكن وصف التأمين على السيارات بأنه اتفاقية تلتزم فيها شركة التأمين بتعويض الأضرار التي قد تحدث، سواء كانت مادية أو جسدية، نتيجة استخدام المركبة، سواء من خلال تغطية المسؤولية المدنية تجاه الغير أو حماية مالك السيارة من الخسائر التي تصيب مركبته نتيجة حادث أو سرقة أو حريق...

المطلب الثاني: أنواع التأمين على السيارات

عقد التأمين على السيارات هو بشكل عام عقد تأمين ضد جميع الأخطار، يمكن تصنيفه بناء على الضمانات إلى تأمين المسؤولية المدنية وتأمين السيارات التكميلي (الاختياري)، أو حسب عدد المركبات المؤمن عليها إلى التأمين الفردي والتأمين الجماعي (الاسطول).

أولاً-تأمين المسؤولية المدنية

يعد الالتزام بالتأمين على المسؤولية المدنية الناشئة عن حوادث السيارات أحد أشكال التأمين ضد المسؤولية، هذا العقد يهدف إلى حماية الآخرين من الأضرار التي قد تحدث بسبب سيارة المؤمن له، أو أي شخص وقع منه حادث السيارة المؤمن عليها متى ثبت خطأه بأن يدفع للمضرور من الحادث تعويضا عن الضرر الذي أصابه ماديا أو جسمانيا، متى تحققت مسؤولية مرتكب الحادث. ويهدف التأمين الإلزامي إلى حماية المتضررين من المخاطر المحتملة، حيث يتوجب على المؤمن تعويض المستفيد من الحادث. بالإضافة إلى ذلك، يعد التأمين على السيارات بمثابة ضمان لمالك السيارة أو لأي شخص يتولى حراستها ضد مطالبات التعويض من الآخرين¹.

ومنه تنقسم مسؤولية مالك السيارة تجاه الغير إلى²:

- أخطار المسؤولية المدنية الناتجة عن الإصابات البدنية التي تصيب الغير وما ينتج عنها من خسائر.
- أخطار المسؤولية المدنية الناتجة عن التلف الذي يلحق بممتلكات الغير.

ثانياً-التأمين التكميلي أو الاختياري

قبل التطرق الي التأمين التكميلي أو الاختياري تجدر الإشارة الي ان الاكتتاب في أي نوع من أنواع هذا التأمين هو مقرون بالاكتتاب في تأمين المسؤولية المدنية، حيث يعتبر تأمين المسؤولية المدنية كضمان أساسي لدي شركات التأمين الجزائرية.

1 لدغش رحيمة، لدغش سليمة، إلزامية التأمين على المسؤولية الناشئة عن حوادث السيارات، مجلة التراث، العدد 01، المجلد العاشر، 2020، ص6-7.

2 السباعي محمد الفقي، الخطر والتأمين الأصول العلمية والتطبيقية، الزعيم، القاهرة، 2015، ص 475 .

الفصل الأول: الإطار العام للتأمين

يتم إبرام التأمين التكميلي أو الاختياري بموجب عقد يلتزم فيه المؤمن بتعويض المؤمن له عن الخسائر والأضرار الناجمة عن تحقق أخطار وحوادث المركبات، هذا النوع من التأمين يعد خيارًا طوعيًا بالكامل للمؤمن له دون أي إلزام قانوني أو تدخل من المشرعين في الزامه أو في تفاصيل بنود العقد. ويخضع هذا التأمين للأحكام والشروط والاستثناءات المنصوص عليها في عقد التأمين، فضلًا عن خضوعه للمبادئ القانونية العامة للعقود التأمينية. وتعمل شركات التأمين على إصدار وثائق التأمين التكميلي بهدف تقديم تغطية تأمينية إضافية لجسم المركبة المؤمن عليها¹.

تتيح شركات تأمين الأضرار مجموعة عقود تأمينية اختيارية يمكن للمؤمن له اقتناؤها بالإضافة إلى التأمين الإلزامي، وذلك بهدف توفير تغطية تأمينية له شخصيًا وليس فقط للغير. ومن بين هذه العقود²:

• ضمان الأضرار الناتجة عن التصادم أو بدونه (جميع الأخطار):

في حال وقوع تصادم مع مركبة أخرى أو الارتطام بجسم ثابت أو متحرك، أو في حال انقلاب المركبة المؤمنة دون حدوث تصادم مسبق، فإن شركة التأمين تتعهد بتعويض الأضرار التي قد تصيب السيارة المؤمنة وملحقاتها وأجزاء الغيار المحددة وفقًا لرمز الشركة المصنعة. يشمل هذا الضمان أيضًا تغطية التكاليف المتعلقة بإصلاح الأضرار الناتجة عن المدّ البحري، الفيضانات، انهيارات الصخور، تساقط الأحجار، انزلاق التربة، والبرد، مع استثناء الأضرار الناتجة عن أي كوارث طبيعية أخرى.

• تصادم مع مركبة أخرى مع تحديد هويتها:

تعويض الأضرار الناتجة عن تصادم المركبة المؤمن عليها مع طرف آخر معروف سواء كان مركبة أو شخصًا أو حيوانًا، خارج الملكيات أو المواقف الخاصة.

• انكسار الزجاج:

توفير تغطية إصلاح أو تعويض الأضرار التي تحدث نتيجة كسر الزجاج الأمامي والخلفي، زجاج السقف القابل للفتح، المرايا الجانبية والداخلية، سواء كانت المركبة متوقفة أو في حالة سير.

¹ السباعي محمد الفقي، مرجع سبق ذكره ، ص 480

² غداي إيمان، التأمين الإلزامي للمركبات في القانون الجزائري، الحوار الثقافي، م 13، ع 2، 2024، ص 131-133.

• السرقة:

تقديم تعويض للمؤمن له في حال سرقة المركبة أو محاولة سرقته، بما في ذلك الأضرار الناتجة عن تكسير الزجاج أو تحطيم أنظمة الغلق أو الأجهزة الإلكترونية وملحقات المركبة المبيّنة ضمن رمز الشركة المصنعة. لا تشمل التغطية السرقة دون تحطيم، باستثناء استعمال مفاتيح مقلدة.

• الحرائق والانفجارات:

تعويض عن الأضرار الناتجة عن الحريق أو الاحتراق التلقائي أو الصواعق أو الانفجارات، باستثناء الأضرار الناتجة عن نقل مواد متفجرة بطرق غير قانونية أو غير مصرح بها.

• ضمان الدفاع والمتابعة:

تلتزم شركة التأمين بالدفاع عن المؤمن له أمام المحاكم المدنية إذا تم رفع قضايا تخص مسؤوليته المدنية، وكذلك تمثيله أمام الجهات القضائية الجزائية إذا تمت متابعته بسبب مخالفات لقواعد المرور أو بسبب ارتكاب جنح القتل أو الجروح غير العمدية. بالإضافة إلى ذلك، للشركة الحق في استرداد التعويضات عن الأضرار المادية التي لحقت بالمركبة المؤمن عليها من الطرف المسؤول أو من شركة التأمين التابعة له.

• خدمة المساعدة:

تشمل الخدمة عملية جر المركبة في حال وقوع حادث أو عطل إلى المكان المحدد في حدود الصيغة المختارة (عدد الأميال والتدخلات).

• تغطيات خاصة بالركاب:

منتجات تأمين تكميلية لفائدة ركاب المركبة المؤمن عليها، تقدمها بعض الشركات مثل الشركة الوطنية للتأمين (SAA) عبر فرعها لتأمين الأشخاص (SAPS).

رابعا-تصنيف التأمين على السيارات حسب عدد الوثائق

يقصد بتصنيف التأمين وفقا لطبيعة الوثائق الشكل الإداري أو التنظيمي لعقد التأمين، أي من حيث عدد المركبات وطبيعة الجهة المستفيدة من التغطية. وحسب هذا التصنيف، ينقسم التأمين إلى نوعين:

- **التأمين الفردي:** هو عقد تأمين يبرم من قبل شخص طبيعي (أي فرد) لتأمين مركبة واحدة فقط، وعادة ما تكون مملوكة له شخصيا.

- **التأمين الجماعي (أسطول):** هو عقد واحد يشمل مجموعة من المركبات، وعادة ما تستخدمه الشركات، المؤسسات أو الهيئات التي تمتلك عددا كبيرا من المركبات. وبدلاً من إصدار وثيقة تأمين لكل مركبة على حدة، يتم إصدار وثيقة واحدة تشمل جميع المركبات التابعة لنفس الجهة.

المطلب الثالث: نطاق تطبيق التأمين على السيارات

تقتضي دراسة هذا الموضوع تحديد نطاق تطبيق تأمين السيارات، سواء من حيث موضوعه أو من حيث الأشخاص المعنيين به.

أولاً- نطاق تطبيق من حيث الموضوع

لتحديد نطاق تطبيق التأمين على السيارات، يجب أولاً تعريف ما هي السيارة وتشخيصها من جهة وتحديد المخاطر القابلة للضمان والغير قابلة للضمان من جهة أخرى.

1. مفهوم السيارة

تعني كلمة مركبة في النص الذي جاء به الأمر 74-15 في مادته الأولى: كل مركبة برية ذات محرك، كذلك مقطوراتها ونصف مقطوراتها وحمولتها. ويفهم مقطورات ونصف مقطورات ما يلي :

- المركبات البرية المنشأة بقصد ربطها بمركبة برية ذات محرك، وتكون تلك المركبات مخصصة لنقل الأشخاص أو الأشياء؛

- كل جهاز بري مرتبط بمركبة برية ذات محرك؛

- كل آلية أخرى يمكن أن تكون مقطورات أو نصف المقطورات، بموجب مرسوم.

يمكن أن تكون المركبة مستعملة لنقل الأشخاص أو لنقل البضائع. فإذا تحقق هذا التعريف في المركبة يكون مالکها ملزماً قبل انطلاقها للسير بإبرام عقد تأمين يغطي الأضرار التي تسببها للغير.

2. تشخيص المركبة

يتم تشخيص المركبة المشمولة بالضمان الخاص بالتأمين الإلزامي بمجموعة من المواصفات هي: الصنف، الطراز، رقم التسلسل، سنة الاستعمال ورقم التسجيل؛ وبناء على ذلك تقوم شركة التأمين بإصدار شهادة عند إبرام العقد، تؤكد فيها التزامها بتغطية المخاطر المرتبطة بالمسؤولية المدنية للمالك أو الحارس أو المتقدم بطلب التأمين، وتسمى بشهادة التأمين على السيارة وتشمل هذه الشهادة عند الحاجة، إلى جانب المركبة، مقطوراتها، مع بيان نوعها ورقم تسجيلها حتى لا يكون هناك تداخل بينها وبين مقطورات أخرى. وتتضمن على وجه الخصوص، البيانات التالية:

- اسم ومقر وعنوان شركة التأمين؛
- اسم ولقب وعنوان المؤمن له (المكتب في العقد)؛
- مدة الضمان ورقم وثيقة التأمين؛
- مواصفات المركبة المضمونة وخاصة رقم تسجيلها؛
- ختم وتوقيع ممثل شركة التأمين.

وتمثل هذه الشهادة قرينة قاطعة لضمان شركة التأمين للأخطار الخاصة بالتأمين الإلزامي للمدة المحددة وللمركبة المعنية بالمواصفات التي ذكرت في شهادة التأمين¹.

3. تحديد الأخطار القابلة للضمان والغير قابلة للضمان

1.3 الأخطار القابلة للضمان

يمكن أن يتضمن عقد التأمين الواحد أخطار من طبيعة متغايرة، أخطار ناجمة عن المسؤولية المدنية، وهو الجانب الإلزامي في العقد، أما المخاطر التي تتعلق بتلف جزئي أو كامل للسيارة أو تعرضها لمخاطر أخرى مثل السرقة أو الحريق أو كسر الزجاج أو الانقلاب فهي من الجوانب الاختيارية في العقد.

تكون المخاطر قابلة للتأمين فقط إذا استوفت نوعين من شروط التأمين، شروط فنية وشروط قانونية.

❖ الشروط القانونية: الأخطار القابلة للضمان لها الخصائص القانونية التالية²:

- أن يكون الخطر شيئاً مستقبلياً (الحدث لم يتحقق بعد)؛
- أن يكون الخطر شيئاً احتمالياً؛
- ألا يكون الخطر شيئاً إرادياً بحتاً.

يجب أن يكون الخطر المراد التأمين عليه، ذو طبيعة احتمالية، تصادفيه وعرضية فلا يمكن تأمين خطر قد حدث بالفعل. كما لا يجوز التأمين على الخسائر المتوقعة من قبل المؤمن له، إذ يشترط في الخطر أن يكون عارضاً وغير إرادي حتى يكون قابلاً للتأمين. وبالمثل، فإنه لا يمكن تغطية الخسائر التي تحدث برغبة المؤمن له عبر التأمين.

لذلك، فإن الأخطار القابلة للتأمين بمعناها القانوني هي حادث مستقبلي محتمل الوقوع لا يتسبب فيه المؤمن له بصورة عمدية.

❖ الشروط الفنية: الشروط التي يجب أن تتحقق من أجل أن تكون الأخطار قابلة للتأمين:

¹ جديدي معراج، مرجع سبق ذكره، ص 142.

² Couilbault, F., Eliashberg, C., Les grands principes de l'assurance, L'Argus, 9e éd., 2009, p. 54.

- أن يكون الخطر قابلاً للقياس؛
- إمكانية تصنيف الأخطار إلى فئات من أجل ضمان فئات أخطار متجانسة؛
- أن يكون عدد الأخطار كبيراً والقدرة على توزيع الخسارة الناتجة من وقوع خطر معين على عدد كبير من الأفراد المعرضين لوقوع هذا الخطر.

لكي يتم قبول التأمين على خطر معين، يجب أن يكون بإمكان قياسه وتقييمه. فالأخطار التي لا يمكن تقييمها مسبقاً لا تصلح أن تكون موضوعاً للتأمين. لأنه من الصعب تحديد سعر التأمين وقيمتها، دون قياس مسبق للخطر. الشرط الأساسي لقيام التأمين، يتمثل ذلك في وجود عدد كافٍ من الوحدات المتجانسة التي تواجه نفس نوع الخطر. حيث يعتمد التأمين يقوم على توزيع الخطر، وتوزيع عبء الخسارة. ان غياب الكثرة العددية على نحو مطلق، يجعل قيام التأمين مستحيلاً. وعندما يضعف عامل الكثرة العددية، تصبح محفظة التأمين اقل توازناً، وأكثر عرضة للتغيرات في نتائجها¹.

2.3 الأخطار الغير قابلة للضمان

يقر المشرع الجزائري استبعاد بعض الأخطار من الضمان والتي لا تستجيب الي الشروط التي تم ذكرها أعلاه²:

- الأضرار التي تسبب فيها المؤمن له بصورة عمدية؛
- الأضرار الناجمة بصفة مباشرة أو غير مباشرة عن الإشعاعات النووية وأضرار الطاقة الذرية؛
- الأضرار الناجمة عن الاختبارات أو المنافسات والتي هي في الواقع، تخضع لتنظيمات وخص مسبقة؛
- الأضرار التي تسببها المركبة الموضوعة تحت حراسة صاحب المرأب أو من يمارسون السمسرة وبيع وتصليح ومراقبة حسن سير المركبات.

ثانياً-نطاق تطبيق تأمين السيارات من حيث الأشخاص

مجال تطبيق تأمين السيارات يضم من حيث الأشخاص كل من الأشخاص المسؤولين عن الأضرار والأشخاص الذين يلحقهم الضرر من جراء الحوادث، ويستحقون بذلك التعويض.

¹ سليم على أمين الوردى، مرجع سبق ذكره، ص 79.

² جديدي معراج، مرجع سبق ذكره، ص 144-145.

1. الأشخاص المسؤولون عن الضرر

تتكون مجموعة الأفراد الذين يتحملون التبعية المالية للمسؤولية المدنية جراء حادث المرور من المؤمن له، و مكنتب عقد التأمين، ومن لديه اذن باستخدام المركبة، ثم شركة التأمين كضامن للمسؤولية المدنية الناتجة عن الأضرار التي يسببها حادث المركبة للغير، وإذا كان المؤمن له يأتي في الدرجة الأولى من حيث المسؤولية، فإن شركة التأمين تأتي في الدرجة الثانية بوصفها ضامنة للمؤمن له أو من آلت إليه حراسة المركبة بإذن منه عن رجوع الغير بالتعويض، وإذا كان مالك السيارة غير مؤمن، فسيكون ملزماً بتحمل تكاليف إصلاح الأضرار التي قد تلحق بالضحايا¹. وفقاً للمادة 04 من الأمر 74-15 "إن إلزامية التأمين يجب أن تغطي المسؤولية المدنية للمكنتب بالعقد ومالك المركبة وكذلك مسؤولية كل شخص آلت له بموجب إذن منها حراسة أو قيادة تلك المركبة، ماعدا أصحاب المرائب والأشخاص الذين يمارسون عادة السمسرة أو البيع أو التصليح أو الرأب أو مراقبة حسن سير المركبات وكذلك مندوبيهم، وذلك فيما يتعلق بالمركبات المعهود بها إليهم نظراً لمهامهم".

2. الأشخاص المستحقون للتعويض

بسبب حادث سيارة، يتم دفع التعويضات التي يستحقها الضحايا أو ذوي حقوقهم. والضحية في هذا الصدد هو ذلك الذي يستفيد من التعويض نتيجة ضرر أصيب به من جراء حادث سيارة في حالة بقاءه على قيد الحياة، وفي حالة وفاته يحل ذوي الحقوق محله في التعويض².

لقد عمل المشرع الجزائري على توسيع من دائرة الأشخاص المستحقون للتعويض، بالمقارنة بتشريعات بعض الدول الأخرى. حيث اعتبر من بين المستفيدين من التعويض المؤمن له (مالك السيارة) و الأشخاص الواقعين تحت رقابته، و من بينهم السائق المسؤول عن الحادث الذي تربطه بالمؤمن له علاقة التبعية.

¹ جديدي معراج، مرجع سبق ذكره، ص 146.

² جديدي معراج، مرجع سبق ذكره، ص 148-149.

خلاصة

أن قطاع التأمين لا يعتبر مجرد خدمة مالية تهدف إلى تغطية المخاطر، بل يمثل دعامة أساسية في النظامين الاقتصادي والاجتماعي. فعلى المستوى الاقتصادي، يساهم التأمين في تمويل الاقتصاد الوطني، ويعزز الاستقرار المالي، ويدعم التجارة والاستثمار، في حين يلعب دورًا اجتماعيًا هامًا من خلال التخفيف من آثار المخاطر على الأفراد والمجتمع، وتعويض الأضرار، والمساهمة في الوقاية منها، إلى جانب دوره التكميلي في منظومة الحماية الاجتماعية التي تضطلع بها الدولة.

وقد تناولنا في هذا الفصل المفاهيم النظرية الأساسية المرتبطة بالتأمين، إلى جانب استعراض تطوره التاريخي في الجزائر، والجهات الفاعلة فيه، مما يوفر إطارًا مرجعيًا لفهم خصوصيات هذا القطاع في السياق المحلي. كما خُصص الجزء الأخير من الفصل لدراسة تأمين السيارات، من خلال التعرف على أنواعه ونطاق تطبيقه، ويُعد تأمين السيارات من أكثر أنواع التأمين شيوعًا وتأثيرًا، لما يطرحه من إشكاليات وتحديات على المستويات القانونية والاقتصادية والاجتماعية، وهذا ما يجعله محور دراستنا.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

تمهيد

يتمثل الدور الأساسي للتأمين في توفير الحماية المالية للأفراد والمؤسسات، وذلك من خلال إتاحة وسيلة فعالة لنقل المخاطر إلى شركة التأمين مقابل دفع قسط تأميني. وبما أن المخاطر تختلف من حالة إلى أخرى ولا تكون متساوية بين المؤمن لهم، فمن الطبيعي أن يدفع كل مؤمن له قسطاً أو تعريفه تأمينية تتناسب مع مستوى حجم الخطر الذي يمثله. لذلك تسعى شركات التأمين دائماً إلى حساب القسط بشكل دقيق ووضع تسعيرة عادلة ومناسبة لكل مؤمن له، بما يضمن تغطية التزاماتها من جهة وتحقيق مبدأ العدالة التأمينية من جهة أخرى.

ولهذا سنتناول في هذا الفصل موضوع التسعير في التأمين، مع التركيز بشكل خاص على تأمين السيارات. حيث سنبدأ أولاً بالتعرّف على الظاهرة الجوهرية التي تؤثر في عملية التسعير، وهي مشكلة عدم تماثل المعلومات، مع توضيح الإجراءات التي تعتمدها شركات التأمين للحد من آثارها. بعد ذلك سنتطرق إلى مفهوم الخطر والشروط الواجب توفرها ليكون قابلاً للتأمين، ثم نوضح تعريف القسط وآلية تحديده، بالإضافة إلى شرح مفهوم التسعير في التأمين عموماً وتأمين السيارات على وجه الخصوص. وأخيراً سنستعرض أهم النماذج المعتمدة في تحديد تسعيرة تأمين السيارات.

المبحث الأول: عدم تماثل المعلومات وتأثيره على تسعير التأمين على السيارات

نتناول في هذا المبحث ظاهرة عدم تماثل المعلومات، باعتبارها إحدى الإشكاليات الجوهرية التي تواجه سوق التأمين بصفة عامة، وسوق تأمين السيارات بصفة خاصة. حيث تمثل هذه الظاهرة في وجود تفاوت في المعلومات المتاحة بين طرفي العقد التأميني، أي بين المؤمن والمؤمن له.

سنسعى في هذا المبحث إلى دراسة مفهوم عدم تماثل المعلومات، من خلال التمييز بين شكليه الرئيسيين: الاختيار المعاكس (Adverse Selection)، الذي يحدث قبل توقيع العقد، والسلوك الانتهازي أو المخاطر المعنوية (Moral Hazard)، والذي يظهر بعد إبرام العقد.

المطلب الأول: مفهوم عدم تماثل المعلومات

تعتبر حالات عدم تماثل المعلومات عن الأوضاع التي يكون فيها بعض المتعاملين في السوق يمتلكون معلومات خاصة لا تنتقل بشكل كامل إلى نظام تحديد أسعار الأصول¹. في مثل هذه الحالات، لا يؤدي السعر دوره الأساسي كإشارة على جودة السلعة أو الخدمة. وبالتالي، فإن السعر المرتفع لا يعكس بالضرورة الجودة العالية.

وفي قطاع التأمين على السيارات، ومع غياب المعلومات العامة والكافية، يصبح من الصعب على شركة التأمين تحديد قسط مناسب للمؤمن له². وتعتبر هذه الصعوبة من الأسباب الرئيسية لظهور مشكلة عدم تماثل المعلومات، حيث تتعارض مصالح كل من المؤمن والمؤمن له، مما يدعم إلى تفاقم هذه الفجوة المعلوماتية.

وتتجلى حالة عدم تماثل المعلومات بين طرفي العقد، أي شركة التأمين والمؤمن له، من خلال ظاهرتين اقتصاديتين معروفتين، وهما: الاختيار المعاكس (Sélection adverse) والسلوك الانتهازي أو المخاطر المعنوية (Aléa moral).

أولاً- الاختيار المعاكس (Sélection adverse)

يشير مفهوم الاختيار المعاكس إلى اختلال في عمل الأسواق ناتج عن وجود مشكلة في توافر المعلومات بشكل غير متكافئ بين الأطراف. فعندما لا يستطيع المشترون تقييم جودة السلع التي يرغبون في اقتنائها بشكل دقيق، يستغل بعض البائعين هذا الوضع ويقومون بالمبالغة في تقييم منتجاتهم وبيعها بأعلى الأسعار

¹ Chabert, D., *Manuel d'économie bancaire appliquée au cœur des entreprises bancaires*, RB, 2^e éd., Paris, 2014, p. 151.

² Ben Hamouda, M., *La présence de l'asymétrie informationnelle sur le marché des assurances automobiles*, Université Laval de Québec, 2009, p. 19.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

الممكنة. في المقابل، يواجه المستهلكون من نقص الثقة في تصريحات العارضين، وهذا ما يجعل السعر يفقد أهميته كمؤشر حقيقي لجودة السلعة. وبسبب هذا الشك العام، قد يجد البائعون الذين يعرضون منتجات عالية الجودة أنفسهم غير قادرين على بيع سلعتهم بسعرها الحقيقي الذي تستحقه، وذلك لأن المستهلكين يشكّون حتى في المنتجات الجيدة. وبالتالي، يصبح السعر المرتفع غير كافٍ للإشارة إلى جودة مرتفعة، ويقع المنتجون الجيدون ضحية لهذا الخلل المعلوماتي¹.

وقد أبرز هذا المبدأ الاقتصادي جورج أكرلوف سنة 1970 في دراسته الشهيرة عن سوق السيارات المستعملة، حيث لاحظ أن البائعين الذين يعرضون سيارات رديئة الجودة يمكنهم رفع الأسعار بشكل مصطنع إلى حد يجعل البائعين الصادقين ينسحبون من السوق. فعندما تُعرض عليهم أسعار مبالغ فيها، يرفضون البيع لأنهم يدركون أن القيمة الفعلية لسياراتهم لا تنعكس في تلك الأسعار. وبذلك، لا يبقى في السوق إلا البائعون الذين يقدمون سلعة رديئة.

يُعد الاختيار المعاكس من أهم مظاهر اختلال السوق الناتجة عن عدم تماثل المعلومات بين طرفي عقد التأمين، أي شركة التأمين والمؤمن له. ويظهر هذا الخلل عندما يعجز المؤمن عن التمييز بدقة بين مستويات التعرض للخطر لدى المؤمن لهم، رغم التفاوت الفعلي في خصائصهم الفردية من حيث درجة الخطورة.

وبحسب ما أوضحه (Harrington & Niehaus, 2003)، فإن الاختيار السلبي يحدث عندما يكون الأفراد الذين لديهم مخاطر عالية أكثر احتمالاً للانخراط في التأمين من أولئك الذين يتمتعون بمستوى مخاطرة منخفض. السبب في ذلك يعود إلى أن الأفراد المؤمن عليهم يمتلكون معلومات خاصة وأكثر دقة عن طبيعة الأخطار التي يواجهونها، تفوق تلك المتوفرة لدى شركة التأمين. وفي حال اعتماد تسعيرة موحدة لجميع المؤمن لهم، تحدد على أساس متوسط الخسارة المتوقعة للمحفظة التأمينية ككل، فإن هذا يؤدي إلى تحميل الأفراد أصحاب المخاطر المنخفضة أقساطاً تفوق مستوى الخطر الذي يمثلونه فعلياً، في حين يدفع ذوو المخاطر العالية أقساطاً أقل من التكلفة الحقيقية لتأمينهم. ويؤدي هذا الاختلال إلى انسحاب الزبائن أصحاب المخاطر المنخفضة من السوق، مما يزيد من متوسط الخطر الإجمالي للمحفظة².

وللحد من هذه الظاهرة، تلجأ شركات التأمين إلى استراتيجيات متقدمة في تصنيف الأخطار، تعتمد على تقنيات التحليل الإحصائي ونماذج التسعير الحديثة، بهدف تحديد الأقساط بطريقة تتناسب مع مستوى

¹ Mulimiwa, M., Mumbere, M., et Tshibuabua Shamba, J.-C., *Lutte contre l'asymétrie de l'information en assurance automobile à la SONAS*, ville de Kinshasa, MES-RIDS, no 135, vol. 1, juillet-août 2024, p. 163.

² Harrington, S. E., et Niehaus, G. R., *Risk Management and Insurance*, 2^e éd., New York : McGraw Hill/Irwin, 2003, pp. 186-188.

الخطر الفردي لكل مؤمن له. ويعتبر هذا النهج، المعروف بالتسعيرة القائمة على المخاطر، وسيلة فعالة لتقليص آثار الانتقاء المعاكس.

ثانياً-الخطر المعنوي(aléa moral)

الخطر المعنوي يعد من المخاطر التي تتدرج تحت فئة المخاطر غير العشوائية. هذه المخاطر تُضاف إلى المخاطر المحتملة مما يزيد من شدة الحوادث المؤمن عليها. سبب ذلك يعود إلى سلوكيات مثل الإهمال، وغياب الوعي المتوقع، أو الأفعال الإجرامية، أهمها الاحتيال في التأمين. وتشكل هذه المخاطر المعنوية أحد العوامل الرئيسية التي تضعف من كفاءة شركات التأمين الخاصة في تقديم تغطية فعّالة للمخاطر، ويعود ذلك في الأساس إلى وجود حالات من عدم تماثل المعلومات بين طرفي العلاقة التعاقدية، أي بين شركة التأمين والمؤمن له¹.

في مجال التأمين على السيارات، يعد الخطر المعنوي ظاهرة شائعة ومعقدة في آن واحد، لأن شركة التأمين تجد صعوبة في مراقبة سلوك السائق المؤمن له أثناء القيادة. فغياب المراقبة الفعلية يسمح لهذا الأخير بانتهاج سلوكيات عالية المخاطر، مثل تجاوز السرعة المحددة، أو استعمال الهاتف المحمول أثناء القيادة، أو عدم الالتزام بإشارات المرور، وذلك نتيجة لشعوره بالأمان الناجم عن علمه بأن شركة التأمين ستتحمل الجزء الأكبر من الخسائر المحتملة في حال وقوع حادث.

بالإضافة إلى ذلك، قد يقوم بعض الافراد المؤمن لهم بإخفاء معلومات أساسية عند التعاقد، كعدم الإفصاح عن أعطال فنية في المركبة أو عن مشكلات صحية قد تؤثر على قدرتهم على القيادة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة درجة التعرض للخطر دون علم شركة التأمين، مما يتعارض بمبدأ الإنصاف في التعاقد ويمكن أن يؤثر سلباً على عملية تحديد تسعيرة التأمين.

وغالباً ما يتم التمييز بين نوعين من الخطر المعنوي وفقاً للمرحلة الزمنية التي يظهر فيها:

1. الخطر المعنوي السابق للحدث

هذا النوع من الخطر يتعلق بالتغيرات السلوكية التي تطرأ على سلوك المؤمن له قبل وقوع الحادث، وخصوصاً بعد إبرام عقد التأمين. ففي هذه الحالة، قد يتخلى المؤمن له عن اتخاذ التدابير الوقائية التي كان يتبعها سابقاً، مستنداً إلى الحماية التي يوفرها له عقد التأمين. وقد يظهر هذا النوع من الخطر أيضاً من خلال التقييم غير الدقيق والمتعمد لقيمة الممتلكات المؤمن عليها، سواء من خلال المبالغة أو التقليل

¹ Gajewski, J.-F., *Frictions et Asymétrie d'Information sur les marchés d'Actions*, *Économica*, 2000, p. 56

من قيمتها. ففي حالة المبالغة في التقييم، يدفع المؤمن له أقساطاً أعلى، على أمل ان يحصل على تعويض يتجاوز القيمة الحقيقية للممتلكات في حال وقوع ضرر.

أما في حالة التقليل من التقييم، فيسعى المؤمن له إلى دفع قسط تأميني أقل، مع التوقع بالحصول على تعويض كلي أو على الأقل مساوي للقيمة المصرح بها، خصوصاً إذا كان الضرر الناتج كبيراً ويفوق تلك القيمة¹.

2. الخطر المعنوي اللاحق للحدث (L'aléa moral ex post)

هذا الخطر مرتبط بالممارسات التي تحدث عقب وقوع الحادث أو الكارثة. ففي هذا السياق، يمكن أن يقوم المؤمن له على تضخيم قيمة الأضرار التي لحقت بالممتلكات المصرح بها، بحيث تكون القيمة المعلنة أعلى من القيمة الحقيقية. وفي بعض الحالات، قد يقوم المؤمن له بتقديم معلومات كاذبة عن فقدان أو ضرر لممتلكات لم تتعرض لأي أذى أو ليست مفقودة أساساً، وهو ما يعد شكلاً من أشكال الاحتيال التأميني الصريح².

المطلب الثاني: الإجراءات التي تتخذها شركات التأمين تجاه عدم تماثل المعلومات

تواجه شركات التأمين صعوبات كبيرة ناجمة عن ظاهرة عدم تماثل المعلومات، حيث لا تتوفر لديها كافة المعطيات الدقيقة حول سلوك المؤمن له أو طبيعة الخطر المؤمن عليه. ولمواجهة هذه الإشكالية، تلجأ شركات التأمين إلى مجموعة من الإجراءات والاستراتيجيات تهدف إلى الحد من تأثير هذه الظاهرة وضمان استقرار السوق وعدالة التسعير. ويمكن تلخيص أهم ردود الفعل الممكنة فيما يلي:

أولاً-الزيادات في الأقساط التأمينية (الاشتراكات الإضافية)

تتمثل هذه الاستراتيجية في رفع قيمة القسط التأميني بهدف تعويض الخسائر المحتملة الناتجة عن عدم تماثل المعلومات بين شركة التأمين والمؤمن له. ومع أن هذا الإجراء يعد وسيلة مباشرة لتقليل آثار هذه الظاهرة، إلا أنه ينطوي على عيبين رئيسيين³:

¹ Zajdenweber, D., *Économie et gestion de l'assurance*, Paris : Economica, 2006, p. 44-45.

² Zajdenweber, D., *Idem*, p. 45-46.

³ Zajdenweber, D., *Idem*, p. 46-48.

1. الإجحاف في حق المؤمن لهم ذوي السلوك السليم

حيث يتم فرض قسط أعلى حتى على المؤمن لهم الذين لم يستغلوا عدم تماثل المعلومات ولم يببالغوا في عرض أو إخفاء مستوى الخطر الفعلي. ونتيجة لذلك، لا يشعر هؤلاء الأشخاص بوجود دافع حقيقي لتجنب التصرفات التي تؤثر على توازن المعلومات أو لتقليل مستوى الخطر الذي يمثلونه.

2. خطر انسحاب المؤمن لهم منخفضي المخاطر من السوق

عندما تكون الأقساط مرتفعة بشكل لا يعكس مستوى الخطر الفعلي، فإن الأفراد أو المؤسسات ذات المخاطر المنخفضة قد يتخلون عن شراء التأمين، لكونه لا يتماشى مع مصلحتهم الاقتصادية. وقد يؤدي هذا الانسحاب في تقليل حجم السوق، وأيضاً قد يهدد بقاء نظام التأمين على المدى الطويل.

ثانياً-الخَصْم (أو التحمّل)(Franchise)

يعتبر شرط التحمل من الصيغ التعاقدية الشائعة في مجال التأمين، ويعود انتشاره الواسع إلى سببين رئيسيين¹:

1. تقاسم الخطر بين شركة التأمين والمؤمن له

في عقد التأمين الذي يحتوي على شرط التحمل، لا تتحمل شركة التأمين وحدها كافة الخسائر، بل يتم تحميل المؤمن له جزءاً من التكاليف في حالة وقوع الخطر. يُساعد ذلك على تعزيز سلوك الحذر من قبل المؤمن له بعد أن يحصل على التأمين، وهو ما يسهم بشكل فعال في تقليل حالات التصرفات الانتهازية بعد إجراء التعاقد.

2. تقليص التكاليف التشغيلية لشركة التأمين

بفضل وجود شرط التحمل، تستطيع شركة التأمين تجنب معالجة الطلبات الصغيرة التي تقل قيمتها عن الحد المحدد، هذا يساعدها في تقادي الأعباء الإدارية والمالية المرتبطة بدراسة هذه الملفات. فعند وقوع حادث لا تتجاوز تكلفته مبلغ التحمل، لا تقوم الشركة بدفع أي تعويض، مما يؤدي إلى توفير مواردها المالية والإدارية.

¹ Mulimiwa, M., Mumbere, M., et Tshibuabua Shamba, J.-C., *Lutte contre l'asymétrie de l'information en assurance automobile à la SONAS, ville de Kinshasa, MES-RIDS, no 135, vol. 1, juillet-août 2024, p. 166.*

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

وبذلك، فإن عقد التأمين الذي يتضمن شرط التحمل يُوفّر تغطية جزئية للخطر، حيث يُلزم المؤمن له بدفع كامل قيمة الضرر إذا كانت أقل من مبلغ التحمل المتفق عليه. أما إذا تجاوزت الخسارة هذا المبلغ، فإن شركة التأمين تتكفل فقط بالفرق بين الضرر وقيمة التحمل.

ثالثاً-العقود متعددة الفترات الزمنية

بات الآن الاهتمام بعقود التأمين طويلة الأجل في تزايد مستمر، بعد ما كان في السابق أغلب الباحثون يعتبرون أن عقود التأمين قصيرة الأجل هي الأنسب للحصول على نتائج تحليلية واضحة وسهلة. وذلك لسبب رئيسي يتمثل في أن أغلب عقود التأمين في مختلف المجالات، بما في ذلك التأمين على السيارات، تبرم لفترات زمنية طويلة، مما يجعل دراستها أكثر واقعية وانسجاماً مع الممارسة الفعلية.

الهدف الأساسي من اعتماد العقود طويلة الأجل في مجال التأمين على السيارات هو الحد من مشكلة الخطر المعنوي ففي بداية العلاقة التعاقدية، يتسم موقف شركة التأمين بالحدّز تجاه المؤمن له، نتيجة غياب المعلومات الكافية حول سلوك السائق. غير أن مع مرور الوقت يتيح للمؤمن ملاحظة سلوك السائق، مما يساعد شركات التأمين من تقييم بدقة للمخاطر المرتبطة به¹.

وعليه، تساعد العقود طويلة الأجل بشكل فعال في بناء علاقة ثقة تدريجية بين الطرفين: شركة التأمين والمؤمن له، مما يعزز من جودة التعاقد ويحد من عدم اليقين السائد في المراحل الأولى من العلاقة التأمينية.

رابعاً-بنود نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus)

تعتمد شركات التأمين في نظام المكافأة والعقوبة على الخبرة السابقة للمؤمن له من أجل تقييم احتمالية وجود اختيار معاكس أو آثار معنوية (أخلاقية) غير مرغوبة. ويقوم هذا النظام على تعديل القسط التأميني كل سنة من خلال معامل متغير. فعند وقوع حادث مغطى بالتأمين، تقوم شركات التأمين برفع قيمة المعامل، ما يؤدي إلى زيادة القسط التأميني في السنة الموالية. أما في حال عدم تسجيل أي حادث، يتم تخفيض المعامل وبالتالي تتخفف قيمة القسط للسنة الموالية. وتعد هذه البنود وسيلة فعالة لتحفيز المؤمن لهم على تبني سلوكيات أكثر مسؤولية، وتقلل من ممارسات الانتقاء المعاكس ومن الأثر المعنوي السلبي.²

¹ Mulimiwa, M., Mumbere, M., et Tshibuabua Shamba, J.-C., *Ibid*, p. 167.

² Zajdenweber, D., *Économie et gestion de l'assurance*, Paris : Economica, 2006, p. 46.

خامسا- دور البيانات الضخمة في الحد من عدم تماثل المعلومات والمخاطر الأخلاقية في قطاع التأمين

تعتبر البيانات الضخمة وسيلة فعّالة في تقليص ظاهرة عدم تماثل المعلومات بين المؤمن والمؤمن له، بل إنها قد تؤدي إلى تحول جذري في توزيع المعرفة بين الطرفين. ومع التطور المتسارع في تقنيات جمع وتحليل البيانات، أصبح بإمكان شركات التأمين النفاذ إلى مصادر معلومات متعددة ومتنوعة، وتوظيف الخوارزميات الذكية لتحليل السلوك والمخاطر الصحية أو المهنية للمؤمن لهم بدقة تفوق التقديرات الذاتية لهؤلاء الأفراد.

هذا التمكن المعلوماتي المتزايد من طرف شركات التأمين قد يؤدي إلى انعكاس في علاقة القوة المعلوماتية، حيث لا يعود الخطر متمثلاً في إخفاء المؤمن له لبعض المعلومات، بل في احتمال احتفاظ المؤمن بمعلومات مكتشفة قد لا يفصح عنها، مما يعيد تشكيل إشكالية عدم تماثل المعلومات ضمن منطق جديد. في السياق نفسه، تساعد تقنيات تحليل البيانات الضخمة في الحد من المخاطر الأخلاقية من خلال إتاحة قدرات رقابية دقيقة ومنخفضة التكلفة. إذ تسمح هذه الأدوات بالكشف عن السلوكيات التي قد تتم عن إهمال أو تحايل، مما يرفع من فعالية تقييم المخاطر وتدبير التعويضات، ويُحسن بالتالي من كفاءة النظام التأميني.

تلعب البيانات الضخمة دوراً جوهرياً في تقليل المخاطر في التأمين على السيارات من خلال توفير معلومات آنية عن سلوك السائق وظروف القيادة، مما يسمح بتقييم ديناميكي للمخاطر وتسعيرة عادلة وشخصية للتأمين. كما تساعد في الكشف المبكر عن الحوادث، رصد الاحتيال، والتنبيه بالمناطق عالية الخطورة، مما يعزز قدرة شركات التأمين على اتخاذ قرارات وقائية وفعّالة للحد من الخسائر المحتملة¹.

المبحث الثاني : مفهوم الخطر التأميني والقسط

الخطر التأميني هو حجر الأساس في عمل شركات التأمين، باعتباره الطرف غير المتوقع الذي قد يلحق ضرراً بالمؤمن له. وتبعاً لدرجة هذا الخطر واحتمالية وقوعه، يتم تحديد القسط التأميني الذي يمثل المقابل المالي الذي يدفعه الزبون مقابل حصوله على التغطية التأمينية. أن فهم العلاقة بين الخطر والقسط أمراً جوهرياً في دراسة آليات تحديد تسعيرة التأمين بشكل عام، و تأمين السيارات بشكل خاص.

¹ Lasry, J.-M., La rencontre choc de l'assurance et du Big Data, Risques 103, 2015, p. 23.

المطلب الاول: تعريف الخطر وانواعه

يعتبر الخطر العنصر الأساسي في عقد التأمين، إذ إن تحديده يسمح بتحديد وحساب العنصرين الآخرين وهما القسط والتعويض.

أولاً- مفهوم الخطر

يعرف فقهاء التأمين الخطر بأنه احتمال وقوع حادث خلال فترة زمنية محددة قد يؤدي إلى نتائج مادية معينة. كما يُعرّف الخطر بأنه "عدم التأكد" أو "عدم اليقين" الناتج عن إمكانية حدوث أمر معين وتحققه¹.

كما يعرف أيضاً بأنه: الخوف من تجاوز الخسارة المالية الفعلية للخسارة المحتملة عند حدوث حادث معين، من هذا المفهوم يتضح لنا أن المخاطر تتمثل في تجاوز الخسائر المالية الفعلية للخسائر المتوقعة².

ومنه يمكن تعريف الخطر على انه احتمال وقوع حادث غير مؤكد خلال فترة زمنية محددة، قد يترتب عليه خسائر مالية قابلة للقياس والتقييم. وينشأ الخطر نتيجة لحالة من عدم اليقين، ترتبط بإمكانية حدوث واقعة مستقبلية لا يمكن التحكم فيها، لأنها تقع خارج نطاق إرادة.

هناك مجموعة من الصفات والشروط يجب أن تتوافر في خطر معين حتى نستطيع التأمين ضده، وحتى تقبل شركات التأمين على هذا الخطر، ومن هذه الشروط أو الصفات نذكر ما يلي:

• الاحتمالية

يتطلب ان يكون الخطر القابل للتأمين محتمل الحدوث ليس مؤكدا ولا مستحيلا، لأن عنصر عدم التأكد هو جوهر التأمين. فالأخطار مثل حوادث السيارات أو الحرائق أو السرقات تعتبر أخطار محتملة قد تقع أو لا تقع، بينما الخطر المؤكد مثل الوفاة يتعلق بعدم تأكده فقط بموعد حدوثه. من ناحية أخرى، إذا كان الخطر غير ممكن أو قد زال بالفعل، فلا معنى للتأمين ضده، لأن الاحتمالية تكون في هذه الحالة معدومة. وبالتالي، تُحدد الاحتمالية رياضياً بقيمة تتراوح من صفر إلى واحد: فإذا كانت قيمتها صفر، فإن الخطر غير ممكن الحدوث، وإذا كانت قيمتها واحدة، فهو مؤكد الحدوث.

¹ أبو بكر، عبد أحمد ووليد إسماعيل السيفو. إدارة الخطر والتأمين، الطبعة العربية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2009، ص 26.

² أبو بكر، عبد أحمد. دراسات وبحوث في التأمين، الطبعة الأولى، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2010، ص 356.

• أن يكون الخطر موضوع التأمين قابلاً للقياس بشكل كمي

بما أن التأمين يعتمد على أساس تعويض الأضرار الناتجة عن تحقق الخطر المؤمن ضده فإنه من المنطقي أن تكون هذه الأضرار قابلة للقياس ويمكن التعبير عنها كمياً حتى يسهل على شركة التأمين حساب القسط الواجب استيفاءه من طالب التأمين.

• وقوع الخطر غير إرادي

أي أن يكون الخطر غير مرتين لأحد طرفي عقد التأمين وإنما يرتين بإرادة طرف ثالث مستقل أو بظروف لا دخل لطرفي العقد فيها ولا يملكون أمرها، وبذلك فإن شركات التأمين تقوم بتعويض في حالة ما إذا كان الضرر وقع بصورة عشوائية وليس عمداً، كما أن تعمد حدوث الضرر يخالف قانون الأعداد الكبيرة الذي يعتمد وبصورة أساسية على الأحداث التي تقع بصورة عشوائية وكما هو معروف فإن شركات التأمين تعتمد كثيراً في حساباتها على هذا القانون.

• أن يكون الخطر موضوع التأمين مشروعاً قانوناً

يقصد أن يكون الخطر موضوع التأمين مشروعاً قانونياً وأن يكون أخلاقياً فمثلاً التأمين على بضائع مسروقة أو مهربة غير قابل للتعويض عند تحقق الخطر، كما أن شركات التأمين لا تقوم بالتأمين ضد مخالفات السير في حالة ما إذا كانت المخالفة غير قانونية أو غير أخلاقية، كما أن الأضرار الناتجة نتيجة حادث سير تبين أن السائق تحت تأثير المخدرات أو السكر لا يستحق التعويض.

• أن لا تكون الأضرار في حال حدوثها من الحجم الهائل

بمعنى أن شركات التأمين لا تستطيع تحمل تعويض الأضرار لعدد كبير من الأشخاص في الوقت نفسه، ولتجنب هذه الخسائر ذات الحجم الهائل تلجأ شركات التأمين لاستخدام إعادة التأمين أو أن تقوم بالتنوع الجغرافي.

• أن يكون قسط التأمين الذي تم تحديده لخطر معين مقدوراً على دفعه من قبل المؤمن له

غالبا، كلما ارتفع احتمال تحقق الخطر المؤمن عليه، زادت قيمة القسط التأميني، مما قد يجعل بعض أنواع التأمين غير مجدية اقتصادياً بالنسبة لبعض الأفراد في حالات معينة.

• يجب أن يكون الخطر المؤمن ضده مستقبلي

أي أن الخسارة يجب أن تخضع لعنصر الصدفة، أي أن الخسارة محتملة وغير مؤكدة الوقوع لأن الخسارة التي وقعت بالماضي أو الخطر الذي حدث بالماضي هو مؤكد الوقوع واحتمالية حدوثه 100% ولا يجوز التأمين ضد خطر مؤكد الوقوع.

ثانياً- أنواع الأخطار

تنقسم الأخطار بصفة عامة إلى نوعين:

1. أخطار معنوية وغير اقتصادية

الأخطار المعنوية هي تلك التي يقتصر أثرها على الحالة النفسية للفرد دون أن تؤثر بشكل مباشر على الجوانب المالية، مثل الخوف من فقدان شخص قريب. هذه الأخطار يدرسها علم النفس وعلم الاجتماع ولا يمكن قياسها بدقة لغياب أدوات قياس موضوعية كتلك المستخدمة في الاقتصاد. ومع ذلك، قد تتحول بعض الأخطار المعنوية إلى أخطار اقتصادية إذا نتج عنها أثر مالي، كالتغيب عن العمل أو خسارة فرصة مهمة بسبب الحزن، مما يؤدي إلى خسارة مادية. وتبرز أهمية التمييز بين الأخطار الاقتصادية وغير الاقتصادية في إمكانية التأمين، إذ لا يمكن التأمين ضد الأخطار المعنوية لأنه لا يمكن قياس تكلفتها مالياً بشكل محدد.

2. أخطار اقتصادية

هي الأخطار التي يترتب على تحققها خسارة مالية، ومثال الأخطار الاقتصادية: تعرض السيارة لحادث، احتراق المنزل أو المصنع، غرق السفينة أو البضاعة، انخفاض الدخل أو فقدان رأس المال بسبب حالة الكساد الاقتصادي.

المطلب الثاني: تعريف قسط التأمين ومعايير احتسابه

يعتبر قسط التأمين حجر الزاوية في عملية التأمين، حيث تولي شركات التأمين أهمية خاصة لتحديد معايير احتسابه لتحقيق التوازن بين العدالة والاستدامة المالية.

أولاً-تعريف القسط

يشكل القسط ركناً من أركان التأمين، وهو المبلغ الذي يدفعه المؤمن له للمؤمن مقابل تعهد هذا الأخير بتغطية الخطر موضوع التأمين في حال وقوعه. فالقسط يمثل سعر وحدة واحدة من التأمين، فهو كأي سعر منتج آخر عبارة عن دالة في التكاليف¹.

ثانياً-معايير احتساب القسط

لا يمكن لشركة التأمين تقديم تغطية تأمينية دون احتساب القسط أو الاشتراك الواجب سداً. ويعتمد تحديد هذا القسط على مجموعة من المعايير الأساسية، من بينها:

- **حدة الخطر** : فكلما زادت شدة الخطر المؤمن ضده، ارتفعت تبعاً لذلك تكلفة التأمين، نظراً لزيادة احتمالية تحقق الخسارة.
- **تكرار الخطر** : كلما ازدادت وتيرة حدوث الخطر، يرتفع نتيجة لذلك تكلفة القسط التأميني، لما يترتب عنه من زيادة في عدد التعويضات المحتملة.
- **معدل الفائدة** : استثمار الأقساط المدفوعة مسبقاً يوفر فوائد مالية لشركة التأمين، مما يمكنها من تقليل قيمة القسط بما يتناسب مع حجم هذه الفائدة.
- **مدة التغطية التأمينية** : في حال عدم تغير الخطر من سنة إلى أخرى، يدفع المؤمن له قسطاً سنوياً يغطي تكلفة سنة واحدة. وإذا كانت المدة أقل من سنة، يُطلب منه فقط جزءاً نسبياً من القسط السنوي يتناسب مع مدة التغطية الفعلية.

المطلب الثالث: حساب قسط التأمين

وبالاعتماد على الأسس الرياضية والإحصائية يتم حساب قسط التأمين كالتالي:

أولاً-قسط الخطر (la prime pure)

يتمثل في المبلغ الذي يتوجب على شركة التأمين دفعه للمؤمن له كتعويض جراء الخسائر الناتجة عن تحقق الأخطار، بلا زيادة ولا نقصان². يتم الحصول عليه بحساب الأمل الرياضي للخسائر

¹ Vaughan, E. J., et Vaughan, T. M., **Fundamentals of Risk and Insurance**, 10^e éd., John Wiley & Sons, Inc., 2008, p. 130.

² Denuit, M., et Charpentier, A., **Mathématiques de l'assurance non-vie (Principes fondamentaux de théorie du risque)**, tome 1, Économica, 2004, p. 110.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

الإجمالية، فهي تعبر عن الحد الأدنى الذي تطلبه شركات التأمين. يعتبر قسط الخطر أيضا بقسط التوازن الذي يعكس الخسائر الناتجة عن وقوع الخطر بدون النظر عن التكاليف التي تتحملها شركات التأمين. بمعنى أن قسط الخطر يجب أن يساوي التكلفة المتوقعة للكوارث، والتي تقدر على أساس عنصرين هما:

- المبلغ المتوسط للتعويض الواجب سداده.
- احتمال تحقق الحادث.

ليكن S المتغير العشوائي لإجمالي مبالغ الخسائر المسجلة خلال سنة واحدة، وليكن N المتغير العشوائي لعدد الخسائر المسجلة في هذه السنة، و X_i مبلغ الخسارة رقم i حيث $i = 1, \dots, N$ وعليه نكتب:

$$S = \sum_{i=1}^N X_i$$

وكما ذكرنا قسط الخطر يمثل في الأمل الرياضي إجمالي الخسائر، أي $E(S)$ وبافتراض الفرضيتين، الأولى بأن $(X_i)_{i=1 \dots \infty}$ مستقلة وتتبع توزيعا متماثلا، والثانية الاستقلالية بين المبالغ $(X_i)_{i=1 \dots \infty}$ وعدد الخسائر N فإن¹:

$$E(S) = E(N)E(X_i)$$

ثانيا- القسط الصافي (la prime nette)

يشمل القسط الصافي كل من قسط الخطر مضافا إليه نفقات التحصيل، وعليه:

$$\text{قسط الصافي} = \text{قسط الخطر} + \text{نفقات التحصيل}$$

تتحمل شركات التأمين مجموعة من النفقات الإضافية التي تضاف إلى قيمة الاشتراك الصافي ضمن هيكل التسعير الإجمالي²:

¹ Dickson, D. C. M., Insurance Risk and Ruin, **International Series on Actuarial Science**, Cambridge University Press, 2006, pp. 53–55.

² Paulin, M., **Économie et Organisation de l'Assurance**, BTS Assurances, 2007, p. 114.

❖ مصاريف الإشهار:

تلجأ شركات التأمين، سواء كانت تجارية أو تعاونية، إلى الإعلانات لجذب الزبائن المحتملين عبر الصحف والتلفزيون والإعلانات الميدانية وكذلك وسائل التواصل الاجتماعي، حيث هذه الأخيرة تلعب دورا مهما في التسويق حاليا.

❖ مصاريف التوزيع:

تدفع الشركات عمولات للوسطاء، وغالبا ما تمنح مكافآت تشجيعية لهؤلاء الوسطاء لجلب زبائن جدد.

❖ مصاريف التسيير:

تشمل التكاليف المرتبطة بالموظفين، العقارات، طباعة العقود، الأنظمة المعلوماتية، الاتصالات الهاتفية، التكوين، والضرائب.

❖ الأعباء المالية:

- المبالغ المخصصة لتعزيز هامش الملاءة المالية تماشيا مع الزيادة في حجم رقم الأعمال.
- الأرباح الموزعة على المساهمين، خاصة بالنسبة لشركات التأمين ذات الطابع التجاري، باعتبارها التزاماً مالياً تجاه أصحاب رؤوس الأموال.

ثالثاً- القسط التجاري (la prime commerciale)

هو المبلغ الإجمالي الذي يتعين على الزبون دفعه، ويتكون من الاشتراك الصافي بالإضافة الى الرسوم والتكاليف الإضافية¹:

$$\text{القسط التجاري} = \text{القسط الصافي} + \text{التكاليف الإضافية} + \text{الرسوم}$$

التكاليف الإضافية: تمثل المصاريف المرتبطة بإرسال إشعار دفع الاشتراك وتكاليف عملية التحصيل. ومع تطور الأنظمة المعلوماتية، أصبح من الممكن تقليص هذه التكاليف أو حتى إلغاؤها تماما.

¹ Paulin, M., *Ibid*, p. 116.

الرسوم: هي عبارة عن رسوم غير مباشرة تحتسب على أساس قيمة الاشتراك الصافي مضافاً إليها التكاليف الإضافية، وتحويل حصيلتها إلى خزينة الدولة.

المبحث الثالث: التسعير لدى شركات التأمين

يتميز التأمين بأنه خدمة مؤجلة التنفيذ، إذ لا يمكن تحديد تكلفتها الحقيقية بدقة إلا عند نهاية مدة العقد، بخلاف السلع التقليدية التي تحدد تكلفتها مسبقاً. ففي حين تقوم الشركة بتحديد تسعيرة السلع بناءً على تكلفتها مضافاً إليها هامش ربح، بالنسبة لشركات التأمين فالأمر يختلف من حيث أن قيمة التعويض لا يمكن معرفتها إلا بعد تحقق الخطر. وبذلك، فإن القسط الذي يدفعه المؤمن له يعتبر ربحاً محتملاً لشركة التأمين إذا لم يقع الخطر، أو التزاماً مالياً كبيراً في حال حدوثه. وسنتناول في هذا المبحث مفهوم التسعير في التأمين، وأهدافها، مع تركيز على تسعير التأمين على السيارات و أنواعه.

المطلب الأول: مفهوم التسعير لدى شركات التأمين وأهدافه

أولاً- مفهوم التسعير في التأمين

تعتبر عملية تحديد الأسعار عنصراً أساسياً ومهماً تقوم به شركة التأمين لتحديد المبالغ التي ينبغي أن يدفعها المؤمن لهم، وذلك من خلال تحليل البيانات السابقة والتنبؤ بالتكاليف المستقبلية المرتبطة بالمخاطر المؤمن ضدها. وتعتمد هذه العملية على تقنيات إحصائية واقتصادية دقيقة، تضمن توافق الأسعار مع تطور المخاطر وتحقيق الأهداف المالية للشركة، بما في ذلك تغطية التعويضات وتحقيق عوائد مالية دائمة.

وفي هذا الإطار، يعرف التسعير بأنه تحديد القسط الواجب استيفاؤه من المؤمن له مقابل الخطر الذي يرغب في التأمين ضده. وبالتالي، فإن عملية التسعير تهدف إلى تحديد قيمة مالية مناسبة لكل نوع من أنواع التأمين، بحيث تتماشى مع درجة تحقق الخطر واحتمالات وقوعه، كما تتلاءم مع مبلغ التأمين وظروف الخطر أو الشيء المؤمن عليه¹.

من المفترض أن يكون التسعير متوازناً وقائماً على المنافسة، بحيث يراعي من جهة قدرة السوق على التحمل، ومن جهة أخرى تأثيرات التغيرات الاقتصادية وتغيرات سلوك المخاطر. وتجدر الإشارة إلى أن عملية التسعير في مجال التأمين تختلف عن تلك الموجودة في الصناعات الأخرى، حيث تعتمد بشكل أساسي على مبدأ توقع الخسائر المستقبلية بدلاً من تحديد الأسعار استناداً إلى التكاليف الفعلية كما هو

¹ أسامه عزمي سلام وشقيري نوري موسى، إدارة الخطر والتأمين، الطبعة الأولى، الحامد للنشر والتوزيع، بيروت، 2007، ص 210

معتمد في المجالات الإنتاجية. بالإضافة إلى ذلك، تتدخل معظم الحكومات، بطريقة أو بأخرى، في تحديد أسعار أنواع معينة من التأمين، خصوصاً تلك التي تتعلق بالمصالح العامة مثل التأمين الإجباري للسيارات.

ثانياً-اهداف التسعير في التأمين

تسعى شركات التأمين من خلال تحديد تسعيرة التأمين إلى تحقيق الأهداف التالية¹:

1. البقاء

تسعى الشركة إلى ضمان البقاء والاستمرار في السوق لمواجهة التحديات المرتبطة بالطاقة الإنتاجية، أو في حال فقدت حصتها السوقية بسبب المنافسة الشديدة. لذلك، قد تقوم الشركة بخفض أسعار منتجاتها لجذب المستهلكين وزيادة الطلب عليها.

2. تعظيم الأرباح

يلعب السعر دوراً هاماً في زيادة أرباح شركات التأمين، إذ تعتمد العديد من الشركات على تقدير الأسعار بناءً على التكاليف والطلب. فتقوم الشركة بتحديد أسعار منتجاتها لتضمن تحقيق عائد أو تدفقات نقدية تساهم في تعظيم الأرباح، مما ينعكس على الأداء المالي على المدى القريب بدلاً من البعيد.

3. القيادة السوقية

تسعى بعض شركات التأمين على تحسين مكانتها في السوق عن طريق زيادة حصتها إلى أقصى حد ممكن. وفي هذا الإطار، تعتمد هذه الشركات على سياسة تسعير استراتيجية قائمة على اختيار تسعيرة عادلة ومدروسة، وذلك من أجل جذب شريحة واسعة من الزبائن مع الحفاظ على مستوى مقبول من التوازن بين استقطاب المؤمن لهم وضمان تغطية التكاليف وتحقيق الأرباح، الأمر الذي يساهم في ترسيخ مكانتها الريادية وتعزيز قدرتها التنافسية على المدى الطويل.

4. القيادة في الجودة

تحاول شركات التأمين إلى تبني استراتيجية القيادة في الجودة من خلال توفير منتجات وخدمات ذات مستويات عالية من الجودة، وهو ما يتطلب استثمارات كبيرة ومصاريف مرتفعة مرتبطة بعمليات التطوير

¹ Kotler, Ph., et Dubois, B., **Marketing Management**, 5^e éd., Publi-Union, 1988, pp. 465–466.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

والتحسين المستمر. وينعكس هذا التوجّه عادةً في اعتماد سياسات تسعير مرتفعة، تعكس القيمة المضافة والجودة المتميزة التي تقدمها هذه الشركات لزيائنها.

5. أهداف أخرى

يمكن أن تسعى الشركة إلى تحقيق أهداف أخرى من خلال استراتيجيات التسعير، مثل المحافظة على استقرار السوق، أو منع دخول منافسين جدد عن طريق وضع أسعار منافسة، أو جذب أكبر عدد ممكن من الزبائن بأسعار مدروسة.

ثالثاً-تسعير التأمين على السيارات

من أجل تحديد سعر الخطر بدقة، لا بد من قياس مستوى هذا الخطر باستخدام أساليب رياضية دقيقة تمنح عملية التسعير طابعاً إلزامياً وعماماً. وترتبط قيمة التسعيرة ارتباطاً طردياً بدرجة الخطر؛ فكلما ارتفع مستوى الخطر ارتفع معه السعر، والعكس صحيح¹.

يتم تحديد أسعار عقود التأمين على السيارات بناءً على الإحصائيات المتعلقة بعدد الحوادث وتكاليفها. وتقوم كل شركة بدراسة خصائص زبائنها وسوقها لتحديد الأقساط، لذلك لا يكون القسط موحدًا لجميع المركبات أو المؤمن لهم.

في هذا المبحث، سنتناول أنواع تسعيرة التأمين على السيارات، مع التركيز على النماذج المعتمدة في احتساب قسط التأمين في هذا النوع من العقود.

المطلب الثاني: أنواع تسعير التأمين على السيارات

هناك طريقتين أساسيتين لتحديد تسعير التأمين على السيارات يطبقان وفقاً لطبيعة المعطيات المتوفرة ومستوى المعلومات المتعلقة بالمؤمن له:

أولاً-التسعير القبلي:

يقصد بالتسعير القبلي تحديد مبلغ التأمين مسبقاً لتغطية الخطر المحتمل قبل وقوعه، سواء تم قبول هذا الخطر أو رفضه بعد التقييم. وتستخدم هذه الطريقة غالباً في التطبيق العملي وتعتمد على خصائص متعلقة بالمركبة وبالسائق، ومنها²:

¹ الأطرش، عبد الوهاب، ريمي، رياض، وريمي، عقبة، نمذجة قياسية لتسعيرة تأمين السيارات باستخدام نموذج تحفيز-عقوبة الأمثل: (Système Bonus-Malus Optimal)، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية، 2012، ص 283.

² الأطرش، عبد الوهاب، ريمي، رياض، وريمي، عقبة، نمذجة قياسية لتسعيرة تأمين السيارات باستخدام نموذج تحفيز-عقوبة الأمثل: (Système Bonus-Malus Optimal)، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية، 2012، ص 283.

1. الخصائص المتعلقة بالمركبة:

- **عمر المركبة:** يساعد هذا المعيار على معرفة تأثير مدى قدمها وحالتها على احتمال وقوع الحوادث.
- **قوة المركبة:** يؤخذ عدد الأحصنة كمعيار لقوة المحرك، ويعتبر من المؤشرات المهمة لتفسير أسباب الحوادث لارتباط قوة المحرك مع السرعة المفرطة. فالمركبات القوية أكثر عرضة للتورط في الحوادث، ومن الطبيعي أن يكون قسط التأمين الخاص بها أعلى.
- **استخدام المركبة:** ويقصد بهذا المعيار معرفة المسافة السنوية التي تقطعها المركبة بالكيلومترات، إذ كلما زاد الاستخدام ارتفع مستوى المخاطرة.
- **القيمة السوقية للمركبة:** تساهم القيمة السوقية للسيارة في تحديد قيمة التعويض عند وقوع حادث، كما أنها قد تؤثر على احتمال التعرض للسرقة أو التلاعب، وبالتالي فإن المركبات ذات القيمة المرتفعة غالباً ما تكون أقساطها التأمينية أعلى.

2. الخصائص المتعلقة بالسائق:

- **جنس السائق:** يعتبر أحد العوامل التي تعتمد عليها شركات التأمين في تقييم المخاطر وتحديد أسعار عقود التأمين على السيارات، وذلك لاختلاف أنماط القيادة واحتمالات التعرض للحوادث بين الجنسين.
- **الخبرة في القيادة:** أن معيار عدد سنوات خبرة السائق في القيادة له تأثير مهم في تقدير مستوى الخطر، فالسائقون أصحاب الخبرة الطويلة عادة ما يكونون أقل عرضة للحوادث مقارنة بالمبتدئين، مما ينعكس على قيمة القسط التأميني.
- **عمر السائق:** يساعد عمر السائق شركات التأمين على معرفة تأثير السن في احتمال وقوع الحوادث. فعادةً ما يخضع السائقون الشباب لزيادة في حساب قيمة القسط التأميني بسبب ارتفاع مستوى المخاطر لديهم.
- **الفئة الاجتماعية والمهنية:** لكل فئة معينة مستوى مخاطرة خاص بها ينعكس على تحديد القسط الخاص بها مثل المهن الحرة، والمتقاعدين، والموظفين الحكوميين... كما أن هذه الخاصية تساعد شركات التأمين من معرفة الاستخدام الفعلي للمركبة، فالموظف الحكومي لا يستخدم سيارته بكثافة مقارنة بسائقي سيارات الأجرة أو الناقلين الذين يعتمدون عليها بشكل مكثف، مما يزيد من احتمال وقوع الحوادث.
- **مكان الإقامة:** وذلك لمعرفة المنطقة الجغرافية لسياقة السيارة، لتحديد مدى الخطورة حسب المنطقة، فمثلاً المناطق الحضرية تعتبر أكثر خطورة من غيرها. ومع ذلك، يحتسب القسط الأساسي في المدن أقل تكلفة، لأن احتمال وقوع الحوادث قد يكون أقل مقارنة بالمناطق الريفية أو الطرق السريعة.

لكن التجارب أظهرت أن هذه المتغيرات قد لا تعكس بدقة مستوى الخطر الحقيقي، لأنها لا تسمح بتجزئة دقيقة لفئات الخطر. وبالتالي، فإن الاعتماد على تسعيرة موحدة لفئة معينة قد يكون غير فعال، مما يجعل التسعيرة القبلية غير متجانسة وغير دقيقة في بعض الحالات.

ثانياً-التسعير العادل

يهدف هذا النظام إلى تقليص الفجوة بين التسعيرة النظرية وقيمة التعويض الفعلي، وتقدير الخسائر بناءً على المعلومات المستخلصة من الحوادث السابقة، حيث يعتمد في تقدير المخاطر على سجل المؤمن له وعدد الحوادث التي تسبب بها. ويُعد هذا النظام أداة فعّالة لشركات التأمين لحماية أرباحها والتقليل من عدد الحوادث التي يتسبب بها المؤمن لهم¹.

كما يساعد هذا النظام في تحديد تسعيرة عادلة تتناسب مع مستوى المخاطر الخاص بكل فرد من المؤمن لهم، بحيث يعكس القسط المدفوع السلوك الحقيقي للسائق ودرجة تعرضه للمخاطر، من أجل تحقيق مبدأ العدالة والإنصاف في عملية التسعير.

يعد نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) مكملاً للتسعير القبلي، إذ يلتزم كل مؤمن بدفع قسط يغطي بدقة مستوى المخاطر التي يتعرض لها، وذلك بحسب عدد الحوادث التي كان مسؤولاً عنها. ويعتبر هذا النظام بمثابة «تقييم شخصي» يعكس السجل التاريخي للسائق².

ويعتمد هذا النظام على مبدأ أساسي: فكلما زاد عدد الحوادث التي تسبب بها السائق ارتفع القسط المستحق عليه، وكلما قلّ عدد الحوادث انخفض القسط. وبهذا يشجع النظام المؤمن لهم (السائقين) على توخي الحذر لتجنّب ارتكاب الحوادث. ويمكن تلخيص ذلك فيما يلي:

- **نظام المكافأة (Bonus):** وهو تخفيض مبلغ القسط لصالح المؤمن له إذا لم يرتكب أي حادث.
- **نظام العقوبة (Malus):** وهو زيادة علاوة على القسط يدفعها المؤمن له عند تسببه في حادث.

ثالثاً-تقنية المعلومات عن بعد (télématique)

قبل ظهور تقنية المعلومات عن بعد (télématique) وتوظيفها في قطاع التأمين على السيارات، كانت شركات التأمين تعتمد فقط على الخصائص «التقليدية» للسائق وسجل الحوادث السابق لتقييم مستوى

¹ Heniet, D. et Rechet, J.-C., *Microéconomie de l'assurance*, Éditions Économica, Paris, 1991, p. 172.

² Denuit, M. et M.-F., X., *Actuarial Modelling of Claim Counts: Risk Classification, Credibility and Bonus-Malus Systems*, Wiley, England, 2007, p. 165.

المخاطر المرتبطة بتأمين المركبات. لكن مع ظهور البيانات الجديدة التي تتوفر بفضل تلك التقنيات، أصبح من الممكن وضع "تصنيفات" دقيقة للسائقين، مما ساعد شركات التأمين على توقع احتمالات الحوادث بدقة أكبر وتحديد أسعار أكثر عدلاً وفعالية.

وأصبحت شركات التأمين اليوم تعتمد على «ملفات المخاطر» لتحديد أقساط تأمين السيارات، حيث كل ملف يعتمد على مجموعة من المعايير تضعها شركة التأمين، وهو ما أسهم في ظهور أشكال مبتكرة ومتنوعة من التأمين على المركبات. كما ساعد في تطوير نماذج التسعير القائمة على سلوك السائق، ومن أهم هذه النماذج نجد:

1. الدفع حسب الاستخدام : (Pay-As-You-Drive – PAYD)

هو أسلوب يتم فيه نقل بيانات المسافة المقطوعة تلقائياً (عن بعد) إلى شركة التأمين عبر الصندوق الأسود المثبت في المركبة¹. في بداية العقد، يتم تحديد عدد الكيلومترات بناءً على تصريح المؤمن عليه، ويتم احتساب الأقساط وفقاً لذلك. وعند نهاية العقد، إذا تم تجاوز الكيلومترات المحددة مسبقاً، تطلب شركة التأمين دفع قسط إضافي. كما تقوم شركة التأمين بمراجعة القسط في نهاية كل عام اعتماداً على البيانات المجمعة. الهدف من هذا النموذج هو تشجيع المؤمن لهم على تقليل استخدام المركبة، مما يخفف من المخاطر المرورية ويقلل من الحوادث².

2. التأمين حسب الميل المقطوع (Pay-Per-Mile- PPM)

يشبه هذا النوع عقد PAYD ، حيث يلتزم السائق بعدد الكيلومترات أو الأميال المتوقع قطعها في عقد التأمين، ويحدد القسط بناءً على ذلك³. عند انتهاء السنة، تتم عملية تقييم و مراجعة القسط بناءً على إجمالي المسافة المقطوعة، وقد يطلب من المؤمن عليه دفع قسط إضافي أو يحصل على استرداد إذا لزم الأمر. ونظراً لاعتماد وثائق PPM على تصريح السائق، فإن الأقساط تكون عرضة لتغيرات كبيرة بنهاية السنة، مما يجعلها أكثر عرضة لعمليات التلاعب والاحتيال.

3. الدفع حسب أسلوب القيادة : (Pay-How-You-Drive – PHYD)

¹ Husnjak, S., Peraković, D., Forenbacher, I. et Mumdziev, M., **Telematics System in Usage Based Motor Insurance**, *Procedia Engineering*, vol. 100, 2015, p. 820.

² Umut, M., **Towards Digitalization in Insurance Market: Telematic Insurance**, *Mugla Journal of Science and Technology*, vol. 6, n° 2, décembre 2020, p. 4.

³ Husnjak, S., Peraković, D., Forenbacher, I. et Mumdziev, M., **Idem**, p. 820.

نظرا لأن عقود التأمين من نوع PAYD تعتمد فقط على المسافة المقطوعة، تم تطوير نموذج أكثر تعقيداً يُعرف بـ PHYD. يجمع بين بيانات المسافة وأساليب القيادة لتقديم تقييم أكثر دقة للخطورة. يتم قياس مستوى المخاطر من خلال "درجة القيادة" التي تُعطى للسائق، والتي تستخدم لتعديل القسط بانتظام وفقاً لجدول زمنية معينة. إذا كان السائق ملتزماً وحذراً، فإن درجته سترتفع مما يؤدي إلى انخفاض قسط التأمين، والعكس صحيح. يعد هذا النموذج هو الأحدث بين نماذج التأمين المبني على الاستخدام، حيث يتيح تقديم معلومات تفصيلية تساعد شركات التأمين على تحديد قيمة القسط بدقة، بحيث لا يتم حسابه بناءً على المسافة فحسب، بل أيضاً وفقاً لسلوك السائق الحقيقي ومقدار التزامه بعادات قيادة آمنة تقلل من احتمالية حدوث الحوادث.

المطلب الثالث: نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) لتسعير تأمين السيارات

يعتبر نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) من أبرز نماذج التسعير المعتمدة في شركات التأمين، حيث يستخدم لتعديل قسط التأمين بناءً على سلوك المؤمن له.

أولاً- مفهوم نظام (Bonus-Malus) لتسعير تأمين السيارات

يعرف على نظام (Bonus-Malus) أحيانا معامل التخفيض والزيادة، وهو آلية تستخدم لتعديل أقساط التأمين الأساسية للمؤمن لهم تبعاً لمسؤوليتهم في الحوادث المسجلة. إذ يؤدي هذا المعامل إما إلى تخفيض القسط التأميني أو زيادته بناءً على سجل الحوادث الخاص بالمؤمن له. وفي حالة عدم امتلاك المؤمن له أي تاريخ تأميني سابق، يُقدَّر معامل (Bonus-Malus) بقيمة 1 (أي بنسبة 100%)، مما يعني عدم استفادته من أي تخفيض. كل سنة تمر دون حوادث يمنح حامل الوثيقة نسبة تخفيض إضافية تطبق من السنة الحالية إلى السنة التالية.

ثانياً- نموذج (Bonus-Malus)

تلجأ شركات التأمين إلى الاعتماد على نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) عندما تتحقق الشروط التالية¹:

¹ Bukanga Maheshe Crispin Léonard, et Many Ndjadi, *Annales de la Faculté des Sciences*, vol. 1, 2019, pp. 40-41.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

يمكن تقسيم مجموعة معينة من العقود التأمينية إلى عدد نهائي من الفئات C_i حيث $(i = 1, \dots, S)$ ، بطريقة تجعل القسط لا يعتمد إلا على الفئة التي ينتمي إليها المؤمن له. حيث تحدد الفئة في أي فترة زمنية بشكل وحيد استنادًا إلى الفئة في الفترة السابقة وعدد الحوادث التي تم الإبلاغ عنها خلال تلك الفترة.

يتم تحديد هذا النظام بناءً على ثلاثة عناصر رئيسية:

- عدد الفئات ويرمز له بـ S
- سلم الأقساط b_i حيث $(i = 1, \dots, S)$ ، بحيث يدفع المؤمن لهم في الفئة i القسط b_i ، ولجميع القيم a ، يتحقق الشرط التالي: $b_i \leq b_{i+1}$ ، أي أن القسط لا ينخفض بالانتقال إلى فئة أعلى.

قواعد الانتقال، وهي القوانين التي تحدد كيفية الانتقال من فئة إلى أخرى حسب عدد الحوادث المصرح بها. ويمكن عرض قواعد الانتقال هذه على شكل تحويلات T_k بحيث $T_k(i) = j$ ، وهو ما يعني أن العقد ينقل من الفئة C_i إلى الفئة C_j إذا تم التصريح بـ k حوادث.

ويمكن أيضًا تقديم هذه التحويلات على شكل مصفوفة من القيم بالشكل التالي:

$$\left(t_{ij}^{\{(k)\}} \right)$$

إن احتمال انتقال المؤمن له من فئة إلى أخرى داخل نظام المكافأة والعقوبة يعتمد على قواعد الانتقال المحددة مسبقًا في هذا النظام.

وبافتراض أن المؤمن له قد صرح بـ k حوادث، فإن قواعد الانتقال التي تسمح بانتقاله من فئة إلى أخرى

$$t_{ij}^{(k)} = \begin{cases} 1 & \text{si } T_k(i) = j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{تعرف على النحو التالي:}$$

لتكن λ تمثل التكرار السنوي المتوسط للحوادث داخل المحفظة، و N_t عدد الحوادث السنوية التي تسبب بها المؤمن له خلال السنة t .

نعتبر شركة تأمين تعتمد على نظام المكافأة والعقوبة (Bonus-Malus) حيث لكل مؤمن مرتبة ضمن سلم المكافأة والعقوبة الذي يتكون من $S+1$ فئة (مرقمة من 0 إلى S).

تمثل الدرجة 0 أقصى حد للمكافأة (Bonus maximal)، وتزداد قيمة القسط مع ارتفاع مستوى الدرجة لتبلغ حدها الأقصى في الدرجة S .

ولتكن:

• L_t : الفئة التي يحتلها المؤمن له بين اللحظتين t و $t+1$.

• $L_t, t \in \mathbb{N}$: العملية العشوائية ذات الزمن المتقطع التي تُمثل مسار المؤمن له.

النظام معد بحيث يتم تحديد درجة المؤمن له خلال فترة التأمين المحددة بناءً على درجته في الفترة الماضية وعدد الحوادث التي تم تسجيلها في تلك الفترة.

إذا كان المؤمن له ينخفض دون شرط بمقدار درجة واحدة كل سنة (في حال عدم وجود حادث)، ويعاقب على كل حادث برفع درجته بمقدار ω حسب سلم النظام، فإن الدرجة L_{t+1} التي سيشغلها المؤمن له في الزمن $t + 1$ تُعطى بالعلاقة التالية:

$$L_{t+1} = \max\{\min\{L_t + \omega N_{t+1} - 1, s\}, 0\}$$

بشكل عام، يعطى:

$$\Psi(L_t, N_{t+1}) = L_{t+1}$$

حيث أن $\Psi(0,0)$ هي دالة تزايدية في كلا المتغيرين.

المبحث الرابع: نماذج تسعيرة التأمين على السيارات

من أجل تحديد تسعيرة التأمين على الممتلكات والتأمينات العامة، تلجأ شركات التأمين الى تقدير دقيق لجميع التكاليف المستقبلية المرتبطة بالتغطية التأمينية المقدمة. ويتطلب ذلك فهماً معمقاً للعوامل المؤثرة على عدد المطالبات (تكرار الخطر) ومبالغ التعويضات (شدة الخطر)، حيث يدرس كل من هذين الجانبين بشكل منفصل لتحقيق أكبر قدر من الدقة في نماذج التسعير.

غير أن الخصائص المميزة للبيانات التأمينية مثل عدم تجانس التباين، وانعدام التوزيع الطبيعي، وطبيعة المتغيرات التفسيرية تجعل من النموذج الخطي الكلاسيكي أداة غير ملائمة لهذا الغرض. فرغم أن هذا النموذج الذي طوره كل من (Legendre) و (Gauss) في القرن التاسع عشر يمثل حجر الزاوية في الاقتصاد القياسي، إلا أن تطبيقه في مجال التأمين قد اصطدم بعدة عوائق، أبرزها عدم توافق فرضياته الأساسية مع الواقع الإحصائي لبيانات الخطر.

من بين الفرضيات الإشكالية التي تقوم عليها النماذج الخطية التقليدية نذكر:

- افتراض أن المتغير التابع يتبع التوزيع الطبيعي (Gaussian Distribution) ؛
- خطية العلاقة بين المتغيرات التفسيرية والمتغير التابع؛
- تجانس التباين (Homoscedasticity) عبر مختلف المشاهدات.

نتيجة لتلك القيود، أصبح من الضروري استخدام نماذج أكثر مرونة، تستطيع التكيف مع ميزات البيانات التأمينية. وبهذا، ظهرت النماذج الخطية المعممة كوسيلة فعالة في التحليل الاكتواري، وذلك لأنها تنتمي إلى مجموعة التوزيعات الأسية، ما يتيح تمثيلاً أدق لسلوك الخطر.

تستخدم GLMs في هذا الإطار لتحديد العلاقة بين متغير تابع (مثل عدد المطالبات أو تكلفة التعويضات) ومجموعة من المتغيرات التفسيرية (مثل عمر الزبون، نوع المركبة، الجنس، المنطقة الجغرافية...). وقد أثبتت هذه النماذج كفاءتها في نمذجة كل من التكرار والشدة بشكل مستقل، كما أشار إلى ذلك (Renshaw 1994).

المطلب الأول: نمذجة تقدير تكرار الحوادث

يعتبر تقدير تكرار الحوادث أحد العناصر الأساسية في عملية تسعير عقود التأمينات العامة، خاصة في فروع التأمين على السيارات والتأمين ضد الحوادث. وقد أظهرت الدراسات السابقة أن النماذج الخطية المعممة (GLMs) تتعتبر أداة فعالة في هذا السياق، خاصةً عندما يعتمد على هيكل بواسون قبلي (Poisson structure a priori) كنقطة انطلاق لنمذجة تكرار الحوادث. فقد قدم كل من Antonio Valdez (2012) نموذج بواسون (Poisson) النموذج المرجعي لتمثيل ما يعرف في الإحصاء بعدد الوقائع أو الأحداث (Event Counts).

ويعد نموذج بواسون (Poisson) من بين التوزيعات الاحتمالية المنفصلة الأكثر استخداماً في تحليل الظواهر النادرة المرتبطة بعنصر الزمن، حيث يفترض أن الأحداث تحدث بشكل مستقل وبمعدل ثابت. وتكمن فعاليته بشكل خاص في مجال التأمين على السيارات، حيث يمكن اعتبار عدد الحوادث التي قد يتورط فيها الفرد خلال فترة زمنية معينة بمثابة متغير عشوائي يتبع توزيع بواسون. تثبت التجارب العملية أن هذا النموذج يمكنه تمثيل سلوك المؤمن لهم في ما يتعلق بوقوع الحوادث بدقة وواقعية، مما يجعله أداة مناسبة لتقدير احتمال المطالبة وتحديد أقساط التأمين بناءً على خصائص كل مؤمن له.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

نظرًا لأن عدد الحوادث يعتبر متغيرًا منفصلاً يمكن أن يأخذ قيمًا صحيحة غير سالبة أو صغيرة، فإنه من المعقول أن نفترض أن احتمال التعرض لحادث تعتمد على مجموعة من الشروط الأساسية. وهذه الشروط تستخدم كأساس لوضع نموذج بواسون (Poisson) في هذا السياق، وهي¹:

- يتناسب الاحتمال اللحظي لوقوع حادث طرديًا مع طول الفترة الزمنية المدروسة؛
- يبقى هذا الاحتمال ثابتًا خلال الفترة الزمنية (أي أن الخطر مستقر بمرور الزمن)؛
- يكون احتمال وقوع أكثر من حادث واحد خلال فترة زمنية قصيرة محدودًا جدًا؛
- تُعتبر الحوادث مستقلة عن بعضها البعض عبر الزمن.

ان احتمال وقوع فرد ما في k حوادث خلال فترة زمنية معينة يُعطى بالعلاقة التالية:

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

λ هو معلمة توزيع بواسون (Poisson) الواجب تقديرها، وهي تُمثل في الوقت نفسه كلاً من المتوسط والتباين لتوزيع منهجية نماذج العدّ.

أولاً-منهجية نماذج العدّ

معظم النماذج الاقتصادية المخصصة للمتغيرات المنفصلة (أو متغيرات العدّ) مستندة في أصلها إلى توزيع بواسون (Poisson) ، والذي يعرف بالعلاقة التالية²:

$$P(Y_{it} = k) = \exp(-\lambda_{it}) \frac{\lambda_{it}^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2$$

يمثل k عدد الحوادث المسجلة.

$$\lambda_{it} = \exp(Z_{it}\Pi)$$

ويُفترض في هذا النموذج أن:

$$E(Y_{it}) = Var(Y_{it}) = \lambda_{it}$$

¹ Ghali, O. N., **Un modèle de tarification optimal pour l'assurance automobile dans le cadre d'un marché réglementé : application à la Tunisie**, Cahier de recherche, vol. 1.09, 2001, p. 6.

² Ghali Olfa N., Une évaluation empirique de l'introduction du système bonus-malus dans la tarification de l'assurance automobile en Tunisie, Working Paper, 2001, p. 16.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

في هذا السياق، تشير الرموز t_i إلى المشاهدة المرتبطة بالفرد i خلال الفترة الزمنية t ، ويمثل Y_{it} عدد الحوادث المسجلة خلال تلك الفترة، بينما يرمز بـ Z_{it} للمتغيرات التفسيرية، و Π هو شعاع المعلمات المطلوب تقديره.

$$\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T -\lambda_{it} + Y_{it}Z_{it}\Pi - \ln(Y_{it})$$

حيث يمثل T_i عدد الفترات القصوى التي ينتمي فيها الفرد i إلى العينة.

ثانياً- نموذج البينوم السالب

عادةً ما يستخدم توزيع بواسون (Poisson) لوصف كيفية توزيع الحوادث بين مجموعة من الأفراد. يُفترض في هذا السياق أن الوسيط λ يحتوي على كافة المعلومات اللازمة لحساب احتمال وقوع الحدث. ولكن هذا الافتراض يمكن أن يكون محدودًا للغاية، لأنه يغفل مصادر أخرى للتباين أو عدم التجانس، مما يجعله غير مناسب عندما تظهر البيانات تشتتًا مفرطًا¹.

لذا، تم تطوير نموذج موسع يعرف بنموذج بواسون (Poisson) مع مكون عشوائي يأخذ التباين الإضافي. في هذا النموذج يفترض أن المتغير التابع Y_i (عدد الحوادث) يتبع توزيع بواسون (Poisson) بمتوسط وتباين λ_i يُحدد كالتالي:

$$\lambda_i = \exp(x'_i\beta) + \varepsilon_i$$

حيث:

- x'_i هو شعاع المتغيرات المفسرة،
- β هو شعاع المعلمات،
- ε_i يمثل تأثير العوامل غير المشاهدة.

¹ الأطرش، عبد الوهاب، ريمي، رياض، وريمي، عقبة، مرجع سبق ذكره، ص 288-289.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

وبالتالي، فإن احتمال وقوع عدد معين من الحوادث يعتمد أيضا على التوزيع الاحتمالي للمكون العشوائي. اقترح (Dionne et Vanasse, 1989) أن يمثل هذا التباين غير المشاهدة من خلال مكون عشوائي ε_i يتبع توزيع غاما $\text{Gamma}(a,a)$ ، ما يؤدي إلى:

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_i) &= 1 \quad \bullet \\ \text{Var}(\varepsilon_i) &= 1/a \quad \bullet \end{aligned}$$

بإدماج هذا المكون في المعادلة الأصلية نحصل على توزيع ثنائي الحدين السالب (Negative Binomial) بمعلمتين (a,β) ، وهو ما يفسر التشتت الزائد بشكل أفضل من نموذج بواسون (Poisson).

المطلب الثاني : نمذجة تكلفة الحوادث

تعتبر تكلفة الحوادث (أي التعويضات الاقتصادية المستحقة الدفع) أكثر تعقيداً في التنبؤ من تكرارها. ويعود هذا التعقيد إلى طبيعة المتغير قيد الدراسة، والذي يتمثل في قيم موجبة مستمرة، ما يجعل عملية النمذجة أقل وضوحاً من حالة البيانات العددية المستخدمة في تحليل التكرار. على عكس نماذج العدّ، لا يوجد توزيع طبيعي تقليدي يعكس هذه النوعية من البيانات بشكل مباشر¹.

وتشير المراجع الإكتوارية إلى أن الطريقة الكلاسيكية المعتمدة في نمذجة التكاليف للحوادث تتمثل في نموذج غاما (Gamma Model)، الذي يعتبر امتداداً طبيعياً لعائلة التوزيعات الأسية، ويوفر مرونة في تمثيل تباين البيانات المستمرة الموجبة.

وفي سياق التأمين على السيارات، يقترح (Jean Pinquet, 1997) نموذجاً معلمي لتكلفة الحوادث، يركز على توزيع غاما. هذا النموذج يأخذ بعين الاعتبار الخصائص العشوائية لتكلفة الحوادث، ويفترض أن الحوادث الفردية الناجمة عن نفس المؤمن له تتبع توزيعات مستقلة من نوع غاما.

إذا كانت تكلفة الحادث للفرد i يرمز لها بـ C_i ، ونفترض أن المتغيرات $C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{in}$ مستقلة وتتبع توزيع غاما بمعلمات μ_i و α ، فإن دالة الكثافة الاحتمالية تعطى بالصيغة:

$$f(c_i) = \frac{1}{\Gamma(v)} \left(\frac{vc_i}{\mu_i} \right)^v \exp\left(-\frac{vc_i}{\mu_i}\right), \quad c_i > 0$$

¹ David, M., **Auto insurance premium calculation using generalized linear models**, Procedia Economics and Finance, vol. 20, 2015, p. 151.

حيث:

μ_i : المتوسط الشرطي لتكلفة المطالبة بالنسبة للفرد ؛

α : معامل الشكل لتوزيع غاما؛

Γ : دالة غاما الكلاسيكية.

التحقق من المتوسط والتباين: من خصائص توزيع غاما، يمكن التأكد أن:

$$E(c_i) = \mu_i \text{ و } \text{Var}(c_i) = \mu_i^2 / \alpha$$

أي أن التباين يتناسب طرديًا مع مربع المتوسط، مما يجعل توزيع غاما مناسبًا جدًا لحالات وجود تباين مرتفع في الشدة.

يستخدم أسلوب الاحتمالية العظمى لتقدير معلمات النموذج، حيث تبني دالة اللوغاريتم الاحتمالي لتلخيص المعلومات الإحصائية لجميع الأفراد. من خلال هذه الدالة يتم اشتقاق معادلات خاصة تساعد على حساب أفضل القيم الممكنة لمعاملات النموذج.

يتم الاعتماد على هذه المعادلات لاستخراج التقديرات المطلوبة للمعاملات باستخدام طرق حسابية عديدة مثل خوارزمية نيوتن-رابسون (Newton Raphson)، والتي تستخدم للوصول إلى حلول دقيقة بشكل تدريجي.

المطلب الثالث: نموذج حساب القسط الصافي

في التأمينات غير الحياة، يمثل "القسط الصافي" بأنه التكلفة المتوقعة لجميع الحوادث التي يعلن عنها المؤمن لهم خلال فترة التغطية. هذا المبلغ يمثل السعر الفني لمنتج التأمين، دون الأخذ بعين الاعتبار التكاليف الإدارية والضرائب وهوامش الربح. حيث تعتمد طريقة حساب هذا القسط على تقنيات إحصائية واقتصادية تهدف إلى دمج كافة المعلومات المتاحة حول الخطر المؤمن عليه، مما يساعد على تحديد تعاريف أكثر دقة وإنصافاً لكل مؤمن له بناءً على خصائصه الفردية¹.

ويعتمد النهج الأساسي على نمذجة مكوني التكلفة الإجمالية للحوادث بشكل منفصل:

- تكرار الحوادث أي عدد الحوادث المبلغ عليها؛
- شدة أو تكلفة الحادث أي القيمة المالية لكل حادث.

¹ David, M., Ibid, p. 151.

الفصل الثاني: تسعير التأمين على السيارات

يعرّف القسط الصافي رياضياً على أنه القيمة المتوقعة للتكلفة السنوية الإجمالية للحوادث، ويتم الحصول عليه من خلال ضرب التكرار المتوقع للحوادث في التكلفة المتوقعة لكل حادث:

$$E\left(\sum C_i\right) = E(Y_i) \times E(C_i)$$

- Y هو عدد المطالبات

- C_i هو تكلفة المطالبة رقم i

ويفترض هذا النموذج استقلالية بين تكرار المطالبات وشدها.

كما أوضح Charpentier و Denuit (2005)، فإن الفصل بين نمذجة تكرار المطالبات وتكلفتها يعتبر فعالاً جداً من وجهة نظر اكتوارية، لأن العوامل المؤثرة في كل منهما تختلف بشكل كبير. فعلى سبيل المثال، قد تؤثر متغيرات مثل العمر، خبرة السائق في تكرار الحوادث، بينما يلعب نوع السيارة أو الموقع الجغرافي دوراً أكبر في تحديد شدة الحادث، كما يمكن ان تكون هناك متغيرات مشتركة لكن تختلف في درجة التأثير. ويسمح هذا الفصل بتحليل أدق لتأثير عوامل الخطر على التكلفة الإجمالية المتوقعة، مما يعزز عدالة التسعير ويرفع من دقة التقديرات التنبؤية.

خلاصة

وفي ختام هذا الفصل، يتضح أن تسعير التأمين، وخاصة تأمين السيارات، يقوم على أسس ومعايير علمية دقيقة تهدف إلى تحقيق التوازن بين مستوى الخطر والتعريف المناسبة لكل مؤمن له. كما أن معالجة مشكلة عدم تماثل المعلومات تمثل محوراً أساسياً لضمان عدالة الأقساط ودقتها بما يعكس الخصائص الحقيقية للمخاطر المؤمن عليها.

وتلعب نماذج التسعير دوراً محورياً في هذا الإطار، إذ تتيح لشركات التأمين بناء تقديرات كمية مدروسة تعتمد على البيانات والإحصاءات لتحليل المخاطر وضبط الأقساط بدقة. ومن خلال تطوير هذه النماذج وتحسينها باستمرار، تتمكن شركات التأمين من تقديم تغطية عادلة ومستدامة، مع تحقيق التوازن بين مصالحها وحماية حقوق المؤمن لهم.

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

تمهيد

ان مرحلة معالجة البيانات تعتبر خطوة أساسية في عملية تسعير قسط التأمين على السيارات، إذ تسمح بمعالجة البيانات من الأخطاء والقيم المتطرفة، ومعالجة النواقص والتكرارات، وضمان انسجام المتغيرات المستخدمة في النمذجة. فالجودة العالية للبيانات تساهم في بناء نماذج أكثر دقة وموثوقية، وتقلل من الانحرافات التي قد تؤدي إلى تسعير غير عادل أو غير مربح للشركة. بعد معالجة البيانات، تأتي مرحلة تجزئة الافراد المؤمن عليهم في مجموعات تسعيرية متجانسة. يهدف هذا التقسيم إلى تجميع الأفراد الذين يتشابهون في مستوى الخطر ضمن فئة واحدة، بحيث يُطبق عليهم قسط تأميني يعكس بدرجة أكبر المخاطر الحقيقية التي يمثلونها.

في هذا الفصل قمنا أولاً بتقديم شركة "CASH" للتأمينات التي شكّلت محور دراستنا، وذلك من خلال عرض بياناتها في المبحث الأول. ثم انتقلنا في المبحث الثاني إلى معالجة البيانات المستخلصة من ثلاثة ملفات إنتاج، تتضمن على التوالي: معلومات عن العقد، المركبة المؤمن عليها، وسائق المركبة. كما استندنا إلى ملف الأضرار الذي يضم جميع الحوادث المسجلة خلال فترة الدراسة الممتدة من سنة 2012 إلى 2019. وفي المبحث الثالث ركّزنا على تصنيف المتغيرات الكمية المستمرة إلى فئات بالاعتماد على خوارزمية شجرة القرار، ثم قمنا في المبحث الرابع بتقسيم البيانات الى مجموعات وذلك بالاعتماد على التحليل التوافقي المتعدد (ACM) لتقليل الأبعاد و الحفاظ على التباينات الأساسية، و خوارزمية t-SNE للحفاظ على البنى المحلية، مما سمح بجعل المجموعات أكثر وضوحًا وقابلة للتفسير. وأخيرًا، اعتمدنا على خوارزمية K-Means لتقسيم البيانات بشكل واضح وقابل للاستغلال، وهو ما مكّن من توصيف أدق للملفات الشخصية للمؤمنين.

المبحث الأول: شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

في هذا المبحث ارتأينا الى تقديم نبذة عن شركة تأمين المحروقات CASH Assurances، التي اعتمدنا على بياناتها لاستخلاص عينة الدراسة، عن طريق التعريف بالشركة ومراحل تطورها، بالإضافة الى عرض اهم المؤشرات المالية للشركة.

المطلب الأول: عرض حول شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

شركة تأمين المحروقات CASH Assurances هي من أهم شركات التأمين المتواجدة في السوق الجزائرية، وقد تأسست لتلبية الاحتياجات التأمينية لمجمع سوناطراك والشركات الناشطة في قطاع المحروقات، قبل أن توسع نشاطها لتشمل قطاعات أخرى.

أولاً-تعريف شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

شركة تأمين المحروقات CASH assurances، هي شركة عامة ذات أسهم (SPA) تم تأسيسها في عام 1999، للقيام بجميع عمليات التأمين، بعد رغبة سوناطراك في امتلاك شركة تأمين لإدارة المخاطر الخاصة بالطاقة والنفط. بلغ رأسمالها حالياً 15 مليار دينار جزائري، وتحتفظ مجموعة Sonatrach بنسبة 82% مقابل 18% لوزارة المالية. كانت متخصصة في البداية في التأمين وإدارة مخاطر النفط والطاقة، وقد توسع نشاطها ليغطي جميع المخاطر ولاسيما المخاطر المرتبطة بالصناعات الكبيرة والمشاريع الاستثمارية.

ثانياً-عرض تخطيطي للموارد البشرية والتغطية الإقليمية

يتوزع نشاط الشركة حالياً ليغطي 27 ولاية مع هدف الوصول إلى 36 ولاية في أفق 2028، من خلال 45 وكالة تابعة الى 5 مديريات جهوية، كما تمتلك مكتب مخصص للحسابات الكبرى، ووكالة افتراضية للبيع عبر الإنترنت.

في سنة 2023 بلغ عدد الموظفين 673 موظفاً، من بينهم 67% جامعيون و12% حاصلون على دراسات عليا، بمتوسط عمر يبلغ 42 سنة. مع اهتمام ملحوظ بالتكوين حيث نسبة الولوج إلى التكوين تبلغ 49%. أما نسبة التأطير فتصل إلى 76%، مما يعكس مستوى عالياً من الكفاءة والمتابعة.

المطلب الثاني: تطور شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

تعتبر شركة تأمين المحروقات (CASH assurances) من أهم الفاعلين في سوق التأمين الجزائري، حيث تختص بتغطية المخاطر الكبرى المرتبطة بقطاع الطاقة. وقد مرت الشركة بمراحل تطوير مهمة مكنتها من تعزيز خبرتها وتوسيع نشاطاتها في هذا المجال. كما شهدت مؤشراتها المالية خلال السنوات الأخيرة نمواً ملحوظاً شمل رأس المال الاجتماعي، والأموال الخاصة، والأصول المالية، مما يعكس تحسن أدائها واستقرارها في السوق الوطنية.

أولاً-المراحل الرئيسية لتطور شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

منذ أن أنشأت شركة تأمين المحروقات (CASH assurances)، مرت بمسار تدريجي من التطور والتكيف الاستراتيجي، سمح لها بترسيخ مكانتها كفاعل مرجعي في سوق التأمين الجزائري، وخاصة في مجال تغطية المخاطر الكبرى. يمكن تلخيص المراحل الرئيسية لهذا المسار كالآتي:

1. مرحلة الانطلاق (1999)

بدأت الشركة نشاطها في شكل شركة مساهمة ذات رأس مال عمومي مقدر بـ 1,8 مليار دينار جزائري، مما مثل الخطوة الأولى في بناء قدراتها التشغيلية وترسيخ مكانتها في السوق الوطنية.

2. مواجهة الأزمات (2004-2005)

عرفت الشركة سلسلة من الأحداث الكارثية التي نتجت عنها تعويضات مالية كثيفة، وهو ما وضع توازنها المالي أمام اختبار صعب، كاشفاً محدودية قدراتها في مواجهة المخاطر غير المتوقعة.

3. التكيف الاستراتيجي (2006-2007)

استجابةً للتحديات السابقة، اعتمدت الشركة خطة تنويع محاور النشاط، تلاه رفع رأس المال إلى 2,8 مليار دينار جزائري، بهدف تعزيز قدرتها على تغطية المخاطر وتوسيع نطاق عملياتها.

4. ترسيخ الريادة (2008-2009)

بفضل نجاح استراتيجيتها التنويعية، تمكنت شركة تأمين المحروقات (CASH assurances) من التموقع كمرجع في سوق التأمين على المخاطر الكبرى. كما تم تعيينها قائداً لاتحاد تأمين المخاطر الصناعية الخاص بشركة سوناطراك، مما عزز مكانتها التنافسية على الصعيد الوطني.

5. رفع رأس المال (2011)

تم رفع رأس المال إلى 7,8 مليار دينار جزائري بغية مواءمة القدرات المالية للشركة مع حجم النشاط المتزايد وضمان متانة مركزها المالي أمام توسع سوق المخاطر.

6. الصمود في سياق غير مسبوق (2020)

مع بروز الأزمة الصحية العالمية والتوجهات القطاعية السلبية، قامت الشركة بإجراء تعديلات استراتيجية استجابةً للتحديات المفروضة، تزامناً مع رفع رأس المال الاجتماعي إلى 10 مليارات دينار جزائري لتعزيز صلابتها المالية.

7. إنشاء فرع "الجزائرية للحياة" (2020)

تم تأسيس فرع متخصص في تأمينات الأشخاص بالشراكة مع بنك BNA ومجموعة "كويبتينغ GIG". وشملت هذه المرحلة:

- إطلاق منصة رقمية لتسهيل الوصول إلى الخدمات.
- دخول سوق التأمين على الحياة، بما سمح بتنوع نشاطات الشركة.
- تحقيق أداء قوي ونمو مستدام على المدى المتوسط.

8. تعزيز الزعامة والتأثير (2022)

واصلت الشركة لعب دور محوري في سوق التأمين وإعادة التأمين، رغم التقلبات السياسية والاقتصادية والخسائر الناتجة عن الكوارث الطبيعية. واستفادت من خبرتها في تغطية المخاطر الكبرى للمؤسسات والمشاريع الضخمة، كما تم رفع رأس المال الاجتماعي إلى 15 مليار دينار جزائري، ما انعكس إيجاباً على نسب الملاءة والقدرة على مواجهة المخاطر.

9. انتظام الأداء والاستدامة (2023)

تميزت هذه المرحلة بالحفاظ على ديناميكية إيجابية رغم التحديات الاقتصادية العالمية، لاسيما اضطرابات أسواق الطاقة، تباطؤ النمو، والتضخم. وأظهرت الشركة مرونة عالية في التكيف مع هذه المتغيرات، مع ضمان استمرارية الأداء التصاعدي وتحقيق نتائج مالية مستدامة.

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

ثانياً- المؤشرات المالية لشركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

الجدول 1.3: المؤشرات المالية لشركة تأمين المحروقات

المؤشر	2021	2022	2023
رأس المال الاجتماعي	10 مليار دج	10 مليار دج	15 مليار دج
الأموال الخاصة	13.8 مليار دج	14.7 مليار دج	21 مليار دج
الأصول المالية	22.3 مليار دج	30 مليار دج	32 مليار دج
رقم الأعمال	16.2 مليار دج	18.9 مليار دج	20 مليار دج
الحصة السوقية الإجمالية	12%	13%	14%
النسبة المجمعة بعد إعادة التأمين	81.3%	81.9%	75.3%
مردودية رؤوس الأموال الخاصة	7.50%	8.10%	8 %
هامش الملاءة المالية	14.1 مليار دج	15.1 مليار دج	20.9 مليار دج

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على التقارير السنوية (2021, 2022, 2023) لشركة تأمين المحروقات cash assurance

حسب (الجدول 1.3) الذي يبرز تطور أهم المؤشرات المالية الرئيسية لشركة التأمين خلال الفترة الممتدة من 2021 إلى 2023، حيث سجل رأس المال الاجتماعي زيادة ملحوظة في سنة 2023 ليصل إلى 15 مليار دج مقابل 10 مليارات دج في السنتين السابقتين، مما يعكس تعزيز القدرات التمويلية للشركة. كما ارتفعت الأموال الخاصة بنسبة 44% لتبلغ 21 مليار دج، والأصول المالية حققت نمواً بنسبة 6% لتصل إلى 32 مليار دج في 2023. أما رقم الأعمال، فقد استمر في الزيادة حتى ان سجل 20 مليار دج، في حين شهدت الحصة السوقية الإجمالية تحسناً تدريجياً لتصل إلى 14%. ومن جهة الأداء التأميني، انخفضت النسبة المجمعة بعد إعادة التأمين إلى 75.3% مقارنة بأكثر من 81% في 2022، وهو ما يوضح تحسناً في إدارة التعويضات والمخاطر. واحتفظت مردودية رؤوس الأموال الخاصة بمستوى جيد بلغ 8%، في حين ارتفع هامش الملاءة المالية بنسبة 38% ليصل إلى 20.9 مليار دج، مما يبرز قوة المركز المالي للشركة وقدرتها على التعامل مع المخاطر المستقبلية.

ثالثاً- توزيع رقم الأعمال حسب فروع التأمين لشركة تأمين المحروقات (CASH assurances)

الجدول 2.3: توزيع رقم الأعمال حسب فروع التأمين لشركة تأمين المحروقات

رقم الأعمال (مليار دج)	الحصة السوقية (%)	فرع التأمين
65,8	39%	التأمين على السيارات
51,8	31%	الحرائق، الكوارث الطبيعية والمخاطر المتنوعة
13,05	8%	البناء والأضرار الأخرى بالتملكات
8,33	5%	النقل
-	4%	إعادة التأمين الدولية
-	10%	التأمين على الأشخاص
3,19	2%	التأمين على القروض
1,99	1%	التأمين الزراعي
-	0,1%	التكافل

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على التقارير السنوية (2021, 2022, 2023) لشركة تأمين المحروقات cash assurance

يظهر توزيع رقم الأعمال لشركة تأمين المحروقات (cash) أن فرع التأمين على السيارات يحتل أكبر حصة بنسبة 39% يليه فرع الحرائق والكوارث الطبيعية بنسبة 31%، ما يعكس تركّز النشاط في هذين المجالين. بينما تشهد باقي الفروع مثل البناء والنقل نسباً أقل رغم تسجيل بعض النمو، في حين تبقى مساهمة التأمين الزراعي والتكافل ضعيفة جداً. يشير ذلك إلى انه هناك فرص لتتنوع المحفظة التأمينية وتعزيز التوازن بين مختلف فروع النشاط.

المبحث الثاني: عرض ومعالجة المتغيرات

تتصب دراستنا على عينة من البيانات الخاصة بقطاع تأمين السيارات لشركة CASH للتأمينات. بعد تسلّمنا أربعة ملفات إكسال Excel مختلفة كما يلي:

- (03) ثلاثة ملفات خاصة بالإنتاج، تحتوي بالترتيب على معلومات عن العقد، المركبة المؤمن عليها، وسائق المركبة.
- (01) ملف الأضرار ويحتوي على كل ضرر وقع خلال مرحلة الدراسة، أي بين سنتي 2012 و2019.

ملف الإنتاج يتكون من 191 212 سطر، كل سطر يتطابق مع كل فرد وقّع على اكتتاب تأمين على الأضرار خلال 08 سنوات محل الدراسة هذه، بين 2012 و 2019. كما يحتوي كل سطر على متغيرات خاصة بالمؤمن عليه، عقده ومركبته.

المطلب الأول: عرض المتغيرات

عن طريق الملفات المستلمة، سنحاول استخراج جميع المتغيرات المرتبطة بوثيقة التأمين، والمركبة، والسائق، بالإضافة إلى تلك المتعلقة بملف الأضرار.

أولاً- قائمة المتغيرات خاصة بالإنتاج

يضم ملف الإنتاج المتغيرات الخاصة بوثيقة التأمين، بالمركبة، وكذلك المتعلقة بالسائق:

1. قائمة المتغيرات المتعلقة بوثيقة التأمين

- رقم وثيقة التأمين.
- تاريخ سريان المفعول وتاريخ نهاية الصلاحية لوثيقة التأمين.
- صيغة الضمان المكتتب (أضرار مع أو بدون اصطدام (DASC)، كسر زجاج، سرقة، حريق).

2. قائمة المتغيرات المتعلقة بالمركبة

- نوع المركبة
- تاريخ بداية السير
- صنف المركبة: أحصينا في البيانات المستلمة عدة أصناف مختلفة للمركبة، مثل المركبات بدون مقطورة، المركبات بمقطورة، دراجات نارية... في دراستنا سوف نركز على صنف المركبات الخاصة بدون مقطورة لضمان انسجام قاعدة بياناتنا.
- قيمة المركبة
- القدرة الجبائية للمركبة: يجري التعبير عنها حسب عدد الأحصنة. أصناف القدرة المختلفة جرى عرضها كما يلي:

الجدول 3.3: رمز قدرة المحرك حسب عدد الاحصنة

رمز القدرة	التعيين
0	حصانان
1	3 إلى 4 أحصنة
2	5 إلى 6 أحصنة
3	7 إلى 10 أحصنة
4	11 إلى 14 حصانا
5	15 إلى 23 حصان
6	24 حصان فما فوق
7	50 سم ³
8	125 سم ³
9	175 سم ³

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على معطيات من شركة التأمين للمحروقات (CASH)

3. قائمة المتغيرات المتعلقة بالسائق

- تاريخ ميلاد السائق
- الجنس، ر: رجل، م: امرأة
- منطقة السير: المؤمّن يميز بين المنطقة الشمالية والمنطقة الجنوبية.

ثانيا- قائمة المتغيرات الخاصة بملف الاضرار

ملف الأضرار يتكون من 21803 سطرًا، حيث تمثل حوادث القطاع خلال الفترة الممتدة بين 2012 و2019. المتغيرات المتوفرة هي كالتالي:

- رقم التعريف الخاص بالزبون ، رقم وثيقة التأمين
- سنة وقوع الحادث
- الأضرار الواقعة خلال فترة الدراسة
- مبلغ الأضرار الواجب تعويضها
- كما قمنا، كذلك، بوضع المتغيرات التالية:
- عدد الحوادث: يمثل عدد الحوادث المسجلة، وتأخذ هذه المتغيرات القيم {0، 1، 2، 3...}.
- تعويضات الضرر: الأضرار التي تمت تسويتها.

- **التعرض (Exposition) :** يمثل المدة الفعلية التي يكون فيها العقد التأميني ساري المفعول، وتحسب كنسبة زمنية من فترة المراقبة الإجمالية. على سبيل المثال، إذا واجه مؤمن حادثاً واحداً خلال أربعة أشهر من التغطية، فإن مستوى المخاطرة الذي يمثله يساوي مستوى المخاطرة لمؤمن آخر تعرض لثلاثة حوادث خلال سنة كاملة من التغطية، لأن عامل الوقت يؤثر في تقدير مستوى المخاطرة.
- **التكرار (Fréquence):** يمثل عدد الحوادث الواقعة خلال فترة التغطية، ويتم حسابه بقسمة عدد الحوادث المسجلة على فترة التعرض. يعكس هذا المؤشر وتيرة وقوع الحوادث لدى المؤمن له، مما يتيح مقارنة نسب الخطر بين مختلف العقود بصرف النظر عن اختلاف مدد التغطية.
- **الكلفة المتراكمة:** المبلغ المتراكم من الأضرار الواقعة.
- **كلفة الوحدة:** يتم حساب الكلفة لكل وحدة من خلال قسمة التكلفة الإجمالية على عدد الحوادث، بشرط ان يكون هناك حادث واحد على الأقل. أما إذا لم يتم تسجيل أي حادث (عدد الحوادث = 0)، فإن التكلفة لكل وحدة تساوي صفر.

بعد فترة طويلة من العمل شملت معالجة البيانات والتحقق من القيم الخاطئة واستبعاد المعطيات غير الصالحة، أصبحنا نمتلك محفظة تضم 84,075 وثيقة تأمين، بما يعادل 7,568 حادثاً و22 متغيراً. ويعتبر هذا العمل التمهيدي خطوة أساسية لضمان جودة الدراسة.

المطلب الثاني: معالجة البيانات

معالجة القيم الخاطئة، ونقص المعلومات، والأخطاء الناتجة عن إدخال البيانات وغير ذلك من الشوائب، تعتبر خطوة أساسية يجب تنفيذها قبل البدء في أي عملية نمذجة، حيث تشكل شرطاً ضرورياً لضمان جودة البيانات المعتمدة في الدراسة.

أولاً-البيانات المكتملة

ليس من المناسب دائماً إزالة المتغيرات الخالية من المعلومة أو بعض المعلومات، كما هو شأن المتغير الجنس الذي يتضمن متغيرات ناقصة (غير موثقة). لقد رأينا، من خلال النظر في أهمية المعلومة التي يحملها هذا المتغير أنه من الأفضل عدم حذفها بل بالأحرى إرفاقها بملاحظة « ND » (غير متوفرة) لأن عدم الملء يمكن أن ينظر إليه على أنه معلومة في حد ذاتها.

ثانياً-المتغيرات الخاطئة والبيانات المستبعدة

لقد قمنا بحذف واستبعاد ما يلي:

- العقود التي يكون فيها عمر المركبة يزيد على 40 سنة في تاريخ بداية مفعول الضمان.
- العقود التي يكون فيها عمر السائق أدنى من 18 سنة ويزيد على 90 سنة.
- العقود التي تكون فيها قيمة المركبة أدنى من 100000 وأكبر من 35000000 د ج.
- كل عقد لا يتعلق بالمركبة الخاصة بدون نصف مقطورة جرى سحبه من قاعدة المعلومات، وهذا بغرض الحصول على الفئة الأكثر انسجاما ما أمكن.
- كل المتغيرات التي تتوفر على قيم مغلوطة تماما، مثل نوع ولون المركبة اللذين تم استبعادهما من قاعدة معلوماتنا.

ثالثاً-معالجة المتغيرات: التصنيف

سيتم تخصيص نفس مبلغ التعويض عن الضرر لكل نوع من المخاطر المرتبطة بكل متغير يستخدم في تقييم التعويض. لذلك، من المنطقي من ناحية التسويق وأيضاً من حيث تقييم المخاطر، أنه من الأفضل تقسيم مجموعة من البيانات إلى فئات متشابهة أو دمج مجموعة من الأنظمة في فئة واحدة تتمتع بنفس الميزات لمواجهة عدد كبير من التقييمات المختلفة.

وعليه، وللتذكير فإن بعض الأدوات الإحصائية أو النماذج، خاصة النموذج الخطي المعمم GLM تقتضي أن تتحول المتغيرات الكمية المتواصلة إلى أصناف للتمكن من استغلالها. وهناك طريقتين للتصنيف وهما:

- طريقة التقسيم (Partitionnement): وهي الأساليب التي تتطلب تحديد عدد المجموعات مسبقاً، ثم تقوم بالبحث عن أفضل طريقة لتكوين هذه المجموعات وفقاً للمعايير المعتمدة.
- الطريقة الهرمية (Hiérarchiques): في هذه الطريقة لا تشترط معرفة عدد المجموعات مسبقاً، وتنتج في النهاية بنية شجرية (من النوع العَضوي أو التطوري) تعرف باسم المخطط الشجري (Dendrogramme)، تظهر العلاقات التسلسلية بين العناصر المصنفة.

وفي الواقع، فإن الخيار بين إحدى الطريقتين يتم غالباً حسب نمط المتغير والغاية من التصنيف. كما يوضح لنا الجدول التالي المتغيرات التي نعتمد عليها في دراستنا مع تحديد نمط كل متغير، طبيعته وعدد الفئات.

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

الجدول 4.3: نمط كل متغير، طبيعته وعدد الفئات

عدد الفئات	الطبيعة	النمط	المتغير
-	مستمر	كمي	عمر الزبون
-	مستمر	كمي	عمر المركبة
-	مستمر	كمي	قيمة المركبة
2	اسمي	نوعي	المنطقة
10	ترتيبي	نوعي	عدد الأحصنة
9	اسمي	نوعي	نوع الزبون
3	اسمي	نوعي	الجنس
3	اسمي	نوعي	الضمانات

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على قاعدة بيانات الدراسة

انطلاقاً من هذا الجدول 4.3، يتبين لنا وجود الحاجة إلى إعادة تصنيف المتغيرات الكمية، مثل عمر الزبون، وعمر المركبة، وقيمة المركبة. ونظراً لكون هذه المتغيرات الكمية مستمرة بطبيعتها، فإن تحويلها إلى أصناف سيتم اعتماداً على مناهج التقسيم الإحصائي.

المبحث الثالث: تصنيف المتغيرات

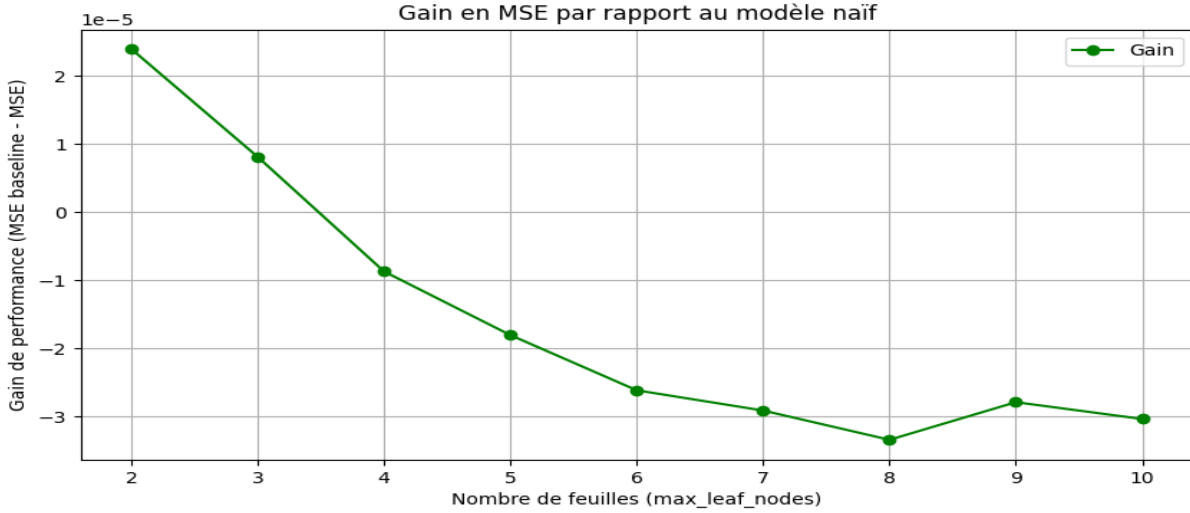
تساعد شجرة القرار على تجميع المتغيرات في فئات، مما يحول متغيراً توضيحياً كمياً إلى متغير نوعي. حيث تعتبر هذه الخطوة بالغة الأهمية كخطوة تمهيدية في تطوير نموذج توضيحي مثل النموذج الخطي المعمم (GLM) أو الانحدار اللوجستي في الحالات التي تتطلب قابلية تفسير النموذج أو متانته تجاه القيم المتطرفة (outliers).

المطلب الأول: تحديد العدد الأمثل للفئات (modalités) لكل متغير.

أولاً- عمر الزبون

لتقييم مدى فعالية تحويل المتغير المستمر "عمر الزبون" إلى فئات، لجأنا إلى استخدام نموذج شجرة القرار بضبط عدد الأوراق بين 2 و 10 حتى يتسنى لنا المقارنة بين التقسيمات البسيطة والتقسيمات الأكثر تفصيلاً، و معرفة مدى مساهمة التصنيف المراقب لهذا المتغير في تحسين التنبؤ بالمتغير المستهدف، وهو "تكرار الحدوث" (fréquence).

الشكل 1.3: التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لعمر الزبون



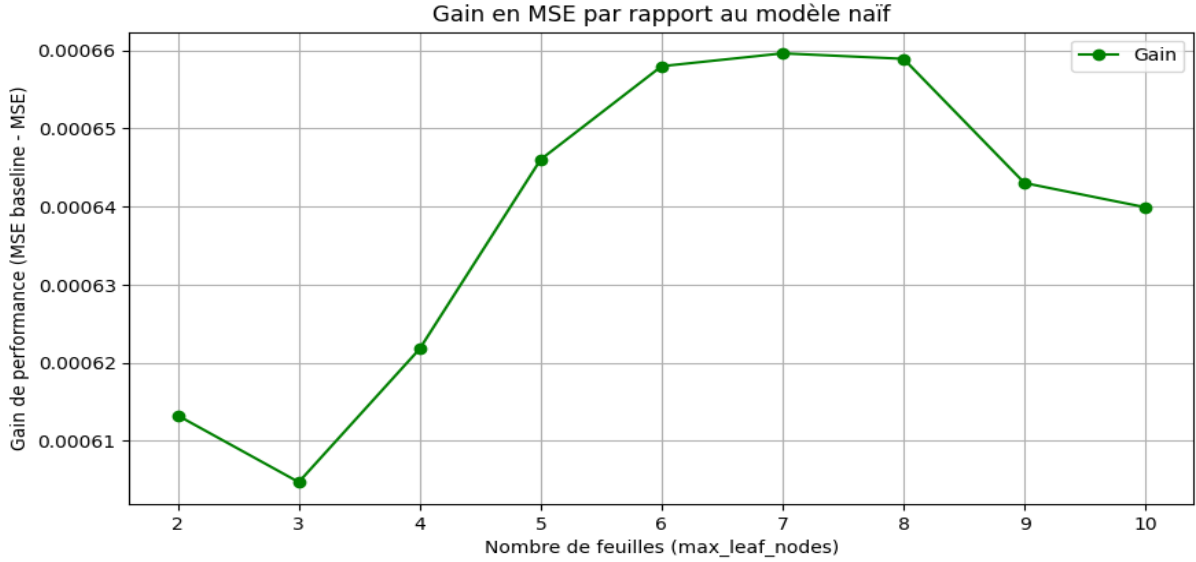
المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

يعرض (الشكل 1.3) أعلاه مقدار التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) ، مقارنة بنموذج بسيط يقوم بتوقع المتوسط المشاهد، وذلك وفقا لعدد الأوراق النهائية (أي عدد الفئات الناتجة عن تقسيم المتغير). ويظهر النتائج التالية:

أقصى مستوى لتحسن الأداء يكون عند تقسيم المتغير إلى فئتين أو ثلاث فئات، مما يدل على وجود بنية معلوماتية معينة داخل هذا المتغير المستمر. لكن عند تجاوز أربع أوراق نهائية، يصبح التحسن سلبيا، مما يعني أن التعقيد الإضافي يضر بقدرة النموذج على التنبؤ باستخدام عينة اختبار، وهذا يعود الى الإفراط في التعلم (Overfitting). أن تناقص التحسن في الأداء مع زيادة عدد الأوراق يثبت أنه يمكن تصوير العلاقة بين هذا المتغير وتكرار الحوادث كمتغير مستهدف بشكل مثالي من خلال مجموعة محدودة من الفئات المختارة بعناية.

تظهر هذه النتائج ان الطريقة الأمثل في تصنيف المتغير عمر الزبون، هي استخدام عدد محدود الفئات التي يتم تحديدها تلقائيا عبر خوارزمية شجرة القرار. فهذه الطريقة الفعالة تمكننا من إنتاج فئات ذات قدرة تفسيرية عالية، مع الحفاظ على سهولة تفسير النموذج النهائي.

الشكل 2.3: التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لعمر المركبة



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

يوضح (الشكل 2.3) انه كلما زادت عدد الأوراق من 3 إلى 7 يزداد التحسن في الأداء تدريجياً، حتى الى ان يصل إلى أقصى قيمة عند 7 فئات ، مما يشير إلى أن هذا المستوى من التعقيد يساعد على تمثيل البنية المعلوماتية للمتغير المستمر بشكل أفضل بالنسبة للمتغير عمر المركبة. بين 6 و 8 أوراق، يبقى التحسن مستقراً نسبياً، مما يدل على الوصول إلى مستوى أداء ثابت، حيث أن إضافة أو إزالة فئات إضافية لا يؤدي إلى تحسين ملحوظ. أما بعد 8 أوراق، فيلاحظ انخفاض طفيف في الأداء، مما قد يشير إلى بداية الإفراط في التعلّم (Overfitting) أو إلى تقسيم مفرط للمتغير، مما يضعف قدرة النموذج على التعميم.

ثالثاً- قيمة المركبة

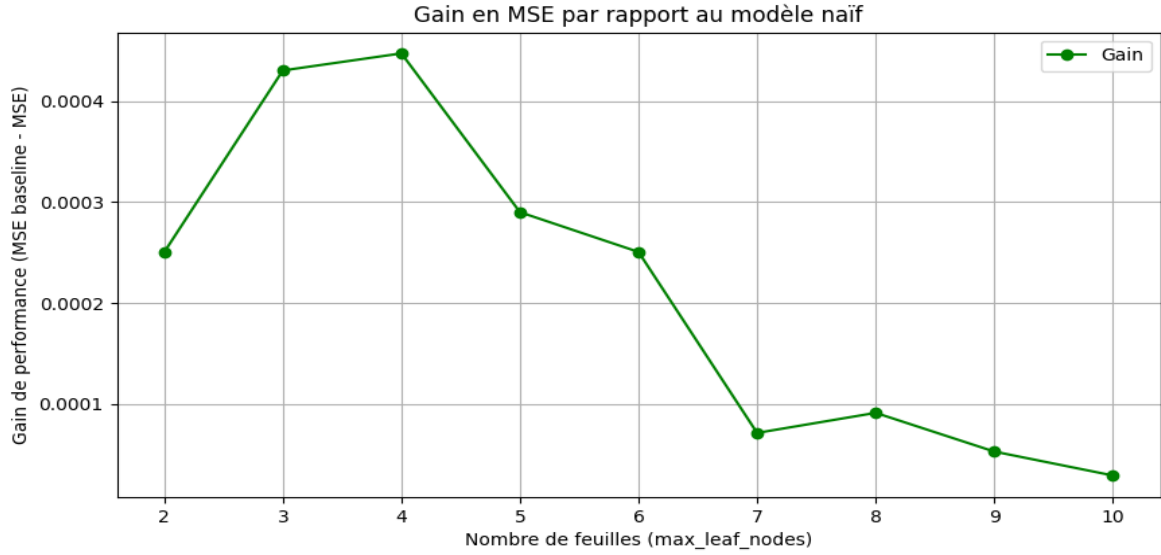
حسب (الشكل 3.3) يزداد التحسن في الأداء (من حيث متوسط الخطأ التربيعي MSE) مقارنة بالنموذج البدائي بشكل واضح بين ورقتين و أربع أوراق، ليبلغ ذروته عند أربع فئات.

هذا يدل على أن هذا المستوى من التقسيم قادر على استيعاب البنية التفسيرية للمتغير المستمر. ومع ذلك، بعد تجاوز أربع فئات، يتراجع التحسن في الأداء تدريجياً، حيث ينخفض ابتداءً من خمس فئات، مما يشير إلى أن القيمة المضافة الناتجة عن إدخال فئات إضافية تصبح ضئيلة. يمكن تفسير هذا التراجع بظهور بوادر الإفراط في التعلّم (Overfitting) أو بتجزئة مفرطة للبيانات، مما يؤدي إلى ضعف قدرة النموذج

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

على التعميم. وبالتالي فإن التصنيف للمتغير قيمة المركبة إلى ثلاث أو أربع فئات يحقق توازناً مثالياً بين البساطة والأداء.

الشكل 3.3: التحسن في الأداء من حيث متوسط الخطأ التربيعي (MSE) لقيمة المركبة



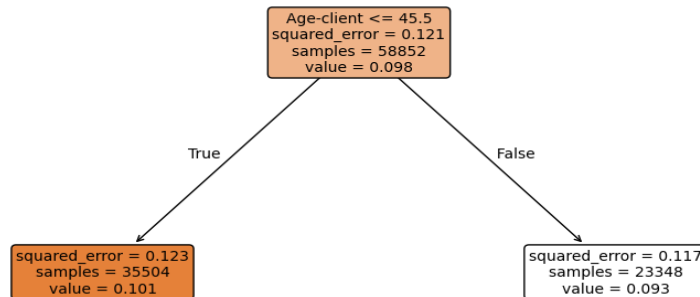
المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

المطلب الثاني: بناء شجرة القرار وتحويل المتغيرات وفقاً للفئات الناتجة.

أولاً- عمر الزبون

الشكل 4.3: شجرة القرار لعمر الزبون

Arbre de décision - Age client



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

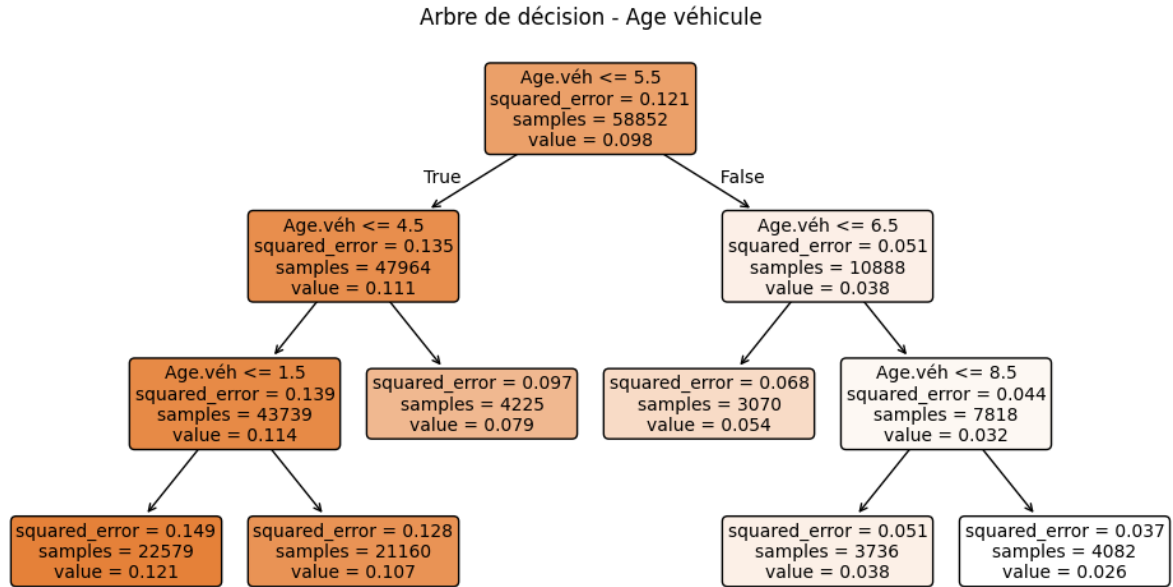
نلاحظ من (الشكل 4.3) ان شجرة القرار قسمت المتغير المستمر عمر الزبون الى فئتين، حيث تم تحديد الحد الأقصى لعدد الأوراق بـ $k = 2$. وتحديد العتبة المثالية عند 45.5 سنة، مما يسمح بتقسيم العينة إلى مجموعتين متجانستين من حيث المتغير المستهدف.

- المجموعة الأولى (عمر الزبون ≥ 45.5): تضم 35,504 فردا، وتقدم متوسطا للمتغير المستهدف قدره 0.101، مع متوسط خطأ تربيعي داخل المجموعة يبلغ 0.123.
- المجموعة الثانية (عمر الزبون < 45.5): تضم 23,348 فردا، بمتوسط أقل للمتغير المستهدف 0.093، وخطأ تربيعي متوسط أقل قليلا يبلغ 0.117.

يظهر هذا التصنيف إلى فئتين وجود اختلاف في سلوك الزبائن حسب عمر الزبون فيما يتعلق بالمتغير المستهدف. كما يشير الى وجود علاقة غير خطية بين عمر الزبون والمتغير المراد التنبؤ به، ويسهم في تلخيص هذه العلاقة بشكل فعال من خلال قاعدة بسيطة وسهلة التفسير.

ثانيا- عمر المركبة

الشكل 5.3: شجرة القرار لعمر المركبة



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

يظهر الشكل 5.3 تقسيم شجرة القرار للمتغير المستمر عمر المركبة الى ست فئات، حيث الحد الأقصى لعدد الأوراق يبلغ 06، بهدف تحسين التنبؤ بالمتغير المستهدف انطلاقاً من المتغير المستمر "عمر المركبة". حسب خوارزمية شجرة القرار توجد عدة عتبات تسمح بالفصل بين الفئات، مع تقليل متوسط الخطأ التربيعي داخل كل فئة. أهم العتبات والتفسيرات:

- العتبة الأولى عند 5.5 سنوات: المركبات التي يقل عمرها عن 5.5 سنوات تظهر متوسطاً أعلى للمتغير المستهدف بقيمة 0.111. أما المركبات التي يتجاوز عمرها 5.5 سنوات، فمتوسطها أقل بكثير بقيمة 0.038.

التقسيمات الفرعية تعمق التحليل:

- المركبات التي يقل عمرها عن 1.5 سنة ترتبط بقيمة مرتفعة 0.121، لكنها تظهر تفاوتاً داخلياً أكبر.
- المركبات التي يتراوح عمرها بين 6.5 و 8.5 سنوات تُشكّل مجموعة متوسطة بقيمة 0.032.
- المركبات الأقدم (أكثر من 8.5 سنوات) تُظهر انخفاضاً إضافياً في القيمة 0.026.

كما يوضح الشكل 5.3، فإن المجموعات الواقعة في الجهة اليمنى من شجرة القرار (المركبات التي يتجاوز عمرها 5.5 سنوات) تتميز بانخفاض التباين، مما يدل على درجة أعلى من التجانس في السلوك. ويبرز هذا النموذج وجود علاقة غير خطية ذات اتجاه تنازلي بين عمر المركبة والمتغير المستهدف. فكلما زاد عمر المركبة، انخفض متوسط قيمة المتغير المستهدف، مع وجود نقاط تحول واضحة عند الأعمار: 1.5، 4.5، 5.5، 6.5 و 8.5 سنوات.

ثالثاً-قيمة المركبة

حسب شجرة القرار الشكل 6.3 تنقسم قيمة المركبة إلى 04 فئات متجانسة، من أجل تحسين نموذج التنبؤ. كما حددت شجرة القرار عدة عتبات مهمة ساعدت على تكوين فئات متجانسة نسبياً من حيث السلوك تجاه قيمة المركبة.

❖ العتبة الأولى عند 805,350.5:

- المركبات التي لا تتجاوز هذه القيمة 20,183 تظهر متوسطاً منخفضاً للمتغير المستهدف 0.074.

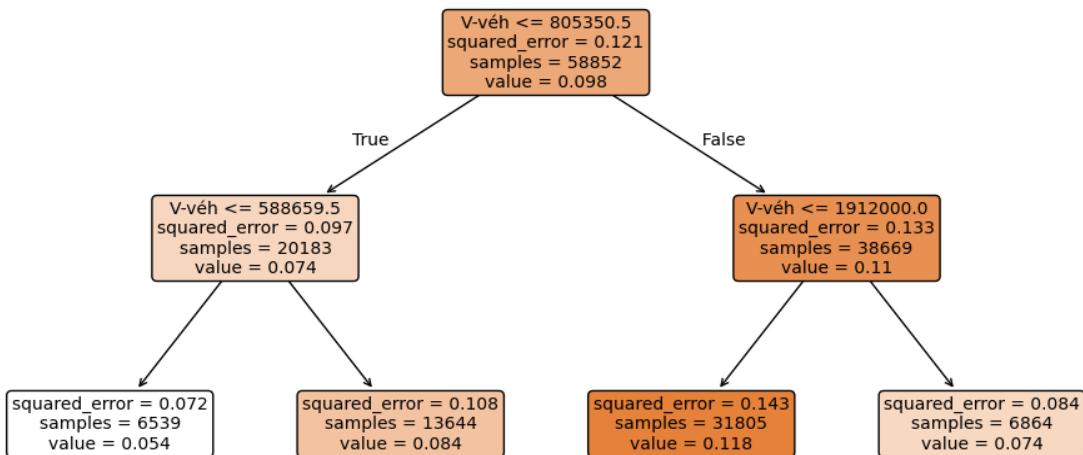
الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

- المركبات التي تتجاوز هذا الحد 38,669 تظهر تبين متوسطا أعلى 0.11، مما يشير إلى وجود ارتباط إيجابي بين قيمة المركبة والمتغير المستهدف.
- ❖ ضمن فئة المركبات المنخفضة القيمة، تم تحديد عتبة إضافية عند 588,659.5، مما سمح بتقسيم جديد إلى مجموعتين:
 - المركبات التي لا تتجاوز القيمة 588,659.5 تظهر متوسطا منخفضا للمتغير المستهدف 0.054.
 - المركبات التي تقع قيمتها بين 588,659.5 و 805,350.5 متوسطها أعلى نسبيا 0.084.
- ❖ بالنسبة للمركبات ذات القيمة المرتفعة، تم تحديد عتبتها عند 1,912,000، مما أدى إلى فصل بين الفئتين:
 - المركبات ذات القيمة العالية، التي تقل أو تساوي 1,912,000، تسجل متوسطا يساوي 0.118.
 - المركبات ذات القيمة المرتفعة جدا، التي تتجاوز 1,912,000، تسجل متوسطا أقل يبلغ 0.074.

يثبت هذا النموذج وجود علاقة غير خطية بين قيمة المركبة والمتغير المستهدف، حيث ترتفع القيمة المتوقعة مع زيادة قيمة المركبة حتى حد معين، ثم تتخفف في فئة المركبات ذات القيمة المرتفعة، مما قد يعكس سلوكًا مختلفًا أو خصائص خاصة بهذه الفئة.

الشكل 6.3: شجرة القرار لقيمة المركبة

Arbre de décision - Valeur véhicule



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

المطلب الثالث: الملخص التحليلي للنتائج

في هذا المطلب، سنعرض نتائج تقسيم المتغيرات الكمية إلى فئات، مع تحليل توزيع هذه المتغيرات ضمن عينة الدراسة.

أولاً-الملخص التحليلي لتقنيات التقسيم الإشرافي للمتغيرات الكمية

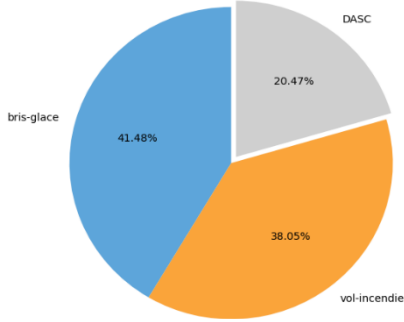
الجدول 5.3: الملخص التحليلي لتقنيات التقسيم الإشرافي للمتغيرات الكمية

المجموعة	عمر الزبون	عدد الزبائن	نسبة الزبائن	عمر المركبة	عدد المركبات	نسبة المركبات	قيمة المركبة	عدد المركبات	نسبة المركبات
المجموعة 1	أقل من أو يساوي 45.5 سنة	50,815	60.44%	أقل من أو يساوي 1.5 سنة	32,265	38.38%	أقل من أو يساوي 588,659.5	9,291	11.05%
المجموعة 2	أكثر من 45.5 سنة	33,260	39.56%	من 1.5 إلى 4.5 سنة	30,269	36.00%	من 588,659.5 إلى 805,350.5	19,366	23.03%
المجموعة 3	—	—	—	من 4.5 إلى 5.5 سنة	6,089	7.24%	من 805,350.5 إلى 1,912,000	45,542	54.17%
المجموعة 4	—	—	—	من 5.5 إلى 6.5 سنة	4,387	5.22%	من 1,912,000 إلى أكثر	9,876	11.75%
المجموعة 5	—	—	—	من 6.5 إلى 8.5 سنة	5,277	6.28%	—	—	—
المجموعة 6	—	—	—	أكثر من 8.5 سنة	5,788	6.88%	—	—	—

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج python

ثانياً-تحليل المتغيرات

الشكل 7.3: توزيع ضمانات التأمين

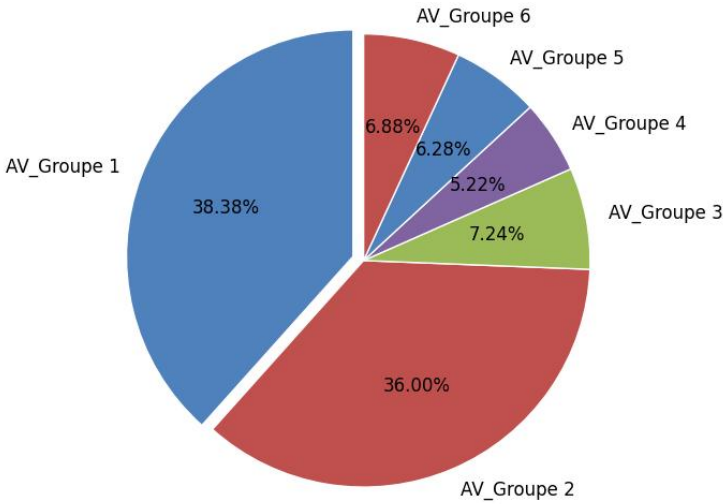


المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

1. ضمانات التأمين

يظهر (الشكل 7.3) توزيع ضمانات التأمين، حيث تحتل ضمانة كسر الزجاج الحصة الأكبر بنسبة 41.48%، تليها ضمانة السرقة والحريق بنسبة 38.05%، ثم في المرتبة الأخيرة ضمانة جميع الأخطار (DASC) بنسبة 20%.

الشكل 8.3: توزيع عمر المركبة



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

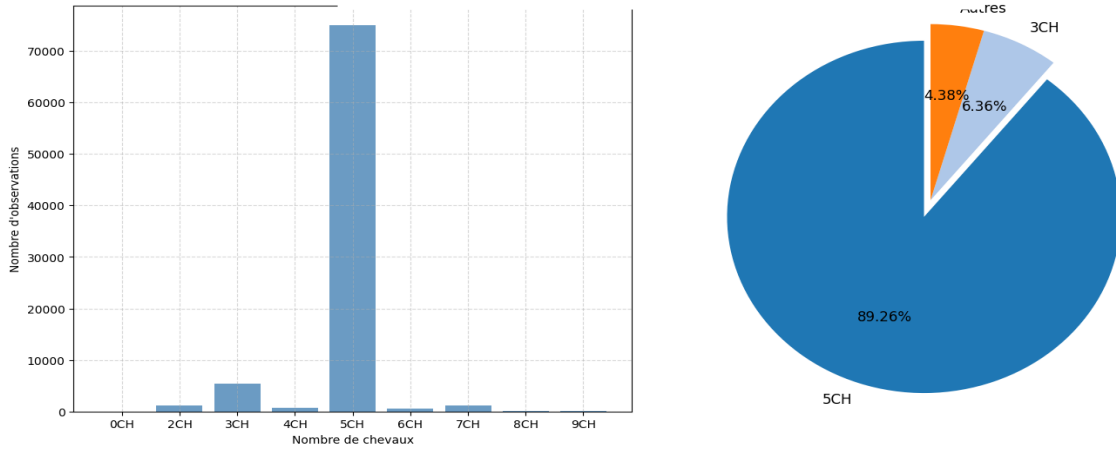
2. عمر المركبة

يوضح الشكل 8.3 توزيع عمر المركبة الى ستة فئات، حيث تعتبر المجموعتان الأولى والثانية، اللتان تمثلان المركبات التي يقل عمرها عن (1.5 سنة)، وتلك التي يتراوح عمرها بين (1.5 سنة) و (4.5 سنة)، الأكثر تمثيلاً بنسبة 38.38% و 36% على التوالي. أما باقي المجموعات، فتتصف بحصص متقاربة نسبياً.

3. عدد الاحصنة

يظهر (الشكل 9.3) أن معظم المركبات في العينة المدروسة تحتوي على خمسة أحصنة، بنسبة تمثيل تبلغ 89.26%. في حين تمثل المركبات ذات الثلاثة أحصنة نسبة 6.36%، وتقتصر حصة باقي المركبات على 4.38% فقط.

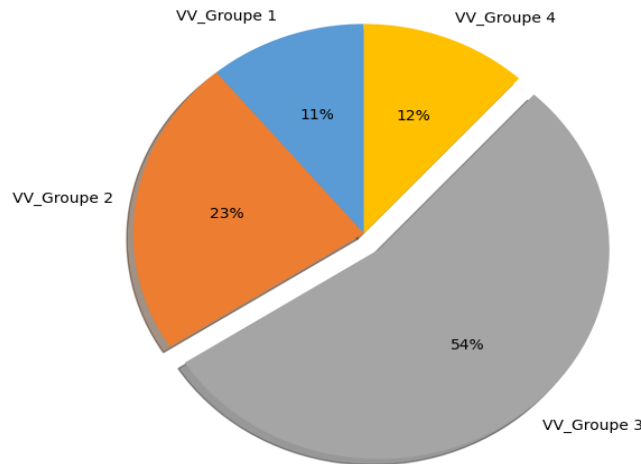
الشكل 9.3: توزيع عدد الأحصنة



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

4. قيمة المركبة

الشكل 10.3: توزيع قيمة المركبة

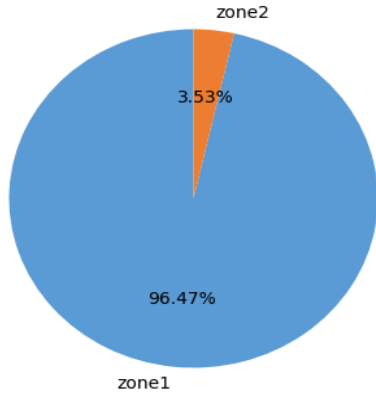


المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

تشير نتائج العينة إلى أن غالبية المركبات، بنسبة 54%، تقع قيمتها ضمن الفئة الممتدة بين 805350.5 و1912000، وهي الفئة الثالثة. تليها الفئة الثانية، التي تشمل المركبات التي تتراوح قيمتها بين 588659.5 و805350.5، بنسبة 23%. أما الفئة الرابعة، والتي تمثل المركبات التي تفوق قيمتها 1912000، فتشكل نسبة 12%. وأخيراً، الفئة الأولى، التي تضم المركبات الأقل من 588659.5، بنسبة 11% من إجمالي العينة.

5. المنطقة الجغرافية

الشكل 11.3: توزيع المنطقة الجغرافية

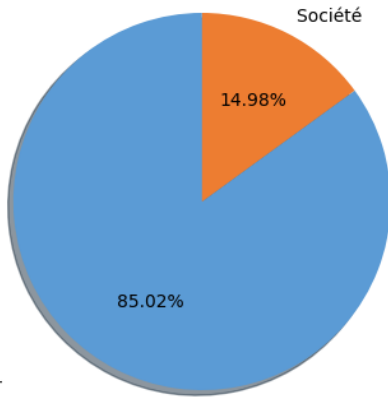


تمثل المنطقة الأولى المنطقة الشمالية، في حين تمثل المنطقة الثانية المنطقة الجنوبية. وتشير نتائج العينة إلى أن غالبية المركبات متمركزة في المنطقة الشمالية بنسبة 96.47%، مقابل 3.53% فقط في المنطقة الجنوبية. ويعود هذا التفاوت إلى التركيز الكبير للكثافة السكانية في الشمال.

6. نوع الزبون

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الشكل 12.3: توزيع نوع الزبون

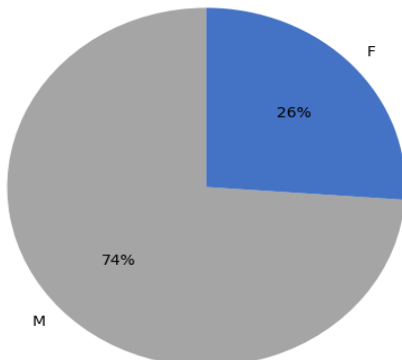


تشير نتائج العينة إلى أن غالبية الزبائن هم أفراد، بنسبة تبلغ 85.02%، في حين تمثل المؤسسات والشركات نسبة 14.98% فقط من إجمالي الزبائن. ويفسر هذا التوزيع بكون سوق التأمين على المركبات في الجزائر موجهًا بالدرجة الأولى نحو الأفراد، بحكم ارتفاع عدد السيارات الخاصة مقارنة بتلك المملوكة للمؤسسات.

Particulier

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الشكل 13.3: توزيع جنس الزبون



7. جنس الزبون

تبيّن نتائج العينة أن معظم الزبائن هم من الذكور، بنسبة تُقدّر بـ 74%، في حين تمثل الإناث نسبة 26% فقط. ويمكن تفسير هذا التفاوت بسيادة ثقافة امتلاك وقيادة المركبات لدى الرجال بشكل أكبر.

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

المبحث الرابع : تقسيم البيانات إلى مجموعات

في هذا المبحث، نسعى إلى توظيف ثلاثة من أبرز تقنيات التحليل المتقدمة، وهي: التحليل التوافقي المتعدد (ACM)، التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE)، وخوارزمية التجميع K-Means، وذلك بهدف الاستفادة من المزايا الخاصة لكل منها في تفسير البيانات.

يستخدم التحليل التوافقي المتعدد (ACM) لدراسة الارتباط بين عدة متغيرات نوعية ضمن نفس العينة، وكذلك لتحليل البنية الكامنة التي تولدها هذه المتغيرات داخل العينة¹. حيث تساعد هذه التقنية على تحليل عدة متغيرات نوعية في نفس الوقت من خلال تمثيلها في فضاء منخفض الأبعاد (عادة محورين أو ثلاثة) لتسهيل الفهم والتفسير. وتساعد على تلخيص المعلومات الكامنة في البيانات مع الحفاظ على العلاقات بين الأصناف، وتساهم أيضا في تقليل الأثر الناتج عن تكرار المتغيرات، مما يجعل البيانات أكثر دقة لخطوات التحليل اللاحقة.

التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE) من التقنيات الحديثة نوعا ما لتخفيض الأبعاد غير الخطية، وتهدف إلى تمثيل البيانات في فضاء منخفض الأبعاد مع الحفاظ على البنية المحلية للبيانات الأصلية، بينما تكشف في الوقت نفسه عن البنية الشاملة للبيانات عبر عدة مستويات تحليل².

الغرض من تطبيق تقنية t-SNE على الإحداثيات الناتجة عن ACM هو تحسين تمثيل العلاقات المحلية بين الأفراد في فضاء ثنائي الأبعاد. وتتميز هذه الطريقة بقدرتها على الحفاظ على علاقات الجوار غير الخطية بشكل أفضل مقارنة بالأساليب الخطية، مما يسهل الكشف البصري عن التجمعات المحتملة داخل البيانات. هذه الخطوة مهمة للغاية لأغراض استكشاف البنى المعقدة التي قد لا تظهر في التحليلات التقليدية.

كما تم الاعتماد على خوارزمية K-means التي تعتبر من أشهر الخوارزميات التي تستخدم في تجميع البيانات، بالاعتماد على المسافة كمقياس لتحديد التشابه بين النقاط. تبدأ الخوارزمية بتقسيم مجموعة البيانات إلى K مجموعات، ويتم حساب متوسط القيم لكل مجموعة لتحديد المراكز الأولية (Centroids).

¹ESCOFIER, B. *Analyse des correspondances multiples conditionnelle. Monde Des Util. Anal. Données*, 1990, vol. 5, p. 14.

² Tripathy, B.K. & Anveshrihaa, S & Ghela, Shruti. (2021). *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)*. 10.1201/9781003190554-13.

بعد ذلك، يظهر كل تجمع بمركزه، ويتم تحديث هذه المراكز تدريجيا حتى يتحقق الاستقرار في عملية التصنيف¹.

في المرحلة الأخيرة، قمنا بتطبيق خوارزمية K-Means ضمن فضاء t-SNE لتقسيم الأفراد إلى فئات متجانسة. حيث يتم تحديد عدد الفئات بالاعتماد على مؤشرات إحصائية مثل تحليل التباين داخل المجموعات ومنحنى coude، بالإضافة إلى الاعتماد على اعتبارات تفسيرية مرتبطة بالسياق المهني للبيانات محل الدراسة.

تتميز هذه المنهجية المتسلسلة بعدة مزايا:

- تقليل الأبعاد باستخدام ACM، مما يقلل من تأثير الضجيج ويسهل حساب t-SNE.
- الحفاظ على البنى المحلية باستخدام t-SNE، مما يجعل المجموعات أكثر وضوحا وقابلية للتفسير.
- تقسيم واضح وقابل للاستغلال باستخدام K-Means، مما يسمح بتوصيف دقيق للملفات الشخصية.

من خلال دمج هذه التقنيات الثلاث، نحقق تمثيلا بصريا شاملا ومعبرا، وتقليل مثالي للأبعاد، وتقسيم قابل للاستغلال في التحليل واتخاذ القرار. بالإضافة إلى ذلك، يحدد الفئات التي تسهم بأكثر قدر نحو المحاور الرئيسية، ويلاحظ موقعها النسبي على مستوى العوامل، ويحلل الروابط الهيكلية الداخلية أو الخارجية أو التباينات بين الفئات والمتغيرات المختلفة.

المطلب الأول: التحليل التوافقي المتعدد (ACM)

يعتمد التحليل التوافقي المتعدد (ACM) على تحليل القيم المنفردة (SVD) لجدول التفكيك الكامل، أو بدلا من ذلك جدول (Burt)، من أجل إسقاط جميع الفئات في فضاء منخفض الأبعاد. ويعتبر هذا الأسلوب وصفيا واستكشافيا بحتا، لأنه لا يفترض وجود متغير تابع ولا يعتمد على نموذج تنبؤي. يهدف بناء المحاور إلى تلخيص المعلومات الكامنة في ملفات الفئات، بالإضافة الحفاظ على تمثيل دقيق للعلاقات بين المتغيرات.

¹ Yuan, C.&Yang, H. (2019). Research on K-value selection method of K-means clustering algorithm. Multidisciplinary Scientific Journal. 2: 227

أولاً-تحليل جدول (Burt)

يمكن استخدام الجدول التفيكي الكامل كقاعدة لدراسة و تحليل النموذج في التحليل التوافقي المتعدد (ACM)، لكن يمكن أيضًا إجراء التحليل باستخدام جدول (Burt) $B = X^T X$ ، وهو حاصل ضرب الجدول التفيكي الكامل في نفسه.

يمثل جدول (Burt) مصفوفة مربعة متناظرة تصور التواجد المشترك للفئات المتغيرات. تعكس الكتل الموجودة على قطر الجداول الأحادية (عدد المشاهدات لكل فئة)، بينما تظهر الكتل خارج القطر الجداول الثنائية (عدد المشاهدات المشتركة بين فئتين من متغيرين مختلفين).

يكشف (الجدول 6.3) عن ان القصور الذاتي (Inertie) والقيم الذاتية ليست طبيعية. بسبب وجود معلومات مكررة في جدول بورت، مما يشمل التناظر والعناصر القطرية، يتم تضخيم القصور الذاتي (Inertie) الكلي بطرق مصطنعة. وهذا يعني أن القيم الذاتية الناتجة من هذه المصفوفة، بالإضافة الى نسب القصور الذاتي التي يتم تفسيرها من خلال المحاور، لا يمكن فهمها بشكل مباشر كما يحدث في تحليل المكونات الرئيسية. وبالتالي، فهي تعبر قيما دنيا للمعلومات التي تم تفسيرها بشكل فعلي.

ويفضل استخدام تصحيح (Benzécri) يمكننا من تعديل القيم الذاتية التي تفوق $1/p$ (حيث p يمثل العدد المتغير)، اعتمادا على الصيغة التالية :

$$\lambda = \left(\frac{p}{p-1}\right) * \left(\lambda - \frac{1}{p}\right)^2$$

يؤدي هذا التعديل إلى الحصول على قيم ذاتية معدلة، كما يتم استعادة جزء من المعلومات عبر المحاور العاملة. يوضح الجدول التالي القيم الذاتية أو القصور الذاتي حسب المحاور (Principal Inertias)، بالإضافة إلى النسب المئوية للقصور الذاتي المتراكمة التي تم استرجاعها بواسطة كل محور.

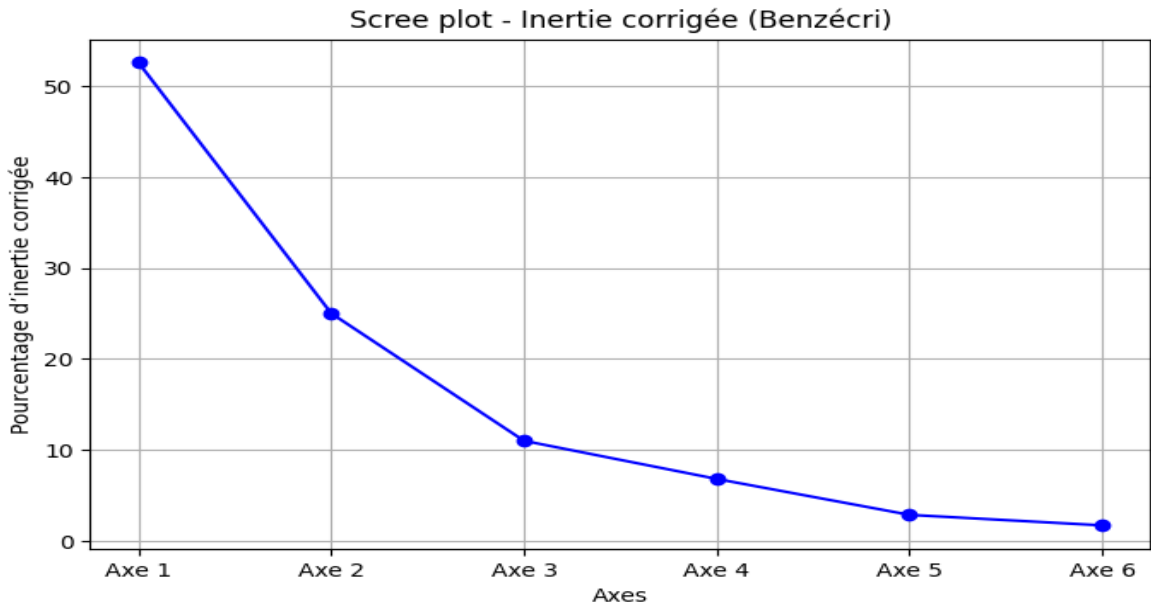
الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

الجدول 6.3: توزيع القيم الذاتية او القصور الذاتي حسب المحاور

المحور	القيمة الذاتية	نسبة القصور	القصور	القيمة الذاتية	نسبة القصور	القصور التراكمي
	(بنزكري)	(%)	(%)	المصححة	(%)	المصحح (%)
المحور 1	0.254	25.568	25.568	0.148	52.61	52.61
المحور 2	0.186	18.736	44.305	0.07	77.634	77.634
المحور 3	0.152	15.263	59.569	0.031	88.636	88.636
المحور 4	0.141	14.224	73.793	0.019	95.443	95.443
المحور 5	0.132	13.246	87.04	0.008	98.3	98.3
المحور 6	0.1297	12.959	100	0.004	100	100

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

شكل 14.3: القيم الذاتية المصححة وفق تصحيح (Benzécri)



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يظهر (الشكل 13.3) القيم الذاتية المعدلة وفق تعديل (Benzécri) أن المحور الأول وحده يستحوذ على أكثر من 50% من القصور الذاتي المعدلة، وهذا يدل على وجود بنية قوية في العلاقات بين الأصناف على طول هذا البعد الرئيسي. أما المحور الثاني يساهم بحوالي 25%، مما يزيد من القصور الذاتي التراكمي

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

المعدل إلى أكثر من 77% بالنسبة لأول محورين. هذا التوزيع يبرر تماما استخدام المخطط الثنائي (biplot) للمحورين 1 و 2 من أجل تمثيل وتفسير العلاقات السائدة بين الأصناف.

في المحور الثالث، يفسر كل بعد إضافي جزءا متناقصا من المعلومات: حوالي 11% للمحور الثالث، 7% للمحور الرابع، 3% للمحور الخامس، و 1.7% للمحور السادس. يشير هذا النمط التنازلي الواضح أن الجزء الأكبر من التباين يتم التقاطه بواسطة المحاور الثلاثة الأولى، بينما تساهم المحاور التالية بنسب ضئيلة، مما يعزز خاصية البساطة المقتصدة للنموذج (Parcimonieux).

ثانيا- مساهمة المتغيرات

تتيح لنا دراسة جدول مساهمات المتغيرات من التعرف على المتغيرات التي تلعب دورا مهيما في تكوين محور عاملي. والأنظمة التي كان لها التأثير الأكبر في تكوين المحاور هي الأنظمة التي تساهم بأعلى القيم. ويمكننا الاقتصار على تحليل المساهمات التي تفوق الأوزان النسبية المشار إليها في العمود الثاني. كذلك نلاحظ فيما إذا كانت هذه المساهمة تتدخل في الجانب الإيجابي أو في الجانب السلبي للمحور عبر تحليل المخطط.

الجدول 7.3: مساهمات المتغيرات

المتغير	الإحداثي على المحور 1	الإحداثي على المحور 2	المساهمة في المحور 1 (%)	المساهمة في المحور 2 (%)
عدد الاحصنة 3	2.547748	1.396197	10.230861	30.990954
نوع العمل: شركة	1.655012	0.806084	3.4102	13.077478
مجموعة قيمة المركبة: المجموعة 4	1.643765	0.690865	2.504989	12.900345
عدد الاحصنة 9	1.261936	0.833785	3.648603	7.603202
مجموعة عمر المركبة: المجموعة 6	-1.251927	2.070884	22.507666	7.483072
مجموعة قيمة المركبة: المجموعة 1	-1.174395	1.557991	12.739392	6.584918
مجموعة عمر المركبة: المجموعة 5	-0.873312	1.075395	6.069523	3.641334
عدد الاحصنة 6	0.81084	0.134574	0.095048	3.139007
مجموعة قيمة المركبة: المجموعة 2	-0.645069	0.260839	0.357077	1.986711

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

2.144118	1.97067	0.639168	-0.64246	مجموعة عمر المركبة: المجموعة 4
0.503501	1.737251	-0.309735	0.603213	مجموعة عمر المركبة: المجموعة 1
0.409828	1.683953	0.279442	0.593887	عدد الاحصنة 7
2.286234	1.382606	-0.660011	0.538131	DASC الضمان:
4.044221	1.286743	-0.877825	-0.519141	الجنس: أنثى
0.324599	1.12125	-0.248693	-0.484608	الجنس: ذكر
0.139272	0.839697	0.1629	-0.419373	مجموعة عمر المركبة: المجموعة 3
0.043427	0.746795	0.090964	-0.395494	عدد الاحصنة 0
0.105938	0.406251	-0.142074	-0.2917	نوع العميل: فرد
5.223082	0.361967	0.997594	0.275343	عدد الاحصنة 2
0.160201	0.20807	0.174712	0.208758	الجنس: غير محدد
0.408315	0.203374	0.278926	-0.206389	الضمان: زجاج مكسور
0.082325	0.193207	-0.125244	-0.201164	عدد الاحصنة 5
19.103529	0.168177	1.907864	0.187682	عدد الاحصنة 8
1.756893	0.118338	-0.57858	0.157435	مجموعة قيمة المركبة: المجموعة 3
0.305418	0.087857	0.241233	-0.135652	عدد الاحصنة 4
0.752755	0.026054	-0.378719	-0.073871	مجموعة عمر المركبة: المجموعة 2
0.01371	0.019921	0.05111	-0.064595	الضمان: سرقة/حريق
0.000235	0.019476	-0.006688	-0.063868	مجموعة عمر العميل: المجموعة 2
0.000101	0.008344	0.004378	0.041804	مجموعة عمر العميل: المجموعة 1
0.628098	0.002975	-0.345943	-0.024962	المنطقة 2
0.000842	0.000004	0.012668	0.000914	المنطقة 1

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

1. مساهمة المتغيرات في المحور الأول

يظهر المحور الأول تباينا واضحا بين الأفراد الذين يمتلكون مركبة بقوة تبلغ 3 أحصنة (3CH) وبين فئات أخرى، مما يدل على أن هذه الفئة تحتل موقعا خاصا ومميزا في سحابة الأصناف. كما نلاحظ

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

مساهمة قوية من الزبائن من نوع "شركة"، بالإضافة إلى المركبات ذات القيمة العالية (VV_Groupe4) . وتأتي بعض الفئات المرتبطة بدرجات قصوى من قوة المحرك 9 أحصنة (9CH) بالإضافة إلى بعض الفئات عمر المركبات أو قيمتها لتكمل هذا البعد. يمكن بالتالي تفسير هذا المحور باعتباره تدرجا يجمع بين نوع المركبة (من حيث القيمة والقوة) ونوع الزبون (فرد مقابل شركة).

الجدول 8.3: مساهمة المتغيرات في المحور الأول

المتغير	(%) مساهمة المحور الأول
(3CH) عدد الأحصنة	30.990954
(Société) نوع الزبون	13.077478
(VV_Groupe 4) قيمة المركبة	12.900345
(9CH) عدد الأحصنة	7.603202
(AV_Groupe 6) عمر المركبة	7.483072
(VV_Groupe 1) قيمة المركبة	6.584918
(AV_Groupe 5) عمر المركبة	3.641334
(6CH) عدد الأحصنة	3.139007

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

2. مساهمة المتغيرات في المحور الثاني

المحور الثاني يشير إلى تباين واضح بين المركبات الحديثة جدا (AV_Groupe 6) والقوي (8CH) من جهة، والمركبات الأقدم (VV_Groupe 1) أو ضعيفة المحرك (2CH) و (3CH) من جهة أخرى. كما تبين المساهمة الملحوظة للفئة "النوع_أنثى" إلى وجود بنية هامشية مرتبطة بجنس الزبون. وبالتالي، يمكن تفسير هذا المحور على أنه محور تمييز قائم على عمر المركبة وقوة محركها، مع تأثير ثانوي لجنس الزبون.

الجدول 9.3: مساهمت المتغيرات في المحور الثاني

المتغير	(%) مساهمة المحور الأول
عمر المركبة (AV_Groupe 6)	22.507666
عدد الأحصنة (8CH)	19.103529
قيمة المركبة (VV_Groupe 4)	12.739392
عدد الأحصنة (3CH)	10.230861
عمر المركبة (AV_Groupe 5)	6.069523
عدد الأحصنة (2CH)	5.223082
جنس الزبون (F)	4.044221
عدد الأحصنة (9CH)	3.648603

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

ثالثا-تحليل إسقاط الفئات

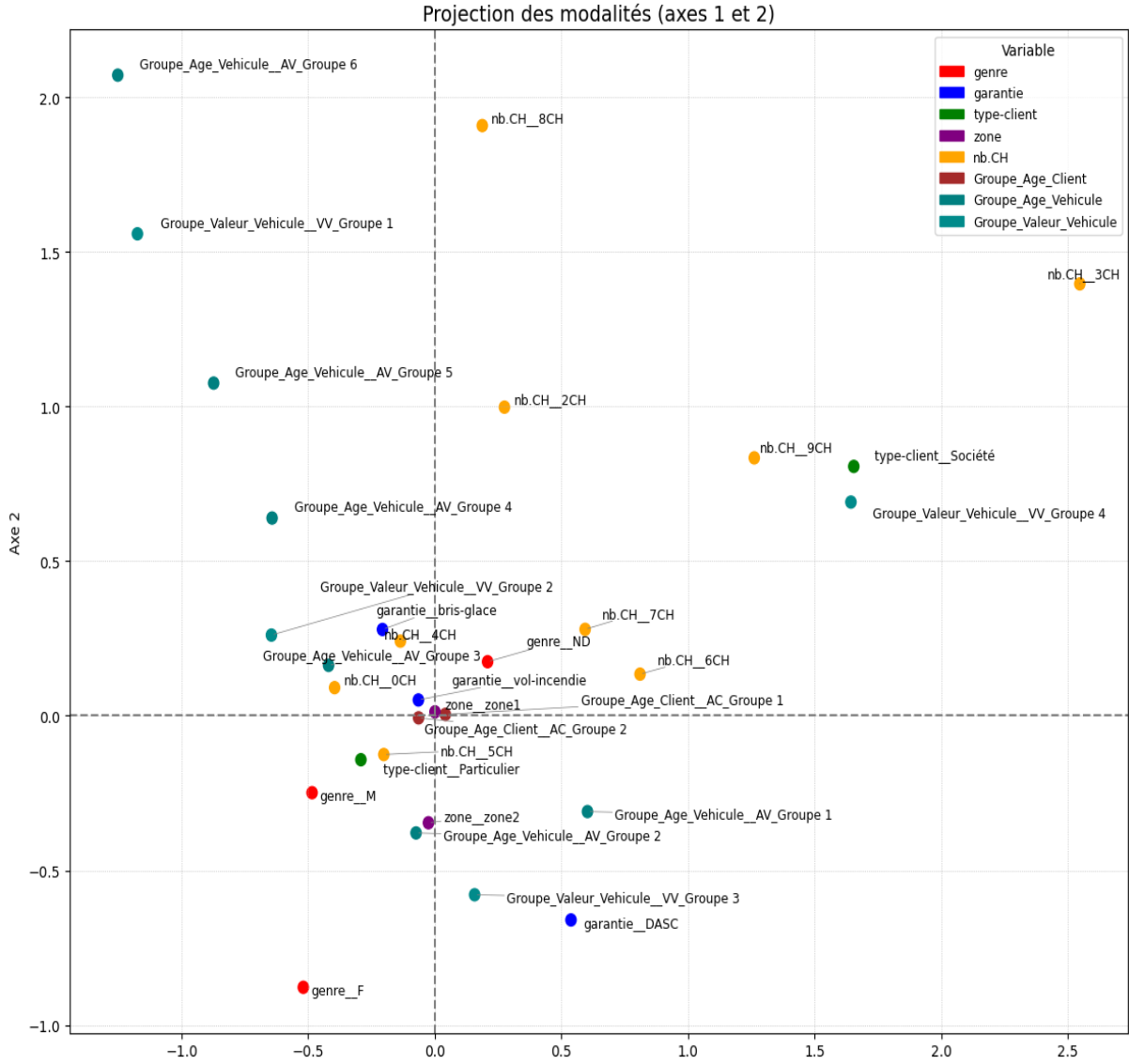
يهدف التحليل التوافقي المتعدد (ACM) إلى إسقاط المتغيرات النوعية في فضاء منخفض الأبعاد، مع الحفاظ على أكبر قدر ممكن من المعلومات (القصور الذاتي). تشير الفئات القريبة من بعضها البعض إلى وجود ملفات تعريف متشابهة، بينما تعتبر الفئات التي تبعد عن المركز (0,0) الأكثر مساهمة في التباين.

يعرض (الشكل 13.3) إسقاط الفئات المتغيرة على المحورين العاملين الأول والثاني لتحليل التوافقات المتعددة. يظهر أن المحور الأول منظم بشكل رئيسي بواسطة فئات المتغير عدد الأحصنة (nb.CH)، مع وجود تباين واضح بين المركبات ذات 3 أحصنة (3CH)، التي تتركز بقوة على اليمين، وتلك التي تملك 8 أحصنة (8CH)، الموجودة في أعلى اليسار. تشير هذه البنية إلى أن المحور الأول يلتقط تدريجياً لقوة المركبة. كما نلاحظ مساهمة مهمة لفئة نوع الزبون الشركة (type-client_Société)، الموجود في أقصى يمين المخطط العملي، كما نلاحظ أن فئة نوع الزبون الشركة (type-client_Société) تساهم بشكل كبير، حيث تقع في أقصى يمين المخطط العملي، مما يدل على ارتباطها القوي ببعض أصناف عدد الأحصنة، وربما تكون مرتبطة بالمركبات ذات القيمة الأعلى. في المقابل، يتواجد على المحور الثاني بعض الفئات المهيمنة مثل عمر المركبة (Groupe_6) وقيمة المركبة - (Groupe_1)، المتواجدة في أعلى المخطط، مما يظهر تأثير العمر والقيمة المنخفضة للمركبة على هذا المحور.

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

الفئات التي تقع بالقرب من المركز (الأساسي) تساهم بشكل أقل وتعتبر أقل تمييزاً في المحاور الرئيسية. يمكن أيضاً تنظيم التجمعات بناءً على عائلات المتغيرات، مثل الضمانات والمناطق، التي تحتل مواقع مركزية نسبياً، مما يشير إلى مساهمة معتدلة في تشكيل سحابة النقاط.

الشكل 15.3: إسقاط المتغيرات على المحاورين 1 و 2



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

المطلب الثاني: التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE)

بعد إجراء التحليل التوافقي المتعدد (ACM) ، الذي يهدف إلى تلخيص المعلومات الموجودة في المتغيرات الفئوية عبر عدد محدود من المحاور العاملة التي تعظم القصور الذاتي المفسر، يتم تحليلنا للبيانات بالاعتماد على خوارزمية التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE).

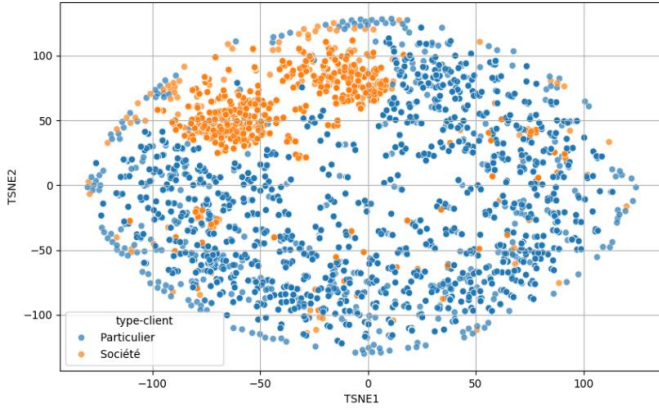
بما أن تقنية ACM تعتمد على إسقاط خطي يهدف إلى تعظيم التباين المفسر بواسطة المحاور، فإن تقنية التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE) هي طريقة غير خطية لتقليل الأبعاد، تساعد على الحفاظ قدر الإمكان على البنى المحلية والعلاقات المجاورة بين الأفراد في الفضاء الأصلي.

ان هذه المقاربة مفيدة بشكل خاص عندما تكون البنى داخل البيانات غير خطية بالكامل، أو عندما تعيد محاور ACM جزءا محدودا فقط من التباين. وذلك من أجل الحصول على تمثيل تكميلي يمكن من تحديد تجمعات من الأفراد أو الأصناف قد لا تظهر بوضوح في المخطط العامي لـ ACM .

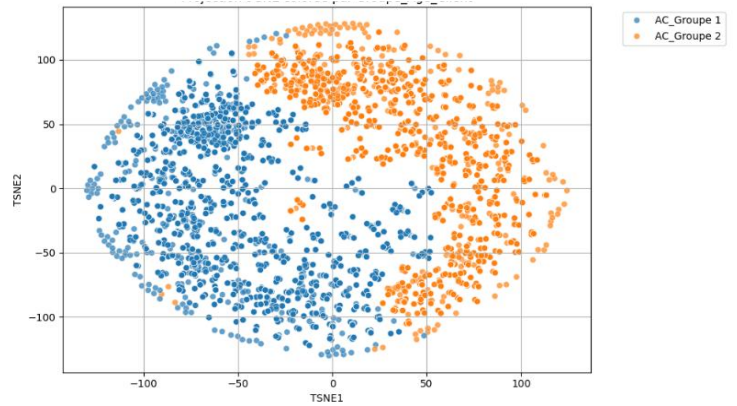
تم تطبيق خوارزمية t-SNE على الإحداثيات الناتجة عن التحليل التوافقي المتعدد (ACM)، مما يسمح بإسقاط الأفراد في فضاء ثنائي الأبعاد للحفاظ على التقاربات المحلية قدر الإمكان، وبالتالي يكشف عن بنى غير خطية قد تكون مخفية في التمثيلات العاملة التقليدية. تم تلوين كل إسقاط وفقا لمتغير نوعي بهدف تقييم التماسك البصري وفصل الفئات.

عند التلوين حسب نوع الزبون حسب (الشكل 16.3)، كان هناك تمييز واضح بين "الأفراد" و"الشركات"، حيث يحتل الأفراد مساحة واسعة بينما تميل الشركات إلى التجمع في منطقة محددة من فضاء t-SNE ، مما يدل على وجود تباين داخلي أكبر لديهم. أما بالنسبة لمجموعة عمر الزبون في (الشكل 17.3)، فقد كان الفصل بين الفئتين (AC_Groupe 1) و (AC_Groupe 2) واضحا جدا، مما يشير إلى أن هذا العامل يلعب دورا بنويا في تكوين محفظة الزبائن.

الشكل 16.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بنوع الزبون



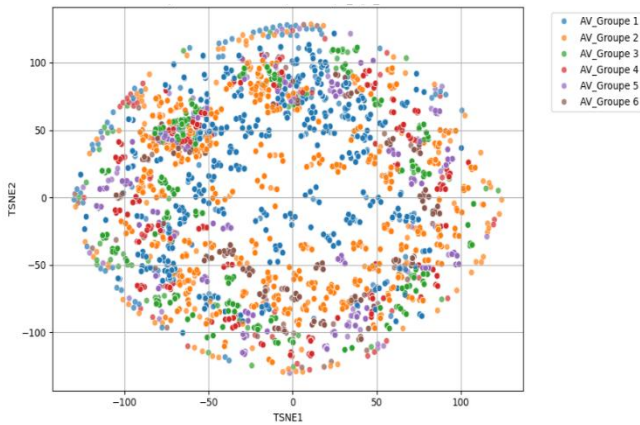
الشكل 17.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط عمر الزبون



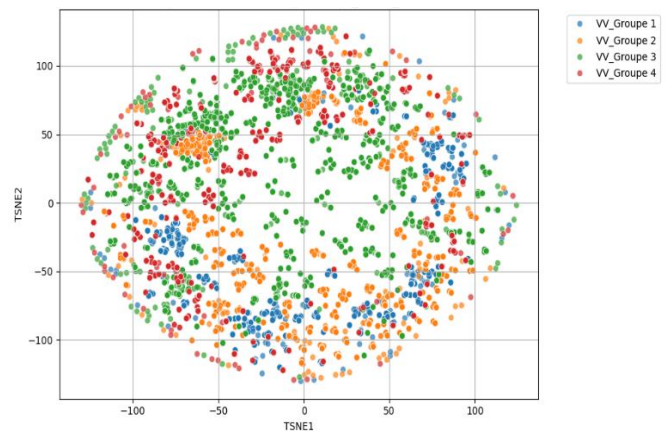
المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

في المقابل، فإن توزيع مجموعة عمر المركبة (الشكل 18.3) كان أكثر تباينا، مع تداخل كبير بين المجموعات الست، مما يدل على أن عمر المركبة يؤثر جزئياً فقط على توزيع الأفراد، وهو لا يعتبر معياراً رئيسياً لتمييزهم في الفضاء المنخفض الأبعاد. من جهة أخرى، حسب (الشكل 19.3) يظهر لنا المتغير قيمة المركبة منتظم مع ظهور تجمعات واضحة، خاصة عند القيم القصوى، مما يدل على وجود تقسيم مرتبط بفئات المركبات المؤمنة.

الشكل 18.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بعمر المركبة



الشكل 19.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بقيمة المركبة



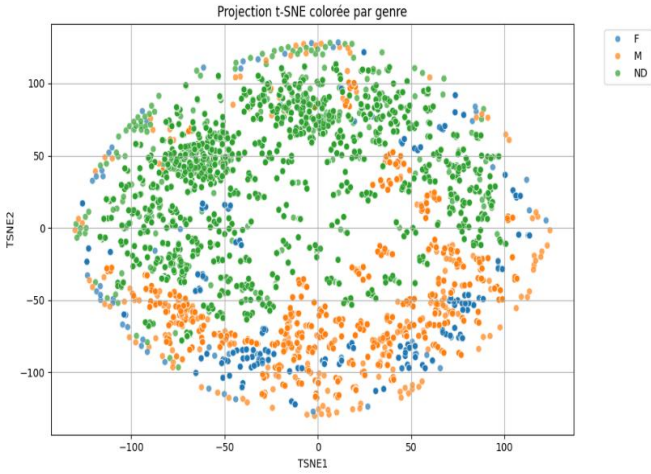
المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

بالنسبة للمتغير جنس الزبون في (الشكل 20.3)، فيكشف عن بنية معتدلة، حيث تظهر مناطق تركز لكل من الذكور والإناث، ولكن هناك تداخل واضح بينهما، في حين أن الفئة "غير محدد (ND)" موزعة بشكل عشوائي، مما يعكس غياب ملف تعريف متجانس. أما بالنسبة للمنطقة حسب (الشكل 21.3)، فإن الفصل

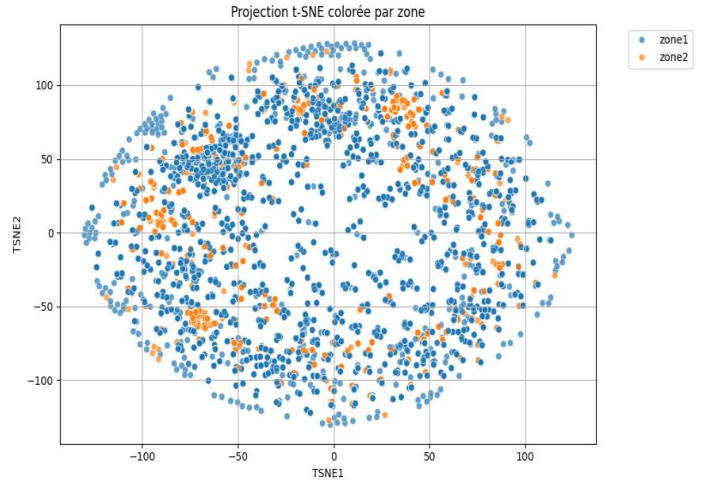
الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

بين المنطقة 1 والمنطقة 2 واضح ولكنه أقل وضوحا من الفصل حسب نوع الزبون، مما يدل على أن هذا المعيار مرتبط جزئيا بعوامل أخرى، لكنه لا يفصل البيانات بشكل دقيق بمفرده.

الشكل 20.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بجنس الزبون



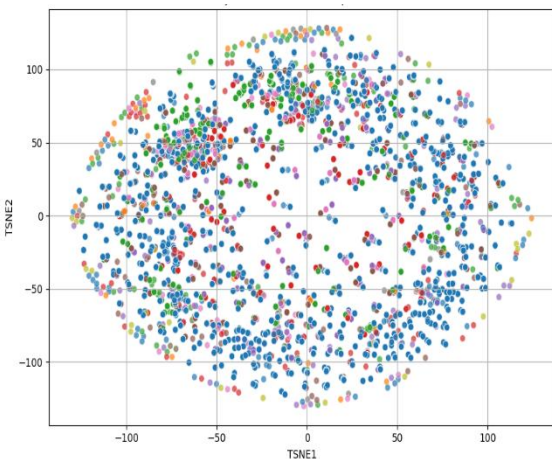
الشكل 21.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بالمنطقة الجغرافية



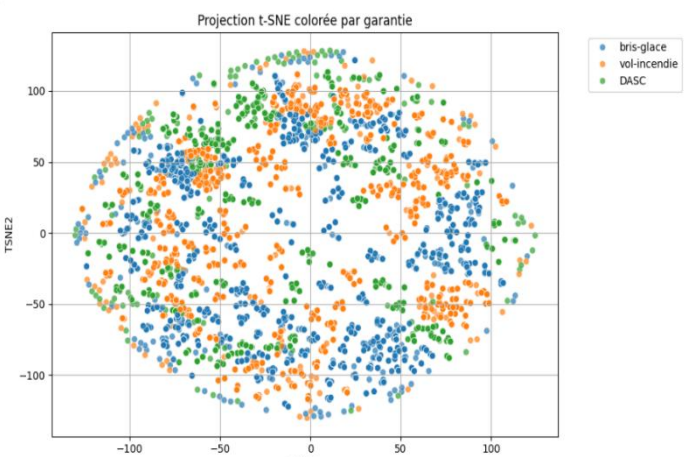
المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

المتغير عدد الأحصنة. أما توزيع ضمانات التأمين حسب (الشكل 23.3)، يظهر التلوين حسب نوع الضمان تجمعات جزئية، خاصة بين خيار "كسر الزجاج" و"السرقة والحريق"، بينما تحتل ضمانة "DASC" مساحة أكثر تميز، مما يشير إلى وجود فئة زبائن خاصة بها.

الشكل 22.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بعدد الأحصنة



الشكل 23.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مرتبط بضمائم التأمين



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

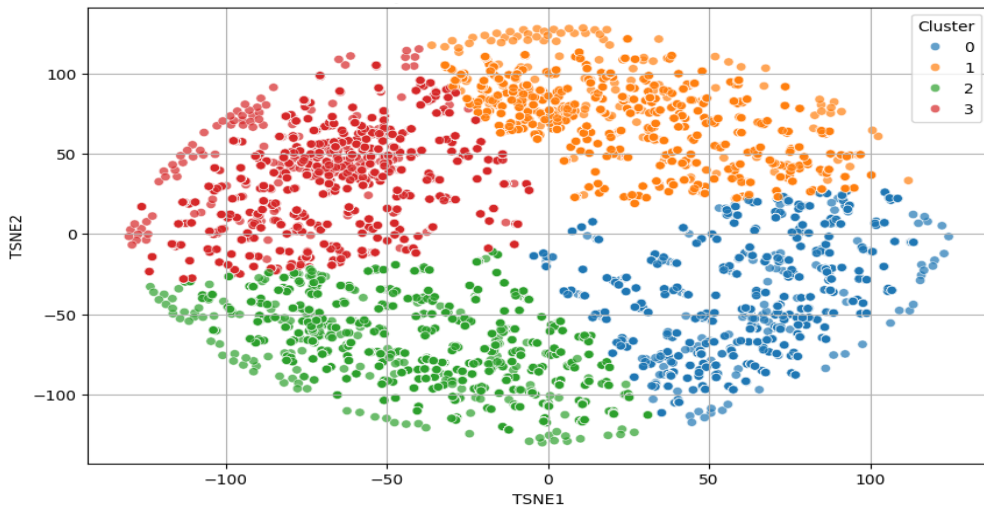
تؤكد هذه النتائج على أن خوارزمية t-SNE، إضافة لـ ACM، تساعد في التعرف على الملامح المعقدة داخل البيانات، وفحص التماسك الداخلي للفئات، واكتشاف المتغيرات الأكثر تميزا.

المطلب الثالث: خوارزمية التصنيف غير الموجه K-Means

تم تطبيق خوارزمية K-Means على الإحداثيات الناتجة عن إسقاط t-SNE بهدف تقسيم الأفراد إلى مجموعات متجانسة. واختيار عدد التجمعات ($k = 4$) يعود لاعتبارات تفسيرية مرتبطة بسياق البيانات المدروسة، لا سيما البنية الكامنة التي كشفت عنها التحليلات الاستكشافية.

يجمع هذا الأسلوب بين التحليل التوافقي المتعدد (ACM) وتقنية t-SNE من أجل تقليص الأبعاد، مما يسمح بالحفاظ على التقاربات المحلية بين الأفراد وتسهيل عرضها في فضاء ثنائي الأبعاد. وبفضل تطبيق خوارزمية K-Means على هذا الفضاء المختزل تم تحديد أربعة تجمعات متميزة تعكس تشابهات بنيوية في خصائص الأفراد. كما يوفر هذا الأسلوب قراءة بصرية واضحة للتجمعات، مستفيداً من قدرة تقنية t-SNE على كشف البنى المعقدة التي يصعب الوصول إليها باستخدام الأساليب الخطية التقليدية.

الشكل 24.3: الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مع K-Means (K=4)



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يظهر (الشكل 22. 3) تمييزاً واضحاً بين المجموعات التي حددتها خوارزمية K-Means، مما يدعم قرار اختيار عدد المجموعات ($k = 4$) وتعتبر هذه الخطوة أداة استكشافية مكملة لتحليل الأنماط النمذجية، من خلال ربط العناقيد بالمتغيرات التفسيرية بهدف توصيف كل مجموعة.

بعد الحصول على المجموعات الناتجة عن خوارزمية K-Means، يتم ربط كل عنصر في قاعدة البيانات بالمجموعة التي ينتمي إليها. ويُعبر عن هذه المعلومة باستخدام معرف أو وسم خاص بالعناقيد، والذي سيضاف لاحقاً إلى مجموعة البيانات الأصلية كمتغير إضافي.

الفصل الثالث: تحليل ومعالجة البيانات

سيتم استغلال هذا السمة الجديدة في مراحل التحليل اللاحقة، لا سيما ضمن النماذج التنبؤية مثل النموذج الخطي المعمم GLM، بهدف تحسين أداء النماذج عبر التقاط البنى الكامنة التي قد لا تكون ظاهرة بشكل مباشر في المتغيرات الأصلية.

خلاصة

أظهر تحليل رقم الأعمال أنّ شركة تأمين المحروقات تعتمد بشكل رئيسي على فرع التأمين على السيارات بنسبة بلغت 39% ، الأمر الذي جعل هذا الفرع محور دراستنا. وقد ارتكزت دراستنا على قاعدة بيانات واسعة تضم 212,191 سجلاً، يمثل كل منها مؤمناً وقّع على عقد تأمين ضد الأضرار خلال الفترة ما بين 2012 و 2019. وقد احتوت هذه السجلات على متغيرات متنوعة تخصّ الزبون، عقده ومركبته. وانطلاقاً من ذلك، كان من الضروري معالجة البيانات الناقصة والخطئة واستخلاص المتغيرات الأكثر تأثيراً، مثل: عمر السائق، جنسه، عمر المركبة، قيمتها، عدد أحصنتها، المنطقة الجغرافية، ونوع ضمانات التأمين. واعتماداً على خوارزمية شجرة القرار، تم تحويل بعض هذه المتغيرات المستمرة إلى فئات، بحيث قُسم عمر الزبون إلى مجموعتين، عمر المركبة إلى ست مجموعات، وقيمتها إلى أربع مجموعات، مما أتاح قاعدة أكثر ملاءمة لإجراء التحليلات اللاحقة.

ولتعميق فهم العلاقة بين المتغيرات، جرى تطبيق التحليل التوافقي المتعدد (ACM) الذي سمح بتلخيص المعلومات الكامنة في المتغيرات الفئوية عبر عدد محدود من المحاور العاملة المفسّرة. غير أن التمثيلات العاملة التقليدية قد تخفي أحياناً بنيات غير خطية، وهو ما استدعى الاستعانة بخوارزمية التضمين العشوائي للمجاورة الموزعة (t-SNE) لإسقاط الأفراد في فضاء ثنائي الأبعاد يحافظ على التقاربات المحلية. هذا التمثيل المغاير كشف بشكل أوضح عن التجمعات البنوية داخل البيانات. وبناءً على هذه النتائج، تم تطبيق خوارزمية K-Means على الفضاء المختزل، مما مكّن من تحديد أربعة تجمعات متجانسة تعكس أنماطاً متقاربة في خصائص الأفراد.

**الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على
السيارات**

تمهيد

سنعتمد في هذا البحث على النموذج الخطي المعمم (GLM) لأنه يعتبر من أكثر الأدوات اعتماداً في مجال تسعير التأمين على السيارات، نظراً لقدرته على تمثيل طبيعة البيانات التأمينية والتكيف معها بدقة. يشكل تحليل العلاقات بين المتغيرات خطوة أساسية قبل الشروع في عملية النمذجة، إذ يتيح اختيار البنية الأنسب للنموذج وضمان موثوقية نتائجه. وتتم هذه المرحلة على مستويين: أولاً، فحص الارتباطات الثنائية بين المتغيرات التفسيرية بهدف تجنب تكرار المعلومات من خلال استبعاد أحد المتغيرين في حال وجود ارتباط قوي. وثانياً، تقييم درجة ارتباط كل متغير تفسيري بالمتغير المستهدف، بحيث يُحتفظ بالمتغيرات الأكثر تفسيراً ويُستبعد ما عداها.

أنّ نمذجة مبالغ الحوادث عادة ما تتبع توزيع Gamma، فقد تم اعتماد هذا التوزيع مع دالة الربط اللوغاريتمية (Log)، لما يوفره من خصائص مناسبة أهمها ضمان القيم الموجبة لتكاليف الحوادث، فضلاً عن طبيعته المضاعفة التي تسمح بمقارنة تأثير كل فئة من فئات المتغيرات على حدة. وبعد تحديد التوزيع المناسب، تأتي مرحلة تقدير معاملات النموذج والتحقق من ملاءمته من خلال تحليل إشارات المعاملات وحجمها، فضلاً عن فحص بواقي Pearson والانحراف. وبالموازاة مع ذلك، سنقوم في هذا الفصل بمحاولة نمذجة تكرار الحوادث باستخدام توزيع Poisson وفق المنهجية نفسها المعتمدة في نمذجة التكاليف، وذلك بهدف استكشاف العوامل المؤثرة على عدد الحوادث وتقدير تكرارها المتوقع. وفي النهاية، يتيح الضرب بين هذين النموذجين (تكاليف وتكرار الحوادث) الوصول إلى نموذج تسعير متكامل وأكثر عدالة وموضوعية لفرع التأمين على السيارات.

المبحث الأول: النموذج الخطي المعمم

يعتبر النموذج الخطي المعمم من أكثر النماذج اعتماداً في مجال تسعير التأمين على السيارات نظراً لقدرته على ملاءمة طبيعة البيانات وتمثيلها بدقة. نحاول في هذا المبحث الأول إلى عرض النموذج الخطي المعمم بوصفه إطاراً إحصائياً مرناً يسمح بدراسة العلاقة بين المتغيرات وتقدير معاملاتها. كما نتناول أيضاً معايير اختيار النموذج الأمثل.

المطلب الأول: مبدأ النموذج الخطي المعمم

تعود النماذج الخطية المعممة (GLMs) إلى العمل الرائد لكلٍ من J. Nelder و R. Wedderburn عام 1972. وتعتمد هذه النماذج من أجل نمذجة العلاقة بين المتغيرات المفسرة X_i والمتغير التابع Y ، ضمن إطار إحصائي موحد يدمج عدداً من التوزيعات الاحتمالية المختلفة ويستند إلى ما يعرف بدوال الربط.

أولاً- الصورة العامة للنماذج الخطية المعممة

تتمثل الصورة العامة للنماذج الخطية المعممة في الصورة التالية¹:

$$Y_i = g(X_i\beta_i) + \varepsilon_i$$

حيث أن:

X : تمثل مجموعة المتغيرات المستقلة التي تؤثر في قيمة المتغير التابع.

g : دالة الربط، وهي دالة تستخدم لتوضيح العلاقة بين المتغيرات المستقلة و المتغير التابع.

ε : وهو الخطأ العشوائي ويمثل أثر العوامل غير المشاهدة والتقلبات العشوائية التي لا يمكن تفسيرها بالمتغيرات المستقلة.

Y : هو المتغير التابع، وهو متغير عشوائي يتبع احد التوزيعات الاسية.

¹ محسن أحمد زكي، وآخرون، استخدام نموذج الانحدار الخطي المعمم (GLM) لتسعير التأمين الطبي، المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، مجلد 5، عدد 1، 2024، ص 18.

ثانياً-مكونات النموذج الخطي المعمم

يتكون النموذج الخطي المعمم من ثلاثة مركبات، وهي¹:

❖ المركبة العشوائية

يعرّف من خلال التوزيع الاحتمالي للمتغير التابع. لنفترض أن Y_1, Y_2, \dots, Y_n هي متغيرات لعينة عشوائية من المتغير التابع Y ، وهذه المتغيرات مستقلة وتخضع لتوزيعات من عائلة أسية. كل مشاهدة Y_i لها دالة كثافة بالشكل التالي:

$$f(y_i, \theta_i, \phi) = \exp\{[y_i \theta_i - b(\theta_i)]/a(\phi) + C(y_i, \phi)\}$$

المعامل θ_i يُسمّى المعامل الطبيعي للعائلة الأسية. الدالة $a(\phi)$ تأخذ الشكل $a(\phi) = \frac{\phi}{\omega_i}$ حيث الأوزان ω_i معلومة، و ϕ يُسمّى معامل التشتت.

❖ المركبة الحتمية

المركبة الحتمية (déterministe) للنموذج تتعلق بشعاع مجموعة من المتغيرات التفسيرية $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ وفق النموذج الخطي التالي:

$$\eta = X \beta$$

المصفوفة X تتكون من n قيمة للمتغيرات التفسيرية، و β هو شعاع معاملات النموذج، أما الشعاع η فيُسمّى المتنبئ الخطي. تحدد دالة الربط كيف ترتبط القيمة المتوقعة μ للمتغير Y بالمتنبئ الخطي المبني من المتغيرات التفسيرية.

❖ دالة الربط

تعبّر دالة الربط عن علاقة دلالية بين المكوّن الحتمي والمكوّن العشوائي. ليكن $\mu = E(y)$ ونضع $\eta = g(\mu)$ ، حيث g تُسمّى دالة الربط، وهي دالة قابلة للتفاضل وأحادية الرتبة. وبالتالي يمكننا نمذجة القيمة المتوقعة μ مباشرة كما في الانحدار الخطي، أو نمذجة دالة أحادية الرتبة $g(\mu)$ وعليه نحصل على $g(\mu) = X'\beta$:

¹ Chikhi, M., et M. Chavance, **Estimation du Modèle Linéaire Généralisé et Application**, Sciences & Technology. Série A, Sciences Exactes, 2012, pp. 14-15..

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

إن قوانين الاحتمال مثل التوزيع Normale ، توزيع Poisson ، التوزيع Binomial ، توزيع Gamma ، وتوزيع Inverse Gaussian تنتمي إلى عائلة النماذج الخطية المعممة، وهي معرفة كما يلي:

الجدول 1.4 : توزيع النماذج الخطية المعممة

النموذج	دالة الربط	طبيعة متغيرات المكوّن الحتمي	المكوّن العشوائي
Normale	Identité	كمي	Régression
Normale	Identité	كمي	Analyse du var
Normale	Identité	كمي / وصفي	Analyse du cov
Binomial	Logit	كمي / وصفي	Régression logistique
Poisson	Log	كمي / وصفي	Modèles log-linéaires
Multinomiale	Logit généralisé	كمي / وصفي	Modèles à réponses multinomiales

المصدر: Chikhi, M., et M. Chavance, Estimation du Modèle Linéaire Généralisé et Application, Sciences & Technology. Série A, Sciences Exactes, 2012, p15

ثالثاً-تقدير المعايير بواسطة تعظيم الاحتمال

يتم تقدير معاملات النماذج الخطية المعممة (GLM) باستخدام منهج تعظيم دالة الاحتمال، والذي نعرضه هنا من منظور منهجي. تعرّف دالة الاحتمال على أنها ناتج لدوال الكثافة المرتبطة بالمشاهدات، وهي تعكس مدى توافق النموذج مع البيانات المرصودة. لتحديد القيم المثلى للمعاملات، يكتفى بإيجاد النقاط التي تلغي المشتقة الأولى، مع التأكد من أن المشتقة الثانية سالبة لضمان وجود أقصى محلي. ومن الناحية العملية، يفضل العمل على لوغاريتم دالة الاحتمال، إذ يسمح بتحويل حاصل الضرب إلى مجموع، مما يسهّل عمليات الاشتقاق والتحليل العددي. ونظراً لأن دالة اللوغاريتم تزايدية بشكل صارم، فإن تعظيم لوغاريتم الاحتمال يكافئ تعظيم دالة الاحتمال الأصلية.

وعليه، فنأخذ n متغيرات مستقلة، Y_i من القانون المنتمي إلى العائلة الأسية، ومن معيار θ_i ومن كثافة f ، ولتكن (y_1, y_2, \dots, y_n) n معانيات من هذا المتغير. ب.

$$l(y; \theta; \phi) = \prod_{i=1}^n f(y; \theta; \phi) \quad \text{الاحتمال يكتب:}$$

$$L(y; \theta; \phi) = \ln l(y; \theta; \phi) = \sum_{i=1}^n \ln f(y; \theta; \phi) \quad \text{واللوغاريتم - الاحتمال يكتب:}$$

المطلب الثاني: اختيار النموذج¹

في إطار النماذج الخطية المعممة، يستمد اختيار توزيع الاحتمال لدالة الاستجابة غالباً من الخصائص الإحصائية للمشكلة محل الدراسة، ولا سيما طبيعة المتغير التابع. وفي مثل هذه الحالات، يكون من الأحسن اعتماد دالة الربط المعيارية (Canonical Link Function) المقترنة بتوزيع الاحتمال الخاص بدالة الاستجابة، نظراً لخصائصها الإحصائية المرغوبة مثل تبسيط تقدير المعلمات وتحقيق أفضلية الخصائص التقديرية. ومع ذلك، يمكن اختيار دوال ربط بديلة وفقاً لأهداف النمذجة أو اعتبارات تفسيرية، ومن أبرزها: دالة (Identity)، دالة (Logit)، دالة (Probit)، دالة (Power Link)، الدالة اللوغاريتمية (Logarithmic Link).

توجد إحصائيتان مفيدتان للحكم على مدى ملاءمة النموذج للبيانات:

- الخطأ المعياري (Deviance normalisée).
- إحصائية (Khi-deux de Pearson).

أولاً- الخطأ المعياري

يستخدم الإحصاء $D=2(l_{\max}-l_0)$ لتمثيل مضاعف لوغاريتم نسبة الاحتمال (rapport de vraisemblance)، وهو معيار أساسي في اختبار الفرضيات ضمن إطار النماذج الخطية المعممة. من الناحية النظرية، يمكن دائماً بناء نموذج يحتوي على عدد من المعاملات يساوي عدد المشاهدات، يعرف هذا النموذج باسم "النموذج المشبع" (modèle saturé)، إذ لا يقدم أي اختزال أو تبسيط للبيانات، بل يعيد تمثيلها بالكامل. ورغم محدودية فائدته التفسيرية، يعد هذا النموذج مرجعية معيارية، حيث يحقق أعلى قيمة ممكنة لدالة لوغاريتم الاحتمال l_{\max} ضمن العائلة المدروسة من النماذج. بالمقابل، يمثل النموذج الأدنى (modèle réduit) صيغة مبسطة تحتوي على عدد أقل من المعاملات، وتعطى له دالة لوغاريتم الاحتمال l_0 . إذا لم يكن الفرق بين l_{\max} و l_0 كبيراً، يمكن اعتبار النموذج المبسط ملائماً بدرجة جيدة للبيانات. وبافتراض صحة النموذج المبسط، فإن الإحصاء $D=2(l_{\max}-l_0)$ يتبع تقريباً توزيع (χ^2) ، بدرجات حرية تساوي الفرق بين عدد المعاملات في النموذجين. هذا يسمح بإجراء اختبار نسبة الاحتمال لتقييم مدى تحسن التلاؤم عند الانتقال من النموذج المبسط إلى النموذج الكامل².

ومن الناحية العملية، فالمتعارف عليه هو مقارنة الخطأ المعياري (المقسوم على معامل التشتت) مع

¹ Chikhi, M., et M. Chavance, *Estimation du Modèle Linéaire Généralisé et Application*, Sciences & Technologie. Série A, Sciences Exactes, 2012, pp. 19.

² Chikhi, M., et M. Chavance, *Estimation du modèle linéaire généralisé et application*, Sciences & Technologie, Série A – N°35, juin 2012, p19.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

عدد درجات الحرية (ddl) الناجمة عن: $ddl=n-p$. ويعتبر النموذج مقبول إذا كان $DS/ddl < 1$.

ثانياً- إحصائية (Khi-deux de Pearson)

المشاهدة الدقيقة للبواقي (Residuals) تمكّن من تحديد المشاهدات التي لا يتوافق سلوكها مع ما يتنبأ به النموذج الإحصائي. تمثل البواقي الخام الفروق $Y_i - \hat{Y}_i$ بين القيم المرصودة والقيم المتوقعة، وتكون تبايناتها مساوية لـ $\sigma^2(1 - h_i)$. حيث h_i ، يمثل العنصر i من القطر الرئيسي لمصفوفة القبعة (hat matrix)، و σ^2 تمثل التباين. وفي كثير من الحالات، يُفضّل استخدام بواقي Pearson $\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{s}$ ، (s: المقدر للانحراف المعياري للبواقي) ، أو بواقي الانحراف المرتبطة بعامل $(1 - h_i)$ ، حيث تمثل مربعات هذه البواقي مساهمة كل مشاهدة في إحصائية Khi-deux de Pearson¹.

المبحث الثاني: دراسة الارتباط بين البيانات

تمثل دراسة العلاقات بين المتغيرات خطوة أساسية قبل الشروع في عملية نمذجة البيانات. وسنقوم بذلك عبر مرحلتين رئيسيتين :

- تحديد المتغيرات التفسيرية المترابطة فيما بينها : يتم فحص أزواج المتغيرات واحداً تلو الآخر، وفي حال وجود ارتباط مرتفع بين متغيرين، يُستبعد أحدهما لتجنّب التكرار في المعلومات.
- تحديد المتغيرات الأكثر ارتباطاً بالمتغير المستهدف: يتم قياس قوة الارتباط بين كل متغير تفسيري والمتغير المراد تفسيره. وبشكل عام، إذا كان الارتباط مرتفعاً، يُحتَقَظ بالمتغير، أما إذا كان ضعيفاً فَيُستبعد من التحليل.

المطلب الأول: دراسة العلاقات بين المتغيرات التفسيرية

تختلف الاختبارات التي تُستخدم للكشف عن الارتباط بين المتغيرات بحسب طبيعة هذه المتغيرات. وفي حالتنا، اعتمدنا على اختبار الاستقلالية χ^2 ومعامل V لكريمير (V de Cramér)، نظراً لكون جميع المتغيرات لدينا نوعية (Qualitatives). ونُذَكِّر بأن المتغيرات الكمية قد تم تحويلها إلى فئات (نوعية) في الفصل الثالث.

¹ Dobson, A. J., et A. G. Barnett, *Introduction aux modèles linéaires généralisés*, 3^e éd., Londres : Chapman & Hall/CRC, 2008, p. 40.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

أولاً- اختبار الاستقلالية χ^2

وعليه، فإن اختبار χ^2 للاستقلالية هو الأنسب لدراسة الارتباطات بين هذه المتغيرات. ولكل زوج من المتغيرات التي يُجرى عليها الاختبار، يمكن صياغة الفرضيتين كالاتي:

- الفرضية الصفرية (H_0): المتغيران مستقلان.
- الفرضية البديلة (H_1): المتغيران مرتبطان.

نبدأ أولاً ببناء جدول تقاطعي يوضح توزيع التكررات المشتركة بين المتغيرين قيد الدراسة. من أجل استخراج القيمة الإحصائية لـ χ^2 وقيمة الـ p-value المرتبطة بالاختبار. إذا كانت قيمة p-value أقل من 0.05، فإننا نرفض الفرضية الصفرية H_0 . يوضح الجدول التالي نتائج هذا الاختبار، مع تلخيصها في قيمة p-value.

الجدول 2.4 : مصفوفة قيم p-value

عمر الزبون	عمر المركبة	قيمة المركبة	cluster	الضمان	عدد الاحصنة	المنطقة	نوع الزبون	جنس الزبون
0.00	0.0023	0.0004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.027
0.0023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.9361	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
0.0273	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يؤكد فحص مصفوفة p-values الناتجة عن اختبارات χ^2 أن غالبية الارتباطات بين المتغيرات النوعية لها دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5 %، حيث إن قيم p-value تكون في معظم الحالات قريبة جداً من الصفر. وهذا يشير إلى أنه، بالنسبة لمعظم أزواج المتغيرات، يمكن رفض فرضية الاستقلالية، مما يوحي بوجود علاقة ارتباط بين هذه المتغيرات.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

ومع ذلك، نلاحظ بعض الاستثناءات المهمة، إذ تظهر متغير المنطقة (zone) قيمة p-value مرتفعة عند مقارنتها بمتغير نوع الزبون (type-client) (بقية تقترب من 0.9361) وبمتغير الضمان (بقية تقترب من 0.118)، مما يدل على غياب علاقة ارتباط معنوية مع هذين المتغيرين. ويتوافق هذا الاستنتاج مع القيم المنخفضة لمعامل V لكريمير المسجلة لهذه التركيبات، وهو ما يؤكد أن متغير المنطقة لا يمارس تأثيراً يذكر على توزيع فئات هذين المتغيرين.

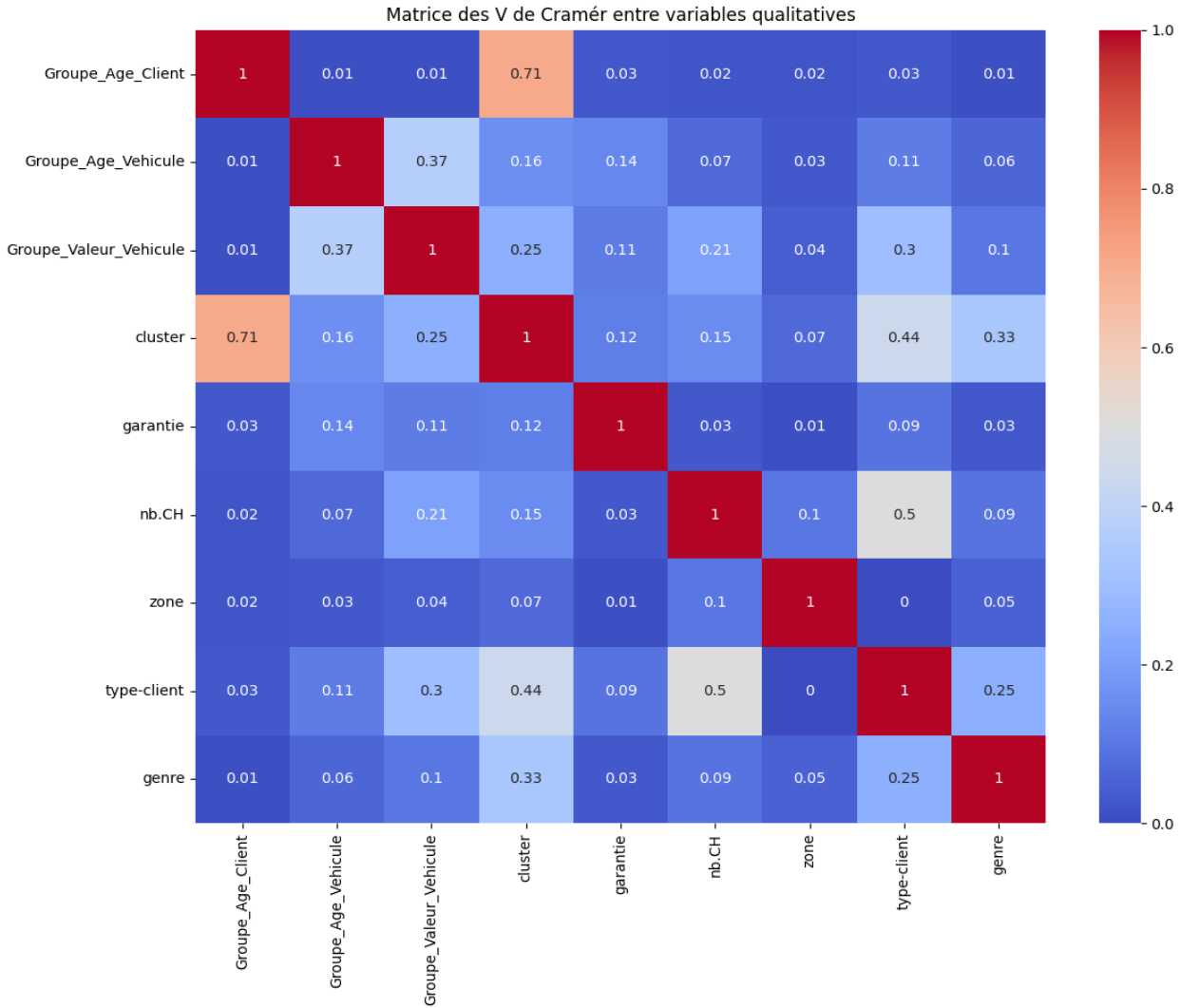
من جهة أخرى، فإن العلاقة بين مجموعة عمر الزبون (Groupe_Age_Client) وجنس الزبون (genre) تعد لها دلالة إحصائية ولكن بشكل هامشي أكثر (بقية p تقارب 0.0273)، مما يعكس ارتباطاً ضعيفاً لكنه غير مهملاً. وبشكل عام، تظهر هذه النتائج أنه، على الرغم من وجود بعض حالات الاستقلالية، فإن المتغيرات التفسيرية في هذه الدراسة مرتبطة إحصائياً في معظمها، وهو ما يجب أخذه بعين الاعتبار عند النمذجة من أجل التعامل مع أي ترابطات محتملة.

كما يعزز ما تم ملاحظته في الفصل الثالث أن التوزيع الجغرافي (المنطقة) مستقل عن باقي الخصائص المدروسة في المحفظة، وأن دوره يبقى هامشياً أكثر في الهيكل العامة للملفات.

ثانياً-معامل V de Cramér

يأخذ معامل V de Cramér قيماً ضمن المجال $[0, 1]$ ، وكلما اقتربت قيمته من 1 كان الارتباط بين المتغيرات أقوى.

الشكل 1.4 : مصفوفة قيم معامل V de Cramér



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يوضح تحليل مصفوفة V de Cramér أن غالبية الارتباطات بين المتغيرات النوعية ضعيفة، حيث إن قيمها أقل من 0.3، وهو ما يعكس ضعفاً في درجة الارتباط الكلي بين هذه المتغيرات. ومع ذلك، تبرز بعض العلاقات من حيث شدتها؛ إذ يظهر أقوى ارتباط بين مجموعة عمر الزبون (Groupe_Age_Client) والمجموعة (cluster) بقيمة V تقترب من 0.71، وهو أمر منطقي إذا كانت متغيرات التجميع قد تأثرت بعمر الزبون. وبالمثل، يُظهر متغير عدد الأحصنة (nb.CH) علاقة متوسطة مع نوع الزبون (type-client) بقيمة V تقترب من (0.50) ومع مجموعة قيمة المركبة (Groupe_Valeur_Vehicule) بقيمة V تقترب من (0.21)، مما يبرز وجود رابط بين قوة المحرك، نوع العميل، وقيمة المركبة. كما يرتبط نوع الزبون (type-client) ارتباطاً ملحوظاً مع المجموعة (cluster) بقيمة V تقترب من (0.44) ومع جنس الزبون (genre) بقيمة V تقترب من (0.25)، وهو ما يعكس

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

تصنيفاً جزئياً للزبائن وفق هذه المتغيرات. أما متغير المنطقة (zone) ، فيتميز مرة أخرى باستقلال شبه تام عن باقي المتغيرات، إذ لا تتجاوز قيم V معه 0.10 في جميع الحالات، باستثناء ارتباطه مع عدد الأحصنة (nb.CH) حيث تبلغ القيمة نحو 0.10. وهذا يتماشى مع نتائج تحليل p-values، ويؤكد أن المنطقة ليست عاملاً تمييزياً رئيسياً في العلاقات المرصودة.

بوجه عام، ورغم أن بعض أزواج المتغيرات تُظهر علاقات ارتباط قوية، مثل عمر الزبون والمجموعة أو قوة المحرك ونوع الزبون، فإن ضعف الارتباط الكلي بين المتغيرات يقلل من خطر التكرار المفرط، وهو ما يُعد ميزة مهمة للخطوات اللاحقة في عملية النمذجة.

المطلب الثاني: دراسة العلاقة بين المتغيرات التوضيحية والمتغير التابع.

نرغب في هذه المرحلة في دراسة تأثير المتغيرات التفسيرية على المتغيرات المراد تفسيرها، وهي تكرار الحوادث وتكلفة الحوادث. كلا المتغيرين التابعين كمياً، بينما المتغيرات التفسيرية جميعها نوعية، وتتراوح عدد فئاتها من فئتين إلى ست فئات. ولهذا الغرض، سيتم إجراء تحليل الارتباط عبر اختبارين إحصائيين: اختبار لعينتين مستقلتين (Student) واختبار (Kruskal-Wallis)، ويعتمد اختيار الاختبار على عدد فئات المتغير التفسيري. وعليه:

- بالنسبة للمتغيرات عمر الزبون، نوع الزبون، والمنطقة الجغرافية، سيتم استخدام اختبار (Student) لعينتين مستقلتين لتحديد علاقتها بكل متغير من المتغيرات المراد تفسيرها.
- بالنسبة لبقية المتغيرات (التي تضم أكثر من فئتين)، سيتم استخدام اختبار (Kruskal-Wallis).

بالنسبة لكل متغير ملاحظ، تُعتبر كل فئة منه مجموعة مستقلة. ويهدف التحليل إلى التحقق مما إذا كانت إحدى هذه المجموعات تظهر سلوكاً مختلفاً عن المجموعات الأخرى من حيث تكرار الحوادث أو تكلفتها، أي تحديد ما إذا كان للمتغير المدروس تأثير ملموس على معدل الحوادث والخسائر. ومنه فرضيات الاختبار:

- الفرضية الصفرية (H_0): المتغير المدروس ليس له أي تأثير على تكرار الحوادث.
- الفرضية البديلة (H_1): المتغير المدروس له تأثير على تكرار الحوادث.

باستخدام برنامج Python، تُطبّق اختباري t-student و Kruskal-Wallis كمايلي: يجرى اختبار تساوي التباينات عبر مكتبة scipy.stats. وعند تفعيل الخيار equal_var=False تُطبّق نسخة

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

(Welch) من اختبار t ، وهي الأنسب عندما تختلف أحجام العينات أو تبايناتها. يقدم الاختبار نتيجتين أساسيتين:

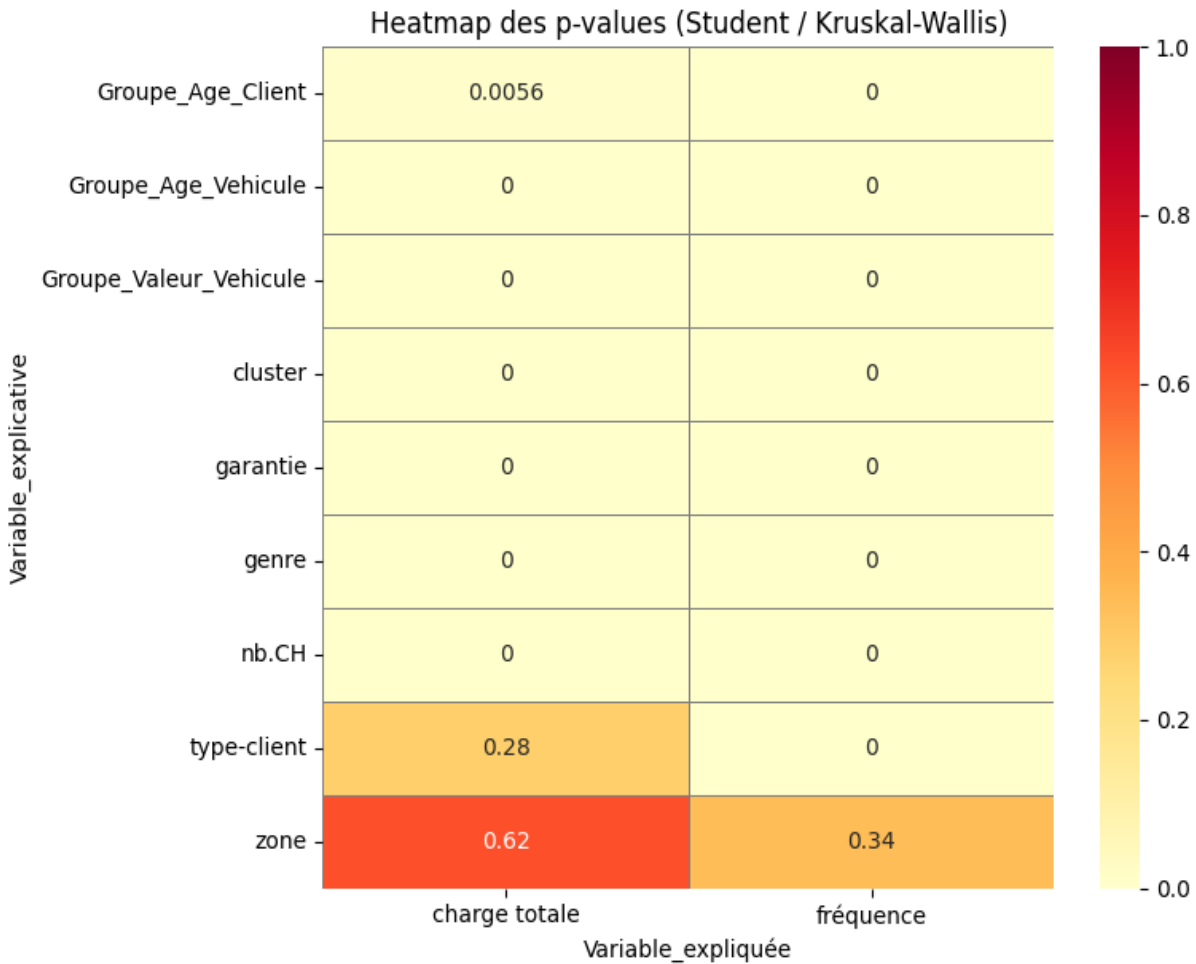
- إحصائية: t (t_stat) تُعبّر عن مقدار الفرق واتجاهه بين المجموعتين.
 - القيمة الاحتمالية: (p_value) تُحدّد ما إذا كان الفرق بين المجموعتين ذا دلالة إحصائية.
- أما اختبار (Kruskal–Wallis) فهو اختبار لا معلمي يستخدم لمقارنة أكثر من مجموعتين عندما لا تتحقّق افتراضات التوزيع الطبيعي أو تساوي التباينات. ويمكن الحصول على نتائجه في Python باستخدام الدالة `kruskal` من المكتبة نفسها. نتائج الاختبارين ملخصة في الجدول التالي:

الجدول 3.4 : نتائج الاختبارين Student و Kruskal–Wallis

p-value	الاختبار	المتغيرات المفسرة	المتغيرات التفسيرية
0.0000	Student	تكرار الحوادث	نوع الزبون
0.0000	Student	تكرار الحوادث	عمر الزبون
0.0000	Kruskal-Wallis	تكرار الحوادث	عمر المركبة
0.0000	Kruskal-Wallis	تكرار الحوادث	قيمة المركبة
0.0000	Kruskal-Wallis	تكرار الحوادث	الضمان
0.0000	Kruskal-Wallis	تكرار الحوادث	Cluster
0.0000	Kruskal-Wallis	تكرار الحوادث	عدد الاحصنة
0.0000	Kruskal-Wallis	تكرار الحوادث	جنس الزبون
0.0000	Kruskal-Wallis	تكلفة الحوادث	الضمان
0.0000	Kruskal-Wallis	تكلفة الحوادث	Cluster
0.0000	Kruskal-Wallis	تكلفة الحوادث	قيمة المركبة
0.0000	Kruskal-Wallis	تكلفة الحوادث	عمر المركبة
0.0000	Kruskal-Wallis	تكلفة الحوادث	جنس الزبون
0.0000	Kruskal-Wallis	تكلفة الحوادث	عدد الاحصنة
0.0056	Student	تكلفة الحوادث	عمر الزبون
0.2848	Student	تكلفة الحوادث	نوع الزبون
0.3435	Student	تكرار الحوادث	المنطقة
0.6238	Student	تكلفة الحوادث	المنطقة

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الشكل 2.4 : نتائج الاختبارين Student و Kruskal-Wallis



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يظهر (الشكل 2.4) نتائج الاختبارات الإحصائية المطبقة لتقييم العلاقة الموجودة بين بعض المتغيرات التفسيرية ومتغيرين تابعين هما: تكرار الحوادث والتكلفة الإجمالية. يتضح أن الغالبية العظمى من المتغيرات التفسيرية نوع الزبون، عمر الزبون، عمر المركبة، قيمة المركبة، الضمان، المجموعة (cluster)، عدد الأحصنة، جنس الزبون تسجل قيم p-value أقل من 0.05، مما يشير إلى وجود ارتباط دال إحصائياً مع التكرار والتكلفة الإجمالية. وهذا يعني أن فئات هذه المتغيرات تؤثر بشكل ملحوظ على توزيع المتغيرات التابعة.

في المقابل، لا يظهر متغير المنطقة أي علاقة ذات دلالة إحصائية مع تكرار الحوادث ($p = 0.3435$) أو مع التكلفة ($p = 0.6238$)، مما يوحي بأنه لا يفسر بشكل جوهري تباين هذه المؤشرات في مجموعة البيانات، وهو ما يتوافق مع المشاهدات التي تم تسجيلها في أجزاء التحليلات السابقة. ونلاحظ أيضاً أن علاقة نوع الزبون مع تكرار الحوادث ذات دلالة إحصائية ($p < 0.0001$)، لكن مع التكلفة

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الاجمالية العلاقة غير دالة احصائياً ($p = 0.2848$)، مما يشير إلى أنه رغم اختلاف احتمالية وقوع الحوادث حسب نوع الزبون، فإن التكلفة المرتبطة بهذه الحوادث لا تختلف بشكل ملحوظ بين أنواع الزبائن.

المبحث الثالث: نموذج تكلفة الحوادث

المتغير المراد تفسيره في هذا النموذج هو تكلفة الحوادث. ويُقصد بـ "تكلفة الحوادث" المبلغ الفردي لكل حادث.

المطلب الأول: تقدير نموذج تكلفة الحوادث

أولاً- اختيار النموذج

بشكل عام، يتم نمذجة مبالغ الحوادث باستخدام توزيع Γ . وعلى الرغم من أن دالة الربط القانونية (canonique) المرتبطة بتوزيع Γ هي الدالة العكسية، فإننا نستخدم هنا دالة الربط اللوغاريتمية (Log)، لأن القيم المقدرة بواسطة النموذج يجب أن تكون موجبة، تماماً مثل تكاليف الحوادث. كما نرغب في الحصول على نموذج مضاعف (Multiplicatif) يسمح بمقارنة تأثير كل فئة من فئات المتغيرات. لذلك، نستخدم دالة اللوغاريتمية (Log) مع توزيع Γ .

قبل البدء في عملية النمذجة، يجب تكييف النموذج الخطي مع البيانات المتوفرة، وذلك من خلال أخذ نسبة التحمل (franchise) بعين الاعتبار، بالإضافة إلى العديد من الحوادث التي يساوي مبلغها قيمة نسبة التحمل (franchise). وبما أن توزيع Γ معرف على المجال $[0, +\infty[$ ، فإننا نقرر في البداية إزاحة تكاليف الحوادث عبر طرح مبلغ نسبة التحمل (franchise) منها مؤقتاً أثناء عملية النمذجة.

تهدف هذه الخطوة إلى تجنب إعطاء وزن صفري لكثافة التكاليف في المجال $[0, d]$ ، حيث d هو مبلغ نسبة التحمل (franchise). وبعد الانتهاء من النمذجة، سنستخدم خاصية خطية التوقع الرياضي لإعادة إضافة مبلغ نسبة التحمل (franchise) إلى التكاليف المقدرة، وذلك من أجل حساب التكلفة المتوسطة لكل فئة تعريفية.

ثانياً- تقدير معاملات النموذج

بعد اختيار التوزيع الذي تتبعه تكاليف الحوادث، تأتي مرحلة تقدير المعاملات المرتبطة بكل فئة من فئات المتغيرات. يتم إجراء هذا التقدير باستخدام الدالة $\text{smf.glm}()$. وبما أن اختيار المتغيرات سيتم لاحقاً، فإننا نبدأ أولاً بإدراج جميع المتغيرات في النموذج، كما هو موضح في الجدول التالي:

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 4.4 : المتغيرات التفسيرية في نموذج تكلفة الحوادث

عدد الفئات (المجموعات)	Signification	الرمز
2	عمر الزبون	Groupe_Age_Client
6	عمر المركبة	Groupe_Age_Vehicule
4	قيمة المركبة	Groupe_Valeur_Vehicule
4	خصائص (Profils)	Cluster
9	عدد الأحصنة	nb.CH
2	المنطقة الجغرافية	Zone
2	نوع الزبون	type-client
3	جنس الزبون	Genre

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الجدول التالي يوضح نتائج تقدير معاملات لنموذج تكلفة الحوادث، حيث يكتب النموذج المراد تقديره على النحو التالي:

$$\log(E[C |]) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

الجدول التالي يبين لنا نتائج تقدير معاملات هذا النموذج

- Std Err : تقدير الخطأ المعياري للمعامل المرتبط بكل فئة؛
- Intercept : وهو الحدّ الثابت في نمذجة متوسط المتغير؛
- z : القيمة المشاهدة لإحصائية اختبار (z) Student؛
- Coef : يمثل معاملات المتغيرات التفسيرية ؛
- |P>|z : قيمة الاحتمال (p-value) المرتبطة بالإحصائية z الخاصة بالمعامل.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 5.4 : نتائج تقدير معاملات النموذج تكلفة الحوادث

P>|z|	z	Std Err	Coef.	المتغير
0	54.578	0.17	9.2667	Intercept
0	-3.584	0.058	-0.208	Type.client.Société
0.175	-1.357	0.066	-0.0894	Zone2
0.077	1.768	0.065	0.1157	AC_Groupe 2
0.005	2.806	0.043	0.1195	AV_Groupe 2
0.567	0.572	0.073	0.0417	AV_Groupe 3
0.649	0.455	0.078	0.0356	AV_Groupe 4
0.873	-0.16	0.079	-0.0126	AV_Groupe 5
0.905	-0.119	0.078	-0.0093	AV_Groupe 6
0	3.631	0.061	0.2222	VV_Groupe 2
0	9.534	0.066	0.6289	VV_Groupe 3
0	12.877	0.084	1.0866	VV_Groupe 4
0.767	0.297	0.068	0.0201	cluster.1
0.049	1.966	0.067	0.1316	cluster.2
0.276	1.09	0.064	0.0695	cluster.3
0.173	-1.361	0.159	-0.216	3 CH
0.22	1.227	0.235	0.288	4CH
0.693	0.394	0.14	0.0553	5CH
0.373	-0.891	0.23	-0.2046	6CH
0.978	0.028	0.206	0.0057	7CH
0.728	-0.347	0.289	-0.1005	9CH
0.549	-0.599	0.078	-0.0466	genre.M
0.211	-1.252	0.075	-0.094	genre.ND

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يجرى هذا الاختبار وفق الفرضية $H_0: \beta_i = 0$ مقابل $H_1: \beta_i \neq 0$ ، وهو يتيح معرفة ما إذا كانت الفئة تؤثر على المتغير المراد تفسيره أم لا. نحصل على قيمة t بقسمة معامل الانحدار على انحرافه المعياري (Coef. / Std.error).

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

غير أنّ تفسير هذه القيمة الاحتمالية (p-value) لا يسمح بالحكم على دلالة المتغير ككل، لأن اختبار Student يُجرى لكل فئة على حدة وليس لكل متغير. وبالتالي، قد نجد لمتغير واحد فئة دالة إحصائيًا وفق الاختبار، وأخرى (من نفس المتغير) غير دالة.

بعد تحليل جميع القيم المُستخرجة، نلاحظ أنّه ينقصنا المعامل المرتبط بفئة واحدة لكل متغير مشمول في النموذج. على سبيل المثال، بالنسبة لمتغير جنس الزبون، نجد المعامل المرتبط بالفئة $(-0,046)$ (M)، لكن لا نجد المعامل المرتبط بالفئة (F). في الواقع، تُسمّى الفئة الغائبة لكل متغير (الفئة المرجعية)، ويكون معاملها مساوياً للصفر بحكم البناء، ولهذا لا تظهر في النتائج لأن قيمتها ثابتة. ويسمى الفرد (الفرد المرجعي) إذا كانت كل المتغيرات التي تصفه تأخذ كفاءة لها الفئة المرجعية.

في إطار نموذج مضاعف (Multiplicatif) (دالة الربط اللوغاريتمية log) كما هو الحال هنا، يرتبط متوسط تكلفة الحادث للفرد $[Ci]$ بمتوسط تكلفة الحادث للفرد المرجعي (Cref) بالعلاقة التالية:

$$[Ci - d | Ci > d] = Cref \times \lambda_1 \times \lambda_2 \times \dots \times \lambda_p$$

(λ_i) هو معامل الضرب المرتبط بالفئة التي ينتمي إليها الفرد i من المتغير j ، بحيث:

$$\lambda_j = \exp(\beta_j)$$

$$Cref = \exp(\beta_0) = \exp(\text{Intercept})$$

قامت الدالة باختيار أول قيمة لكل متغير، وفق الترتيب الأبجدي، لتكون الفئة المرجعية. غير أنّه، في معظم الأحيان، تُختار الفئة التي تضم العدد الأكبر من العقود لتكون المرجعية، باعتبارها الأكثر تمثيلاً. ومع ذلك، فإن اختيار الفئة المرجعية لا يؤثر إطلاقاً على جودة التنبؤ. فبغض النظر عن الفئة المرجعية المعتمدة لكل متغير تفسيري نوعي، يظل التنبؤ الناتج عن النموذج هو نفسه تماماً عند تطبيقه على أي فرد من أفراد المجتمع الإحصائي. وبالتالي، يبقى تفسير النتائج قائماً على أساس هذه الفئة المرجعية.

المطلب الثاني: إجراءات اختيار المتغيرات

في هذه المرحلة، سنحاول تقليل معيار المعلومات من خلال حذف المتغيرات الأقل دلالة في النموذج. ولتحقيق ذلك، سنستخدم الإجراء التنازلي (Backward) الذي يقوم بحذف المتغيرات غير الدالة إحصائيًا بشكل تدريجي.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 6.4: نتائج إجراءات اختيار المتغيرات (Backward) لنموذج تكلفة الحوادث

التكرار	المتغيرات المرشحة للحذف	قيمة AIC الحالية	المتغير المحذوف	قيمة AIC بعد الحذف	تحسن
1	نوع الزبون	167749.96	نوع الزبون	167747.77	نعم
2	الجنس	167747.77	الجنس	167769.63	لا

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

تعمل الدالة أو الخوارزمية على تنفيذ الخطوات التالية:

- حساب قيمة AIC للنموذج المرجعي، إضافةً إلى قياس أثر حذف كل متغير على قيمة AIC ؛
- حذف المتغير الذي يؤدي حذفه إلى أكبر انخفاض في قيمة AIC؛
- إعادة حساب AIC للنموذج الجديد (النموذج بعد حذف المتغير) ؛
- تكرار الخطوتين (2) و(3) حتى يصبح حذف أي من المتغيرات المتبقية سبباً في زيادة قيمة AIC

في نموذجنا، أدت الخطوة الثانية إلى حذف متغير الجنس. وبعد إعادة حساب الـ AIC للنموذج بدون هذا المتغير، تبين أن حذف أي متغير آخر سيؤدي إلى ارتفاع قيمة الـ AIC ، وبالتالي توقفت الخوارزمية عند هذه المرحلة.

الجدول 7.4: نتائج خوارزمية AIC

المتغير	مرفوض / مقبول
عمر الزبون	مقبول
عمر المركبة	مقبول
قيمة المركبة	مقبول
Cluster	مقبول
ضمانات التأمين	مقبول
عدد الأحصنة	مقبول
المنطقة الجغرافية	مقبول
نوع الزبون	مرفوض
جنس الزبون	مقبول

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

النموذج بعد استبعاد المتغيرات غير الدالة إحصائياً معروض في الجدول التالي كما يلي:

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 8.4 : نتائج تقدير معاملات نموذج تكلفة الحوادث بعد اختيار المتغيرات

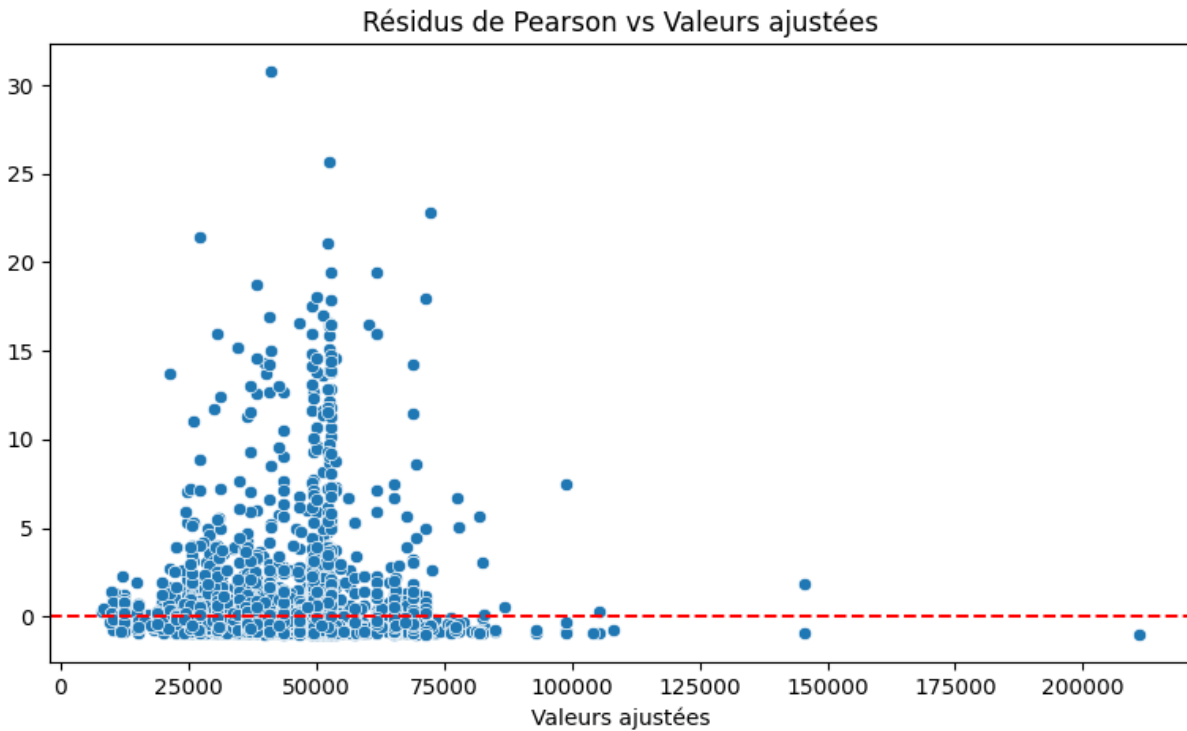
P>|z|	z	Std Err	Coef	المتغير
0	60.119	0.153	9.18	Intercept
0	-3.685	0.058	-0.2133	Type.client.Société
0.145	-1.457	0.066	-0.0957	Zone2
0.023	2.274	0.062	0.1417	AC_Groupe 2
0.008	2.635	0.042	0.1115	AV_Groupe 2
0.681	0.411	0.073	0.0298	AV_Groupe 3
0.863	0.172	0.077	0.0132	AV_Groupe 4
0.746	-0.324	0.078	-0.0254	AV_Groupe 5
0.649	-0.455	0.076	-0.0344	AV_Groupe 6
0	3.564	0.061	0.2171	VV_Groupe 2
0	9.611	0.066	0.6315	VV_Groupe 3
0	12.81	0.084	1.0775	VV_Groupe 4
0.782	-0.277	0.059	-0.0162	cluster.1
0.011	2.546	0.063	0.1612	cluster.2
0.299	1.039	0.061	0.0636	cluster.3
0.205	-1.267	0.158	-0.2007	3 CH
0.216	1.237	0.235	0.2904	4CH
0.626	0.487	0.14	0.0682	5CH
0.41	-0.824	0.229	-0.189	6CH
0.954	0.057	0.206	0.0118	7CH
0.752	-0.315	0.289	-0.0912	9CH

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

أولاً-سحابة نقاط بواقي Pearson

يتعين التحقق من ملاءمة النموذج عقب اختيار المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية. ومع ذلك، تُظهر دراسة سحابة نقاط بواقي Pearson وجود بعض القيم الشاذة بالإضافة إلى تشتت غير منتظم قليلاً.

الشكل 3.4: سحابة نقاط بواقي Pearson لنموذج تكلفة الحوادث



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يظهر تحليل سحابة نقاط بواقي Pearson أن معظم القيم المتبقية تتركز حول الخط الأفقي الأحمر عند الصفر، وهو مؤشر إيجابي يوحي بغياب انحياز منهجي في النموذج. كما لا نلاحظ أي اتجاهات واضحة، مما يشير إلى أن العلاقة بين المتغيرات ممثلة بشكل جيد إجمالاً، وأن فرضية تجانس التباين (Homoscedasticité) محترمة بوجه عام.

ومع ذلك، تكشف بعض البواقي المتطرفة، التي تتجاوز القيم 3، عن وجود مشاهدات شاذة لا يوفّر النموذج ملاءمة جيدة لها، وقد تؤثر بشكل غير متناسب على تقدير المعاملات. وأخيراً، يمكن مشاهدة درجة طفيفة من عدم تجانس التباين، مع تشتت أكبر قليلاً للبواقي في بعض نطاقات القيم المقدّرة، خاصةً حول 25,000.

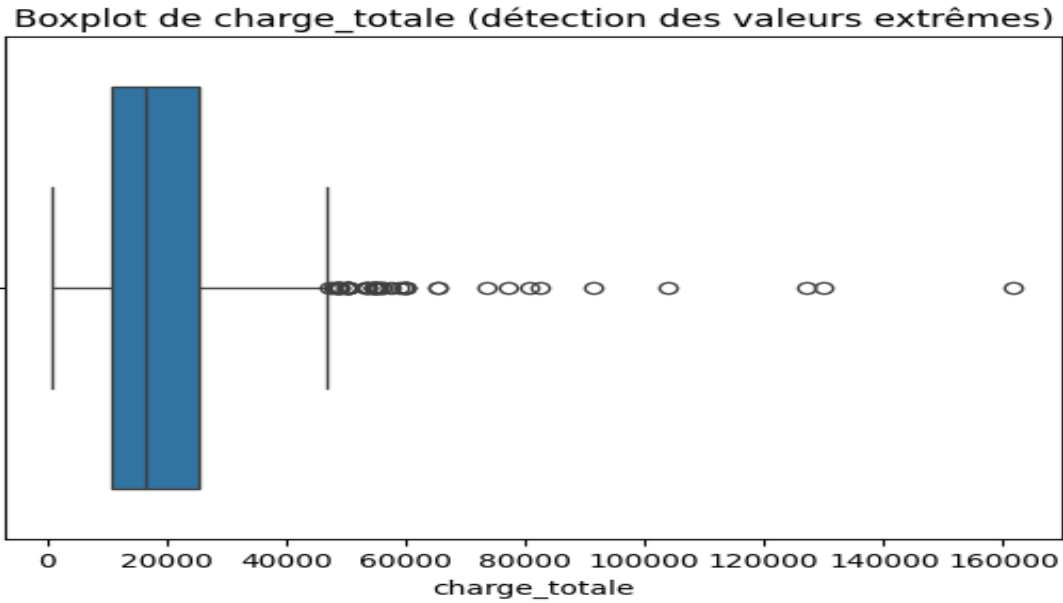
لقد أولينا اهتماماً كبيراً لتحليل أسباب ضعف ملاءمة المشاهدة في النموذج الأولي. وقد تبين أن إدراج جميع الضمانات ضمن نفس النموذج يفرض على هذا الأخير تفسير حوادث متباينة للغاية من حيث التكرار، والخطورة، وحجم المبالغ، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع في التباين ويعقد إبراز علاقة مستقرة بين المتغيرات التفسيرية والمتغير التابع. وبناءً على ذلك، برزت الحاجة إلى اعتماد نمذجة منفصلة حسب نوع الضمان، بما يسمح بالنقاط الخصائص المميزة لكل فئة من الحوادث. ففي حالتنا، وعند الاقتصار على تحليل الحوادث

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

المرتبطة بضمان كسر الزجاج، نكون أمام مجموعة بيانات أكثر تجانسًا سواء من حيث التكرار أو التكلفة أو توزيع المبالغ، وهو ما يُسهّل تحقيق الملاءمة ويُعزّز جودة النموذج الإحصائي.

ثانياً - مخطط boxplot

الشكل 4.4: مخطط boxplot لنموذج تكلفة الحوادث



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

تتركز غالبية الحوادث ضمن نطاق منخفض نسبياً، غير أنه يُلاحظ وجود عدد كبير من القيم المتطرفة التي تمثل حوادث مرتفعة التكلفة مرتبطة بضمان (DASC) هذه التشتتات الكبيرة تزيد من صعوبة ملاءمة النموذج. لذلك، يعد من الأنسب اعتماد النمذجة حسب الضمان من أجل الحصول على مجموعات بيانات أكثر تجانساً. وفي حالتنا، عند التركيز فقط على ضمان كسر الزجاج، نعمل على مجموعة بيانات أكثر اتساقاً من حيث التكرار، والتكلفة، وتوزيع المبالغ. النموذج النهائي بعد الاحتفاظ حصرياً بضمان كسر الزجاج وإعادة تشغيل آلية الاختيار التلقائي للمتغيرات:

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 9.4 : نتائج تقدير معاملات النموذج تكلفة الحوادث النهائي

المتغير	Coef	Std Err	Z	P>|z|
Intercept	9.1705	0.14	65.335	0
Type.client.Société	-0.1979	0.054	-3.668	0
AC_Groupe 2	0.1238	0.055	2.257	0.024
VV_Groupe 2	0.2453	0.055	4.499	0
VV_Groupe 3	0.6395	0.056	11.503	0
VV_Groupe 4	1.0998	0.072	15.245	0
cluster.1	-0.0242	0.054	-0.444	0.657
cluster.2	0.1573	0.054	2.908	0.004
cluster.3	0.0825	0.054	1.533	0.125
3 CH	-0.1674	0.148	-1.132	0.258
4CH	0.2922	0.219	1.332	0.183
5CH	0.0944	0.131	0.722	0.47
6CH	-0.1563	0.212	-0.737	0.461
7CH	0.0002	0.192	0.001	0.999
9CH	-0.0618	0.27	-0.229	0.819

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

تمكنا هذه المعاملات من استنتاج الكلفة المتوسطة للحادثة بالنسبة لجميع الأفراد ضمن كل فئة تسعيرية مُنشأة. وقد تم الاحتفاظ بستة متغيرات تسعيرية، في حين استخدمت دالة الرّبط اللوغاريتمية (log) كأساس للنموذج:

$$\log[E(C - d | C > d)] = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Type.client} + \beta_2 \times \text{Groupe_Age_Client} + \beta_3 \times \text{Groupe_Valeur_Vehicule} + \beta_4 \times \text{cluster} + \beta_5 \times \text{nb_CH}$$

عند تفسير معاملات الانحدار، نلاحظ على سبيل المثال أنّه بالنسبة لمتغير Groupe_Valeur_Vehicule، جاءت جميع المعاملات موجبة بالنسبة للمجموعات من 2 إلى 4، وهو ما يعكس اتجاهًا تصاعديًا في متوسط تكلفة الحوادث كلما ارتفعت قيمة المركبة. وبالمقارنة مع مجموعة المرجع (VV_Groupe 1) نجد أن:

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

- المركبات في VV_Groupe 2 تسجل تكلفة متوسطة أعلى بحوالي 24% (المعامل = 0.2171)،
- المركبات في VV_Groupe 3 أعلى بحوالي 63%،
- المركبات في VV_Groupe 4 أعلى بحوالي 108%.

وهذه النتيجة تتوافق مع الفرضية القائلة بأن المركبات الأعلى قيمة تؤدي إلى تكاليف إصلاح أو تعويض أكبر.

المطلب الثالث: التحقق من ملائمة النموذج

أولاً-إشارة المعاملات

للتحقق من إشارات معاملات النموذج، نقوم بمقارنة مواقع معاملات فئات المتغير Z مع معامل فئته المرجعية. وكما رأينا في مرحلة التقدير، يتم تثبيت معامل الفئة المرجعية عند الصفر بحكم البناء. وباستخدام دالة الربط اللوغاريتمية، يمكننا إقامة علاقة بين معامل فئة من المتغير Z ومعامل فئته المرجعية، ما يتيح تفسير الفروق في متوسط التكلفة بين الفئات انطلاقاً من الفئة المرجعية.

$$\begin{cases} si \beta > 0 & => exp(\beta) > exp(0) \\ Sinon & => exp(\beta) < exp(0) \end{cases}$$

β : معامل الفئات او المجموعات

استناداً إلى ما سبق، وبالنظر إلى أن المتغير المراد تفسيره يأخذ قيماً موجبة، نحصل على القاعدة التالية للتحقق من إشارة معاملات نموذج التكلفة لدينا:

- إذا كان المعامل β المرتبط بالفئة Z موجباً، فإن متوسط تكلفة هذه الفئة يجب أن يكون أعلى من متوسط تكلفة الفئة المرجعية المقابلة.
- وبالمقابل، إذا كان هذا المعامل سالباً، فهذا يعني أن تكلفة الفئة المعنية أقل من متوسط تكلفة الفئة المرجعية المقابلة.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 10.4 : اشارات معاملات النموذج تكلفة الحوادث النهائي

المتغير	Coef	الكلفة المتوسطة	الكلفة المتوسطة المرجعية
Type.client.Société	-0.1979	7883.94	9609.12
AC_Groupe 2	0.1238	10875.49	9609.12
VV_Groupe 2	0.2453	12280.22	9609.12
VV_Groupe 3	0.6395	18213.99	
VV_Groupe 4	1.0998	28861.75	
cluster.1	-0.0242	9379.44	9609.12
cluster.2	0.1573	11246.25	
cluster.3	0.0825	10435.81	
3 CH	-0.1674	8127.6	9609.12
4CH	0.2922	12870.19	
5 CH	0.0944	10560.78	
6 CH	-0.1563	8218.39	
7 CH	0.0002	9611.32	
9 CH	-0.0618	9032.81	

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يتماشى نموذج تكاليف الحوادث مع القاعدة الخاصة بإشارات المعاملات؛ حيث إن جميع الفئات ذات المعامل الموجب تسجل متوسط تكلفة حادث أعلى من الفئة المرجعية، في حين تسجل الفئات ذات المعامل السالب متوسطاً أقل.

على سبيل المثال، تُظهر الفئة شركة (Société) في المتغير type_client معامل انحدار سالباً (-0.1979)، ما يشير إلى أن متوسط تكلفة الحوادث لعملاء هذا النوع (7,883.94 دج) أقل من المتوسط المسجل للفئة المرجعية فرد (Particulier) والبالغ 9,609.12 دج.

وإذا نظرنا إلى تطور المعاملات بالتوازي مع تطور متوسط التكاليف، نلاحظ تطابقاً تاماً: فكلما ارتفع متوسط التكلفة، ارتفع أيضاً المعامل المرتبط بالفئة.

ثانياً- حجم المعاملات

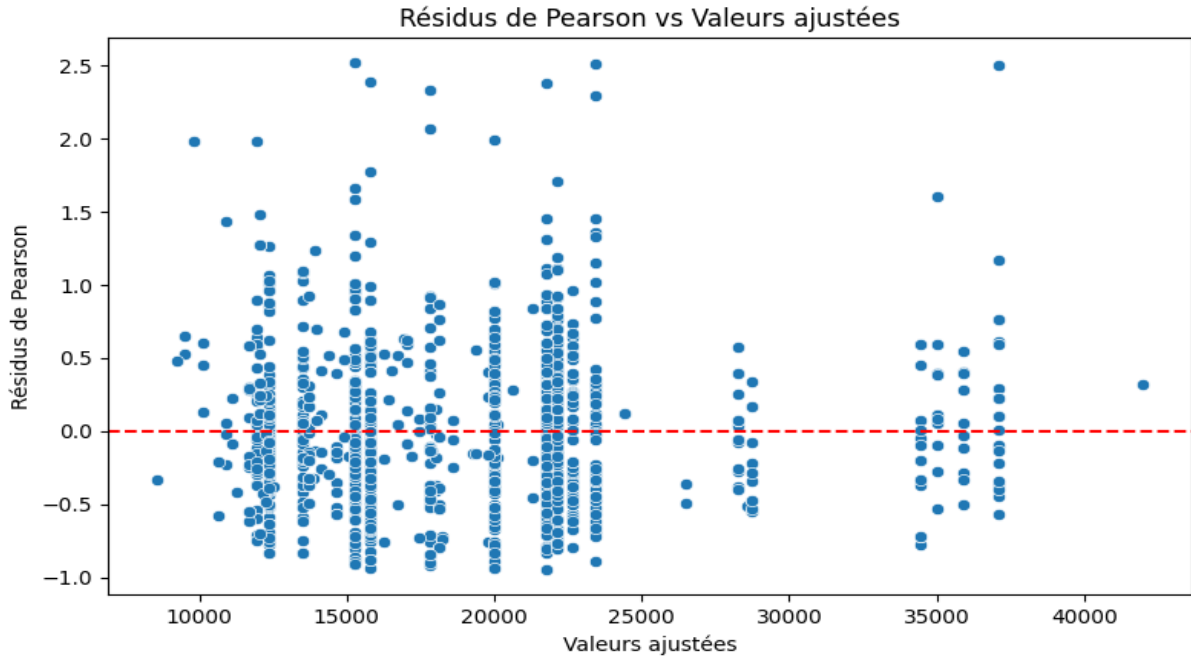
يجب التحقق من حجم المعاملات من خلال مقارنة متوسط القيم النظرية بمتوسط القيم المشاهدة في البداية. بعد ذلك، نقيس الفارق بين قيم النموذج والقيم المشاهدة، بواسطة نسبة مجموع القيم المشاهدة على

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

مجموع القيم المقدّرة من النموذج. حيث وجدنا أن الفارق بين قيم النموذج والقيم المشاهدة ضئيل جدًا؛ إذ إن متوسط القيم المتوقعة (19,270) قريب للغاية من متوسط القيم المشاهدة للمحفظة (19,307).

ثالثًا - سحابة نقاط بواقي Pearson لنموذج تكلفة الحوادث النهائي

الشكل 5.4: سحابة نقاط بواقي Pearson لنموذج تكلفة الحوادث النهائي



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يبين لنا تحليل سحابة النقاط التي تمثل بواقي Pearson مقابل القيم المقدّرة تشتتًا عشوائيًا إجماليًا حول الخط الأفقي عند الصفر، دون وجود اتجاه منهجي واضح. هذا النمط يعكس غياب أي انحياز هيكلية في النموذج عبر مختلف مستويات القيم المقدّرة.

تبيّن أن غالبية المشاهدات لها بواقي تقع بين -0.5 و 0.5، مما يدل على جودة ملائمة جيدة بالنسبة لمعظم البيانات. ومع ذلك، لوحظت بعض القيم الشاذة التي تجاوزت بواقيها 2 أو انخفضت عن -1، ما يشير إلى وجود مشاهدات لم يفسرها النموذج بشكل جيد. هذه النتائج تدعم فرضية الاستقلالية وصحة البنية الدلالية المعتمدة في النموذج.

رابعا- الانحراف المعياري في النموذج

تسمح لنا دراسة الانحراف المعياري للتحقق من مدى ملاءمة النموذج. بحيث يكون النموذج مناسباً للبيانات، أي ان الخطأ المعياري يكون قريباً من القيمة $n-p$ حيث n تمثل عدد المشاهدات و p عدد المتغيرات التفسيرية.

يقارن النموذج المقدر مع النموذج المشبع (modèle saturé) ، أي النموذج الذي يحتوي على عدد معاملات يساوي عدد المشاهدات ويعيد إنتاج البيانات بدقة. تتم هذه المقارنة باستخدام صيغة الانحراف المشتقة من لوغاريتمات دوال الاحتمال العظمى

$$D = -2(l - l_{\text{gat}})$$

l_{gat} : وهو لوغاريتم مربع الاحتمال العظمى.

يعتبر الانحراف المعياري تعميماً لمفهوم مجموع المربعات الخاص بـ *gausse* والمقدر وفق أسلوب المربعات الصغرى. ويُظهر التحليل أن الإحصائية D تتبع توزيع χ^2 بدرجة حرية $n-p$ كلما كان حجم العينة كبير جداً، الأمر الذي يتيح بناء اختبار لرفض أو قبول النموذج في حالة إذا ما كانت قيمة الانحراف ذات دلالة إحصائية أو غير مهمة.

غير أن الاعتماد على تقريب توزيع χ^2 قد يفتقر إلى الدقة في بعض الحالات. ومن الناحية العملية، وبما أن القيمة المتوقعة لتوزيع χ^2 تساوي عدد درجات حريته، ومع الأخذ في الاعتبار الطبيعة التقريبية للاختبارات المبنية عليه، يلجأ غالباً إلى مقارنة قيمة الإحصائية مباشرة بعدد درجات الحرية. ويعد النموذج ملائماً عندما يكون حاصل قسمة قيمة الانحراف على عدد درجات الحرية أقل من ¹.

في دراستنا لنموذج تكلفة الحوادث، نجد أن قيمة الخطأ المعياري المقدرة (381) أقل بكثير من عدد درجات الحرية (1213)، وعليه يمكن اعتبار النموذج ملائماً وذا صلاحية تفسيرية جيدة.

¹ PHILIPPE BESSE, Data mining II. Modélisation Statistique & Apprentissage, Laboratoire de Statistique et Probabilités — UMR CNRS C5583 Université Paul Sabatier — 31062 – Toulouse cedex, page 110

المبحث الرابع : نموذج تكرار الحوادث

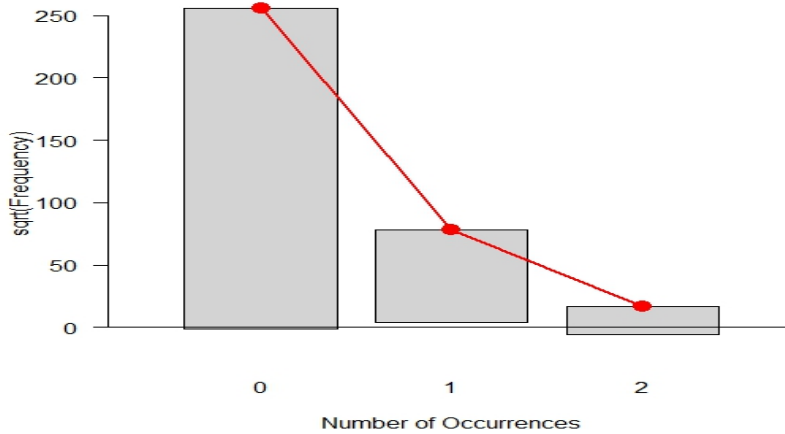
سنحاول في هذا المبحث نمذجة تكرار الحوادث باستخدام أدوات النمذجة الإحصائية المناسبة، وذلك بهدف فهم العوامل المؤثرة على عدد الحوادث وتقدير التكرار المتوقع لها. و في الأخير الحصول على النموذج النهائي لتسعيرة السيارات.

المطلب الأول : تقدير نموذج تكرار الحوادث

أولاً-اختيار النموذج

من اهم التوزيعات المستخدمة لنمذجة المتغير العشوائي تكرار الحوادث نجد توزيع Poisson و توزيع binomiale négative. وفي دراستنا لنموذج تكرار الحوادث علينا الاختيار بين هذين التوزيعين، مع اعتماد التوزيع الأكثر ملاءمة لطبيعة بياناتنا. حيث نعلم في دراستنا على إحدى التقنيات، باستخدام برنامج EasyFit، في تحليل التوزيع التجريبي ومقارنته بأكثر التوزيعات النظرية ملاءمة، وذلك عبر ترتيبها استناداً إلى نتائج اختباري Anderson-Darling و Kolmogorov-Smirnov. وتُعرض فيما يلي نتائج عملية المطابقة.

الشكل 6.4: ملاءمة التوزيع النظري مع توزيع Poisson



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الجدول 11.4 : نتائج اختباري Anderson-Darling و Kolmogorov-Smirnov

	Distribution	Paramètres	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling	
			Statistique	Rang	Statistique	Rang
1	Geometric	$p=0,902489$	0,90264	2	7129,3	2
2	Neg. Binomial	$n=2$ $p=0,92$	0,92159	3	8140,0	3
3	Poisson	$\lambda=0,10895$	0,79775	1	6934,9	1
4	Bernoulli	Pas d'ajustage	Pas d'ajustage (max > 1)			
5	Binomial	Pas d'ajustage	Pas d'ajustage			
6	D. Uniform	Pas d'ajustage	Pas d'ajustage			
7	Hypergeometric	Pas d'ajustage	Pas d'ajustage			

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

نتائج الاختبارين، تثبت ان توزيع بياناتنا يقترب أكثر من توزيع Poisson بمعلمة $\lambda=0.1$. وبعد تحديد التوزيع النظري الملائم، ننتقل إلى تقدير معاملات النموذج.

ثانياً-تقدير معاملات الانحدار:

لتقدير معاملات النموذج قمنا بالاعتماد على الدالة `smf.glm` في برنامج Python. بالنسبة للمتغيرات المدمجة في النموذج المبدئي موضحة في الجدول التالي

الجدول 12.4 : المتغيرات التفسيرية في نموذج تكرار الحوادث

عدد الفئات (المجموعات)	Signification	الرمز
2	عمر الزبون	Groupe_Age_Client
6	عمر المركبة	Groupe_Age_Vehicule
4	قيمة المركبة	Groupe_Valeur_Vehicule
4	فئات الزبائن	Cluster
9	عدد الأحصنة	nb.CH
2	المنطقة الجغرافية	Zone
2	نوع الزبون	type-client
3	جنس الزبون	Genre

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

وقد استخدم دالة الربط اللوغاريتمية على المتغير التابع، مما يؤدي إلى صياغة العلاقة التقديرية على

$$\log(E[F]) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_px_p$$

ثالثاً - تقدير المعاملات

الجدول التالي يمثل تقدير المعاملات المتحصل عليها في نموذجنا، العمود [Coef] يمثل تقدير المعاملات لكل فئة، بينما يعبر العمود [Std Err] عن الخطأ المعياري للمعامل المقدر. نلاحظ أن بعض المتغيرات لا تظهر فيها جميع الفئات الممكنة. السبب في ذلك هو أن إحدى هذه الفئات تعتبر فئة مرجعية، ويعطى معاملها قيمة صفر بشكل تلقائي لأنها تستخدم كأساس للمقارنة. لذلك، فإن الفرد الذي تنطبق عليه الفئة المرجعية في كل المتغيرات يُسمى "الفرد المرجعي"، لأنه يُمثل الحالة الأساسية التي تُقارن بها باقي الحالات.

الجدول 13.4 : تقدير معاملات النموذج تكرار الحوادث

P>|z|	z	Std Err	Coef	المتغير
0.999	-0.001	25700	-24.8896	Intercept
0.945	-0.069	0.104	-0.0072	Type.client.Société
0	5.251	0.114	0.5997	Zone2
0.168	1.378	0.115	0.1582	AC_Groupe 2
0.008	2.648	0.075	0.1988	AV_Groupe 2
0.977	0.028	0.13	0.0037	AV_Groupe 3
0.156	1.419	0.135	0.1914	AV_Groupe 4
0.43	-0.79	0.137	-0.1082	AV_Groupe 5
0.592	0.537	0.134	0.0721	AV_Groupe 6
0.136	1.491	0.107	0.1594	VV_Groupe 2
0.055	1.916	0.116	0.2231	VV_Groupe 3
0.796	0.258	0.152	0.0393	VV_Groupe 4
0.993	0.009	0.12	0.0011	cluster.1
0.013	2.482	0.118	0.2929	cluster.2
0.017	2.378	0.114	0.27	cluster.3
0.999	0.001	25700	20.7004	2CH
0.999	0.001	25700	20.6862	3 CH
0.999	0.001	25700	20.7929	4CH
0.999	0.001	25700	20.8661	5CH
0.999	0.001	25700	20.9003	6CH
0.999	0.001	25700	20.6034	7CH
1	0	31500	0.1802	8CH
0.999	0.001	25700	21.7933	9CH
0.004	2.9	0.134	0.3893	genre.M
0.113	1.586	0.132	0.2087	genre.ND

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

رابعا-اختيار المتغيرات:

بعد تقدير معاملات كل متغير، يتم الانتقال إلى مرحلة اختيار المتغيرات المناسبة للنموذج. ومن بين الأساليب المعتمدة لاستبعاد المتغيرات غير الدالة إحصائياً: طريقة الاختيار التصاعدي، وطريقة الاختيار التنازلي، وطريقة الاختيار التدريجي المختلط. في هذه الدراسة، تم اعتماد أسلوب الاختيار التنازلي، وقد أسفر تطبيقه عن النتائج التالية:

الجدول 14.4: نتائج إجراءات اختيار المتغيرات (Backward) لنموذج تكرار الحوادث

التكرار	المتغيرات المرشحة للحذف	قيمة AIC الحالية	المتغير المحذوف	قيمة AIC بعد الحذف	تحسن
1	عدد الأحصنة (nb_CH)	10747.39	عدد الأحصنة (nb_CH)	10740.96	نعم
2	نوع العميل	10740.96	نوع العميل	10739.27	نعم
3	مجموعة عمر العميل	10739.27	مجموعة عمر العميل	10739.04	نعم
4	مجموعة قيمة المركبة	10739.04	مجموعة قيمة المركبة	10739.2	لا

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

تم تطبيق إجراء الاختيار التنازلي (Backward) بالاعتماد على معيار معلومات (AIC) Akaike ، بهدف تحديد أفضل صيغة ممكنة للنموذج. في التكرار الأول، تم حذف المتغير عدد الاحصنة (nb_CH)، مما أدى إلى انخفاض قيمة الـ AIC من 10 747.39 إلى 10 740.96، وهو ما يدل على التحسن في ملاءمة النموذج. أما في التكرار الثاني، فقد تم حذف المتغير نوع الزبون (type_client)، مما خفض قيمة الـ AIC إلى 10 739.27، مؤكداً بذلك تحقيق مكسب إضافي في الأداء. وفي التكرار الثالث، أدى حذف المتغير عمر الزبون (Age_Client) إلى تقليص قيمة الـ AIC أكثر ليصل إلى 10 739.04.

لكن في التكرار الرابع، تسبب حذف المتغير قيمة المركبة (Valeur_Vehicule) في ارتفاع طفيف لقيمة الـ AIC إلى 10 739.20، مما يدل على تراجع في جودة النموذج. وبالتالي، تم الاحتفاظ بهذا المتغير ضمن الصيغة النهائية للنموذج. وبذلك، مكنت هذه العملية من استبعاد المتغيرات التي لا تساهم بشكل فعال في تحسين النموذج، مع الحفاظ على تلك التي تؤثر بشكل ملموس في الأداء العام، وفقاً لمعيار AIC .

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

النموذج النهائي بعد استبعاد المتغيرات غير الدالة إحصائياً موضح فيما يلي:

الجدول 15.4: تقدير معاملات النموذج تكرار الحوادث النهائي

المتغير	Coef	Std Err	Z	P>|z|
Intercept	-3.9203	0.165	-23.754	0
Zone2	0.6251	0.113	5.547	0
AV_Groupe 2	0.2295	0.073	3.153	0.002
AV_Groupe 3	0.0512	0.127	0.404	0.686
AV_Groupe 4	0.248	0.13	1.911	0.056
AV_Groupe 5	-0.078	0.136	-0.576	0.565
AV_Groupe 6	0.1314	0.129	1.022	0.307
VV_Groupe 2	0.1474	0.107	1.383	0.167
VV_Groupe 3	0.2052	0.114	1.799	0.072
VV_Groupe 4	0.013	0.15	0.086	0.931
cluster.1	0.0803	0.097	0.828	0.408
cluster.2	0.1784	0.085	2.094	0.036
cluster.3	0.175	0.096	1.83	0.067
genre.M	0.366	0.134	2.737	0.006
genre.ND	0.161	0.128	1.257	0.209

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

يتيح هذا النموذج تقدير التكرار المتوسط للوقائع (الحوادث) بالنسبة لكل فئة من فئات المتغيرات التفسيرية. لنأخذ على سبيل المثال متغير الجنس : الفئة المرجعية المعتمدة هي الإناث. وبما أن النموذج يستخدم رابطاً لوغاريتمياً، فإن المعامل الإيجابي المرتبط بفئة الذكور (0.3660) يدل على أن الذكور، مع ثبات باقي العوامل، يُسجلون معدلاً متوسطاً للحوادث أعلى من ذلك المسجل لدى الإناث. أما المقطع الثابت Intercept (-3.9203) فيعبر عن التكرار المتوسط المتوقع للحوادث بالنسبة لمؤمن ينتمي إلى جميع الفئات المرجعية التي تم اعتمادها أثناء بناء النموذج، وهي:

- المنطقة 1،
- مجموعة عمر المركبة 1 AV_Groupe 1 ،
- مجموعة قيمة المركبة 1 VV_Groupe 1 ،

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

- العنقود 0،
- والجنس الأنثوي

المطلب الثاني : التحقق من ملائمة النموذج

يجب أن يستند التحقق من صحة النموذج إلى النظرية الاقتصادية، وذلك من خلال التحقق من إشارة المعاملات المقدرة وترتيب قيمها، بهدف تقييم مدى اتساق النموذج ككل. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي فحص ملائمة النموذج عبر تحليل قيمة انحرافه (Deviance).

أولاً-إشارة المعاملات:

للتحقق من إشارات معاملات النموذج، نقوم بمقارنة مواقع معاملات فئات المتغير Z مع معامل فئته المرجعية. مثل ما قمنا به في السابق في التحقق من إشارات معاملات نموذج تكلفة الحوادث

الجدول 16.4: إشارة معاملات النموذج تكرار الحوادث النهائي

المتغير	Coef	التكلفة المتوسطة	التكلفة المتوسطة المرجعية
Zone1	0	0.019834	0.019834
Zone2	0.625129	0.03706	0.019834
AV_Groupe 1	0	0.019834	0.019834
AV_Groupe 2	0.229456	0.02495	0.019834
AV_Groupe 3	0.051178	0.020876	0.019834
AV_Groupe 4	0.247989	0.025417	0.019834
AV_Groupe 5	-0.078042	0.018345	0.019834
AV_Groupe 6	0.131378	0.022619	0.019834
VV_Groupe 1	0	0.019834	0.019834
VV_Groupe 2	0.147418	0.022985	0.019834
VV_Groupe 3	0.205196	0.024352	0.019834
VV_Groupe 4	0.012956	0.020093	0.019834
cluster.0	0	0.019834	0.019834
cluster.1	0.080287	0.021493	0.019834
cluster.2	0.178391	0.023708	0.019834
cluster.3	0.17502	0.023628	0.019834
Genre F	0	0.019834	0.019834
Genre M	0.365959	0.028599	0.019834
Genre ND	0.161	0.023299	0.019834

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

جميع الفئات التي يكون فيها المعامل المقدر موجبًا تسجل متوسط تكرار حوادث أعلى من الفئة المرجعية، والعكس صحيح. أما فيما يخص تطوّر المعاملات، فإن المقارنة بين متوسط التكرار المشاهد وتدرج المعاملات المقدّرة تُظهر تطابقًا شبه تام بينهما.

الرجال لديهم متوسط تكرار أعلى من متوسط تكرار النساء (الفئة المرجعية)، وذلك لأن المعامل المرتبط بهم ذو قيمة موجبة.

ثانياً-حجم المعاملات:

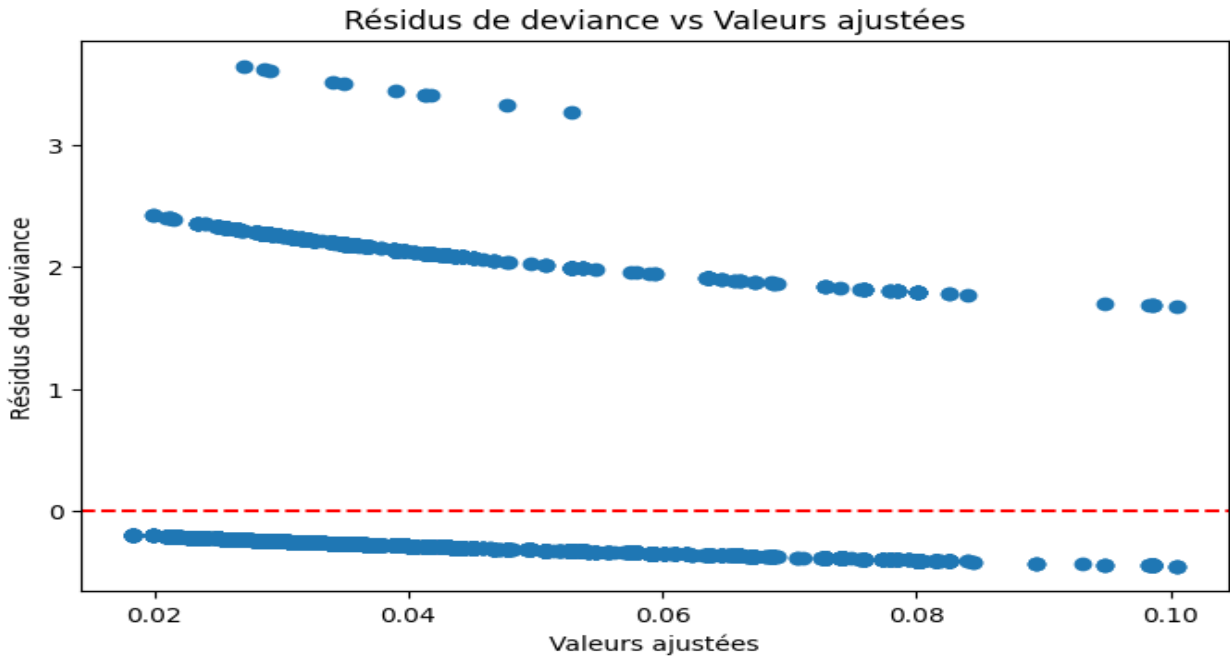
بعد التحقق من مدى تقارب متوسط القيم المتوقعة مع متوسط القيم المشاهدة، تم قياس الفارق بينهما عبر حساب نسبة مجموع القيم المشاهدة إلى مجموع القيم الناتجة عن النموذج. حيث تبين لنا أن متوسط القيم المتوقعة (0.035616) يساوي تمامًا متوسط القيم المشاهدة في المحفظة (0.035617). وفي نماذج Poisson أو النماذج الثنائية ذات الرابط اللوغاريتمي، غالبًا ما يتم ضبط التقدير بحيث يتطابق متوسط القيم المتوقعة تمامًا مع المتوسط المشاهد، خاصة إذا كان النموذج يتضمّن حدًا ثابتًا (interception).

ثالثاً-معامل التشتت

قيمة معامل التشتت المتحصل عليها هي (0.98)، وهي قيمة قريبة جدًا من الواحد، مما يدل على أن التباين المشاهد في البيانات يكاد يكون مساويًا للتباين المتوقع وفقًا لافتراضات نموذج Poisson. هذا التقارب مع القيمة (1) يشير إلى مدى ملاءمة النموذج من حيث التشتت. وبشكل أدق، فإن هذه القيمة التي تقل قليلاً عن الواحد تعكس وجود تشتت ناقص ضعيف، أي أن درجة تباين البيانات أقل قليلاً مما يتوقعه النموذج، غير أن هذا الفرق يُعد ضئيلاً من الناحية الإحصائية. وبالتالي، لا توجد حاجة لإجراء تعديلات لتصحيح التشتت، ويمكن اعتبار نموذج Poisson المعتمد مناسبًا.

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الشكل 7.4: سحابة البواقي لنموذج تكرار الحوادث النهائي



المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى مخرجات برنامج Python

تظهر دراسة الشكل 7.4 لبواقي الانحراف وفقاً للقيم المعدلة تشتتاً متماثلاً حول الخط الأفقي المرجعي (الصفر)، مع تنظيم في شكل شريطين متوازيين. تعكس هذه البنية، التي تُعد نموذجية في بيانات العد، الطبيعة المنفصلة للمتغير التابع. ولا يُلاحظ وجود اتجاه منهجي واضح أو شكل على هيئة حرف U، مما يشير إلى أن العلاقة اللوغاريتمية المعتمدة في نموذج Poisson مناسبة. أما الانخفاض الطفيف في البواقي الإيجابية مع زيادة القيم المعدلة، فيبقى محدوداً ولا يدل على وجود انحياز كبير. بالإضافة إلى ذلك، فإن غياب القيم المتطرفة وتوافق النتائج مع معامل التشتت الزائد (0.98) يؤكدان أن التباين المشاهد قريب من التباين المتوقع من النموذج، مما يعكس ملاءمة جيدة للبيانات.

رابعا- الانحراف المعياري

في دراستنا لنموذج تكرار الحوادث، حصلنا على قيمة الخطأ المعياري (34213) أقل من عدد درجات الحرية (34856). وهذا ما يبرهن لنا ان النموذج مناسباً وذو صلة بالبيانات المدروسة.

المطلب الثالث: النموذج النهائي لتسعيرة التأمين على السيارات

تُظهر الدراسات الإحصائية المتعلقة بنموذج التسعير في التأمين أن معظم المتغيرات التفسيرية المدروسة ترتبط ارتباطاً ذا دلالة إحصائية بواحدٍ على الأقل من المتغيرين التابعين، وهما: تكرار الحوادث والتكلفة

الفصل الرابع: نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات

الإجمالية. وبشكلٍ أكثر تحديداً، فإن كلاً من نوع الزبون، وعمره، وعمر المركبة، وقيمتها، ونوع الضمان، والمجموعة (Cluster)، وعدد الأحصنة، وجنس الزبون يُظهر تأثيراً ذا دلالة إحصائية.

ومع ذلك، تبرز بعض الفروقات الدقيقة؛ إذ إن العلاقة بين نوع الزبون وتكرار الحوادث ذات دلالة إحصائية، في حين لا توجد دلالة إحصائية بين نوع الزبون والتكلفة الإجمالية. في المقابل، لا يُظهر متغير المنطقة أي علاقة ذات دلالة إحصائية مع أيٍّ من المتغيرين التابعين.

وتشير هذه النتائج إلى أن الخصائص التقنية للمركبة، وخصائص ملف الزبون، وبعض التقسيمات الداخلية (Clusters) تُعد محددات رئيسية لمؤشرات الحوادث، في حين لا تضيف المتغيرات الجغرافية (المنطقة) قيمة تفسيرية تُذكر في هذا السياق.

حيث حصلنا على نموذج تكلفة الحوادث كالتالي

$$\log[E(C - d | C > d)] = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Type.client} + \beta_2 \times \text{Groupe_Age_Client} + \beta_3 \times \text{Groupe_Valeur_Vehicule} + \beta_4 \times \text{cluster} + \beta_5 \times \text{nb_CH}$$

و نموذج تكرار الحوادث كالتالي

$$\log(E[F]) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Zone} + \beta_2 \times \text{Groupe_Age_Vehicule} + \beta_3 \times \text{Groupe_Valeur_Vehicule} + \beta_4 \times \text{cluster} + \beta_5 \times \text{genre}$$

وفي الأخير نتحصل على نموذج تسعيرة التأمين على السيارات وفق الصيغة التالية:

$$[S] = [F] \times [C]$$

– S: إجمالي تكلفة الحوادث

– F: تكرار الحوادث

– C: تكلفة الحادث الواحد

خلاصة

تضمن هذا الفصل نمذجة تسعيرة التأمين على السيارات لشركة cash للتأمينات. وقبل الشروع في نمذجة تكلفة وتكرار الحوادث، كان من الضروري دراسة العلاقات بين المتغيرات التفسيرية باستخدام اختبار الاستقلالية χ^2 ومعامل V لكرامر (V de Cramér). وقد أظهرت نتائج اختبار χ^2 أن معظم الارتباطات بين المتغيرات النوعية ذات دلالة إحصائية عند مستوى 5%، مما يتيح رفض فرضية الاستقلال ويؤكد وجود علاقات ارتباط معتبرة بين غالبية الأزواج. ومع ذلك، فإن بعض الاستثناءات، مثل متغير المنطقة، لم تُظهر تأثيراً جوهرياً، مما يعكس دوره الثانوي في تفسير تباين الحوادث. أما تحليل V de Cramér، فقد كشف عن ارتباطات قوية بين بعض المتغيرات، كعمر الزبون والمجموعة، أو قوة المحرك ونوع الزبون. غير أن ضعف الارتباط الكلي نسبياً يُعدّ عاملاً إيجابياً، إذ يقلل من خطر التكرار المفرط ويُسهّل مراحل النمذجة اللاحقة.

وبالاعتماد على اختبارات إضافية لتحليل الارتباط بين المتغيرات التفسيرية و تكلفة و تكرار الحوادث، مثل اختبار لعينتين مستقلتين (Student) واختبار (Kruskal-Wallis)، تم التحقق من الأثر الإحصائي للمتغيرات الأساسية، بما في ذلك نوع الزبون، عمره، عمر المركبة، قيمتها، الضمان، عدد الأحصنة، والجنس. وقد أظهرت هذه المتغيرات ارتباطات معنوية مع كل من تكرار الحوادث والتكلفة، مما يعزز أهميتها في بناء النماذج التفسيرية.

استناداً إلى هذه النتائج، تم الاحتفاظ بمجموعة مختارة من المتغيرات التفسيرية، مع اعتماد دالة الربط اللوغاريتمية (Log) ضمن نموذج Gamma لتكاليف الحوادث، بهدف ضمان تقديرات موجبة وقابلة للتفسير. أما بالنسبة لتكرار الحوادث، فقد أظهر توزيع البيانات تقارباً مع توزيع Poisson، مما يدعم اعتماده في النمذجة.

وبذلك، تركز عملية التسعير على مقارنة جماعية وفق منهجية التقسيم الكلاسيكي، حيث يُقدّر إجمالي تكلفة الحوادث من خلال حاصل ضرب التكرار المتوقع في متوسط تكلفة الحادث:

$$[S] = [F] \times [C]$$

إن هذا الدمج بين تحليل التكرار والتكلفة يوفر إطاراً متكاملاً يمهد لبناء نموذج تسعير أكثر دقة وإنصافاً، يعكس بشكل أفضل المخاطر الفعلية التي يتحملها المؤمنون.

خاتمة

يظهر النمو المتسارع لسوق السيارات، رغم ما يحمله من مؤشرات إيجابية على المستويين الاقتصادي والاجتماعي، تحديات متزايدة ناجمة عن ارتفاع معدلات الحوادث والأنشطة الإجرامية وما تخلفه من خسائر مالية معتبرة. وفي مواجهة هذه المخاطر، يبرز التأمين على السيارات كألية وقائية محورية تضمن للمؤمن لهم حماية مالية عبر تعويض الخسائر مقابل الأقساط المدفوعة. ومن هذا المنطلق، يكتسي تحديد الأقساط التأمينية الملائمة أهمية بالغة في ضمان استمرارية شركات التأمين وقدرتها على الوفاء بالتزاماتها تجاه المؤمن لهم.

وانطلاقاً من هذا الواقع، هدفت هذه الدراسة إلى بناء تسعيرة عادلة تراعي مصلحة المؤمن لهم وفي الوقت ذاته تحافظ على ربحية الشركة، وذلك من خلال نمذجة مزدوجة لتكرار الحوادث وتكلفتها، بعد معالجة البيانات وتصنيفها ضمن فئات متجانسة وأكثر قابلية للتفسير.

يتّضح من خلال ما عرض في الفصول السابقة أنّ دراسة موضوع تسعير التأمين على السيارات تقتضي المرور عبر مستويات مترابطة ومتداخلة. فقد بدأنا بتقديم الإطار العام للتأمين بمختلف أقسامه وأهميته، مع التركيز على فرع التأمين على السيارات الذي يُعدّ من أبرز فروع النشاط التأميني نظراً لارتباطه المباشر بالحياة الاقتصادية والاجتماعية للأفراد والمجتمع. ثم تطرّقنا في الفصل الثاني إلى الإشكالية الجوهرية المتمثلة في عدم تماثل المعلومات بين المؤمن والمؤمن لهم، مبرزين الآليات التي تعتمد عليها شركات التأمين للتخفيف من حدّتها وضمان استقرار عملية التسعير. كما تناولنا مفهوم الخطر والشروط الواجب توافرها ليكون قابلاً للتأمين، إضافةً إلى تعريف القسط وآلية تحديده، فضلاً عن شرح مفهوم التسعيرة في التأمين بوجه عام، والتأمين على السيارات بوجه خاص. وأخيراً استعرضنا أهم النماذج المعتمدة في تحديد تسعيرة التأمين على السيارات.

بعد ذلك، انتقلنا إلى الجانب التطبيقي من خلال تقديم شركة CASH للتأمينات التي شكّلت محور الدراسة، مستندين إلى قواعد بياناتها المتعلقة بالعقود والمركبات والسائقين، وإلى ملف الأضرار خلال الفترة 2012-2019. وقد مكّن هذا الرصيد المعلوماتي من معالجة البيانات بشكل منهجي عبر تحويل المتغيرات الكمية إلى فئات باستخدام خوارزمية شجرة القرار، ثم تقليص الأبعاد مع المحافظة على البنى الجوهرية من خلال التحليل التوافقي المتعدد (ACM) و خوارزمية t-SNE ومن ثمّ، تمكّنا باستعمال خوارزمية K-Means من تقسيم البيانات إلى أربع مجموعات واضحة وقابلة للتفسير، مما أتاح توصيفاً أدق لملفات المؤمنين، وهذا ما يثبت الفرضية الأولى H 01.

الخاتمة

وفي الفصل الأخير، اعتمدنا على النماذج الخطية المعممة (GLM) باعتبارها الإطار الإحصائي الأمثل لتسعير التأمين على السيارات. أظهرت النتائج أنّ نموذج Poisson هو الأكثر كفاءة في تمثيل تكرار الحوادث، حيث بيّن ملاءمة جيدة للبيانات وفق اختبارات التوزيع. أما بالنسبة إلى تكلفة الحوادث، فقد أثبت نموذج Gamma كفاءته نظراً لقدراته على التعامل مع القيم الموجبة وغير المتماثلة للتوزيع. وقد أكدت اختبارات الملاءمة والتحقق هذه الاختيارات، مما يرسّخ صلاحية النموذجين كأساس متين لبناء نموذج تسعير دقيق وعادل، وهو ما يدعم صحة الفرضية الثانية H02 .

كما أبرزت دراسة المتغيرات أنّ العمر والجنس يمثلان من أهم الخصائص الفردية المؤثرة في كل من تكرار الحوادث وتكلفتها. وقد ظهر أثرهما جلياً في تحليل المكونات المتعددة (ACM) بالتفاعل مع خصائص تقنية مثل عمر المركبة وقيمتها، مما يجعل إدماج هذين العاملين في عملية التسعير ضرورياً لبناء نموذج أكثر دقة وعدلاً، وهو ما يؤكد صحة الفرضية الثالثة H03.

كذلك أظهرت النتائج أنّ عمر المركبة وقيمتها وقوة المحرك تعدّ من أبرز الخصائص التقنية المؤثرة على كل من التكرار والتكلفة، بدلالة إحصائية قوية ($p\text{-value} \approx 0$). كما أثبت تحليل المكونات المتعددة (ACM) أنّ هذه المتغيرات تساهم بوضوح في تفسير المحاور الرئيسية، ما يعكس دورها في تمايز مستويات الخطر بين المؤمنین. ومن ثمّ فإن إدماج هذه الخصائص في نموذج التسعير يُعدّ أساسياً للحصول على تقديرات دقيقة وعادلة للمخاطر، بما يؤكد صحة الفرضية الرابعة H04.

أما فيما يتعلق بالعوامل الجغرافية، فقد بيّنت النتائج أنّ المنطقة لا تمثل محدداً رئيسياً لتفسير تكرار الحوادث أو تكلفتها، إذ لم تكن دالّتها الإحصائية مرتفعة. وبالمقارنة مع الخصائص الفردية وخصائص المركبة، يتضح أنّ تأثيرها محدود نسبياً في تحديد مستوى الخطر، وهو ما يتعارض مع الفرضية الخامسة H05، ويُفسّر بكون 96.47% من المؤمنین الواردين في قاعدة البيانات يتمركزون في نفس المنطقة (الشمال).

كما أثبتت النتائج أنّ نوع ضمان التأمين يؤثر بشكل ملحوظ في تكرار وتكلفة الحوادث، حيث يختلف نمط المطالبات باختلاف الضمانات من حيث التكرار والخطورة والمبالغ. وقد تبين أنّ دمج جميع الضمانات في نموذج واحد يولّد تبايناً مرتفعاً ويُضعف القدرة التفسيرية، مما يجعل النمذجة حسب الضمان أكثر ملاءمة. وبناءً عليه، فإن اعتماد تحليل منفصل لكل نوع من التغطيات (مثل ضمان كسر الزجاج) يسمح بالحصول على بيانات أكثر تجانساً ويُحسّن من جودة النموذج ودقة التسعير، وهو ما يؤكد صحة الفرضية السادسة H06 .

وفي الأخير، فإن الجمع بين نموذج التكرار ونموذج التكلفة أفضى إلى صياغة تسعير أكثر عدلاً وموضوعية، قادرة على تمثيل الواقع التأميني بدقة، وتوفير أداة عملية لشركات التأمين تمكّنها من تحقيق التوازن بين العدالة في التسعير وضمان استدامة الربحية.

التوصيات

تظهر نتائج هذه الدراسة أنّ نجاح عملية التسعير في التأمين على السيارات لا يقتصر على اختيار النموذج الإحصائي المناسب فحسب، بل يرتبط أيضاً بجودة البيانات المتاحة وتنوعها. لذلك يُوصى بضرورة الاستثمار في تطوير قواعد بيانات أكثر شمولاً ودقّة، تشمل فترات زمنية أطول وتفاصيل إضافية عن المؤمنين والمركبات، مع الحرص على تحديثها ومراجعتها بشكل دوري. إن ضمان جودة البيانات يعدّ شرطاً أساسياً لزيادة موثوقية النماذج ودقّتها.

كما يستحسن أن تعتمد شركات التأمين منهجية تسعير أكثر مرونة من خلال النمذجة حسب نوع الضمان، إذ أثبتت الدراسة أنّ دمج جميع الضمانات في نموذج واحد يولّد تبايناً مرتفعاً يُضعف القدرة التفسيرية. وعليه، فإن اعتماد تسعير منفصل لكل ضمان (مثل كسر الزجاج أو المسؤولية المدنية) من شأنه أن يرفع من درجة التجانس ويُحسّن جودة النتائج.

إضافة إلى ذلك، يمكن تعزيز كفاءة النماذج الحالية عبر دمج تقنيات حديثة للتعلّم الآلي جنباً إلى جنب مع النماذج الخطية المعمّمة، بما يسمح بتقوية القدرة التنبؤية للنماذج وتوسيع قدرتها على اكتشاف الأنماط المعقدة. كما يُوصى بإدماج متغيرات إضافية مثل بيانات التتبع (telematics) وسلوك السائقين أو سجل المطالبات التاريخي، بما يسهم في بناء تسعيرة أكثر دقة وعدلاً.

وأخيراً، تُوصي الدراسة بضرورة مراجعة هذه النماذج بشكل دوري لتفادي تقادمها بفعل تغيّر سلوكيات السائقين والتطور التكنولوجي للمركبات. كما أن اعتماد سياسات تسعير شفافة قائمة على هذه النماذج من شأنه أن يعزز ثقة الزبائن بشركات التأمين ويرفع معدلات الاحتفاظ بهم.

حدود الدراسة ومقترحات لتجاوزها

رغم القيمة العلمية والعملية لهذه الدراسة، إلا أنها تبقى محكومة ببعض الحدود التي ينبغي الإشارة إليها. أولاً، يقتصر الإطار الزمني للبيانات على الفترة الممتدة من 2012 إلى 2019. ورغم أن هذه المدة كافية لاستخلاص مؤشرات معتبرة حول السلوك التأميني، إلا أنها لا تعكس التطورات الأخيرة التي عرفها سوق السيارات، سواء من حيث التكنولوجيا (المركبات الذكية والهجينة) أو من حيث القوانين والتنظيمات الجديدة.

الخاتمة

ولتجاوز هذا القيد، يُقترح توسيع قاعدة البيانات لتشمل سنوات أحدث، مما يتيح مقارنة ديناميكية للمخاطر عبر الزمن ويمنح النماذج طابعاً أكثر آنية.

ثانياً، تتجلى محدودية أخرى في طبيعة المتغيرات المستعملة، إذ اقتصرَت الدراسة على الخصائص الفردية (العمر، الجنس) والخصائص التقنية للمركبة (عمرها، قيمتها، وقوة محركها)، وذلك تبعاً لطبيعة المعطيات المتاحة لدى الشركة محل الدراسة. غير أن هذا التقييد حال دون إدماج متغيرات أكثر عمقاً كان من شأنها أن تثري النماذج وتعزز قدرتها التفسيرية، مثل بيانات السلوك الفعلي للسائقين (telematics)، أو المؤشرات الاجتماعية، الاقتصادية والجغرافية. وعليه، يُقترح في بحوث لاحقة توسيع نطاق المتغيرات بالاعتماد على مصادر بيانات بديلة أو تكنولوجيات حديثة لجمع المعلومات، بما يسمح ببناء نماذج أكثر شمولية ودقة.

ثالثاً، تقتصر المنهجية المعتمدة على النماذج الخطية المعممة (GLM) مع الاستعانة ببعض تقنيات التحليل الاستكشافي كـ ACM و t-SNE ورغم قوة هذه الأدوات، إلا أن تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي يفتح آفاقاً أوسع لتحسين القدرة التنبؤية. لذلك يُقترح مستقبلاً إجراء مقارنات بين GLM ونماذج حديثة مثل Random Forest أو Gradient Boosting أو الشبكات العصبية، قصد تقييم مدى جدواها في مجال تسعير التأمين.

إن هذه الحدود لا تقلل من أهمية النتائج المتوصل إليها، بل تشكّل منطلقاً لتطوير أعمال بحثية مستقبلية أكثر شمولاً، تدمج أبعاداً زمنية أوسع ومتغيرات إضافية وتقنيات أكثر تقدماً، بما يساهم في ترسيخ العدالة والموضوعية في عملية تسعير التأمين.

قائمة المراجع

الكتب والمؤلفات

1. أحمد، محمد لطفي أحمد. نظرية التأمين: المشكلات العملية والحلول الإسلامية. الإسكندرية: دار الفكر الجامعي، الطبعة الأولى، 2008.
2. إبراهيم، علي إبراهيم عبد ربه. التأمين ورياضاته مع التطبيق على تأمينات الحياة وإعادة التأمين. القاهرة: الدار الجامعية، 2003.
3. أبو بكر، عبد أحمد. دراسات وبحوث في التأمين. عمان: دار الصفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2010.
4. أبو بكر، عبد أحمد، ووليد إسماعيل السيفو. إدارة الخطر والتأمين. عمان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، 2009.
5. سلام، أسامة عزمي، ونوري موسى شقيري. إدارة الخطر والتأمين. بيروت: دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2007.
6. جديدي، معراج. محاضرات في قانون التأمين الجزائري. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، الطبعة الثانية، 2007.
7. عريقات، حربي محمد، وسعيد جمعة عقل. التأمين وإدارة الخطر: النظرية والتطبيق. عمان: دار البداية، الطبعة الأولى، 2016.
8. السباعي، محمد الفقي. الخطر والتأمين: الأصول العلمية والتطبيقية. القاهرة: الزعيم، 2015.
9. الوردى، سليم علي أمين. إدارة الخطر والتأمين. بغداد: مكتبة التأمين العراقي، 1999.
10. قندوز، طارق. الخطر والتأمين: مدخل أجهزة الإشراف والرقابة. عمان: دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2016.
11. عبد المنعم، عاطف، ومحمد محمود الكاشف، وسيد كاسب. تقييم وإدارة المخاطر. القاهرة: مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث - جامعة القاهرة، الطبعة الأولى، 2008.
12. سلامة، عبد الله. الخطر والتأمين - الأصول العلمية والعملية. القاهرة: مكتبة النهضة العربية، 1980.
13. عبد الغني، فاتن محمد سعيد. التضخم والتأمين. القاهرة: كلية التجارة - جامعة القاهرة، 1992.
14. منصور، محمد حسين. أحكام التأمين. القاهرة: الدار الجامعية للنشر، 2008.
15. الهانس، مختار. مقدمة في مبادئ التأمين بين النظرية والتطبيق. الإسكندرية: الدار الجامعية، 1999.
16. أرثيمة، هاني جزاع، وسامر محمد عكور. إدارة الخطر والتأمين: منظور إداري كمي وإسلامي. عمان: دار الحامد للنشر والتوزيع، 2010.

المقالات العلمية والدوريات

1. «مقارنة بالفقه الإسلامي». مجلة الشريعة والقانون، العدد 36، أكتوبر 2008.
2. الأطرش، عبد الوهاب، رياض ريمي، وعقبة ريمي. «نمذجة قياسية لتسعيرة تأمين السيارات باستخدام نموذج تحفيز-عقوبة الأمثل». مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية، 2012.
3. وترغيني، صبرينة. «قطاع التأمين في الجزائر وآفاقه المستقبلية». مجلة البحوث والدراسات التجارية، المجلد 2، العدد 1، 2018.
4. أبو عربي، غازي. «مدى تغطية التأمين الإجباري للأضرار الجسدية الناشئة عن حوادث السيارات في القانونين الأردني والإماراتي».
5. غداي، إيمان. «التأمين الإلزامي للمركبات في القانون الجزائري». الحوار الثقافي، المجلد 13، العدد 2، 2024.
6. لدغش، رحيمة، وولدغش سليمة. «الزامية التأمين على المسؤولية الناشئة عن حوادث السيارات». مجلة التراث، المجلد 10، العدد 1، 2020.
7. زكي، محسن أحمد وآخرون. «استخدام نموذج الانحدار الخطي المعمم (GLM) لتسعير التأمين الطبي». المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، المجلد 5، العدد 1، 2024.
8. رياض، محمد. «التسعير البعدي في التأمين على السيارات: تقييم احتمالات الخطر باستعمال التعلم الإحصائي». دراسات اقتصادية، المجلد 22، العدد 1، 2022.
9. ريمي، رياض، عبد الوهاب لطرش، وعقبة ريمي. «تقييم تجريبي لتسعيرة التأمين على السيارات في الجزائر باستعمال بيانات Panel». مجلة رؤى اقتصادية، المجلد 5، العدد 9، 2015.

الأطروحات والتقارير والمصادر الإلكترونية :

1. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، العدد 13، الصادرة بتاريخ 8 مارس 1995، الأمر رقم 95-07 المؤرخ في 25 جانفي 1995.
2. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، العدد 15، الصادرة بتاريخ 12 مارس 2006، الأمر رقم 95-07 المؤرخ في 25 يناير 1995، المتعلق بقانون التأمينات.
3. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، المرسوم التنفيذي رقم 21-81 المؤرخ في 23 فيفري 2021.

الكتب والمؤلفات باللغات الأجنبية

1. Barthélémy, B. Gestion des risques : méthode d'optimisation globale. Paris: L'Organisation, 2001.
2. Bigot, J.-F. Droit des assurances : entreprises et organismes d'assurance. 2e éd. Paris : DELTA, 2000.
3. Chabert, D. Manuel d'économie bancaire appliquée au cœur des entreprises bancaires. 2e éd. Paris : RB, 2014.
4. Couilbault, F. et Eliashberg, C. Les grands principes de l'assurance. 9e éd. Paris : L'Argus, 2009.
5. Couilbault, F., Couilbault-Di Tommaso, S. et Huberty, V. Les grands principes de l'assurance. 13e éd. Paris : L'Argus de l'assurance, 2013.
6. Denuit, M. et Charpentier, A. Mathématiques de l'assurance non-vie. Tome 1. Paris : Économica, 2004.
7. Denuit, M. et X. M.-F. Actuarial Modelling of Claim Counts. England : Wiley, 2007.
8. Dickson, D. C. M. Insurance Risk and Ruin. Cambridge : Cambridge University Press, 2006.
9. Dobson, A. J. et Barnett, A. G. An Introduction to Generalized Linear Models. 3e éd. New York : Chapman and Hall, 2008.
10. Fontaine, M. Droit des assurances. 2e éd. Bruxelles : De Boeck & Larcier, 2005.
11. Harrington, S. E. et Niehaus, G. R. Risk Management and Insurance. 2e éd. New York : McGraw Hill, 2003.
12. Heniet, D. et Rechet, J.-C. Microéconomie de l'assurance. Paris : Économica, 1991.
13. Kotler, Ph. et Dubois, B. Marketing Management. 5e éd. Publi-Union, 1988.
14. Lambert-Faivre, Y. Droit des assurances. 8e éd. Paris : Dalloz, 1992.
15. Martin, A. Les techniques d'assurances. Malakoff : Dunod, 2010.
16. Partrat, C. et Besson, J.-L. Assurance non vie : Modélisation, Simulation. Paris : Économica, 2005.
17. Paulin, M. Environnement économique et managérial de l'assurance en 41 fiches. 2e éd. Paris : Séfi, 2018.
18. Paulin, Murielle. Économie et Organisation de l'Assurance. BTS Assurances, 2007.
19. Vaughan, E. J. et Vaughan, T. M. Fundamentals of Risk and Insurance. 10e éd. New York : John Wiley & Sons, 2008.
20. Zajdenweber, D. Économie et gestion de l'assurance. Paris : Économica, 2006.

المقالات العلمية والدوريات باللغات الأجنبية

1. Bukanga Maheshe Crispin Léonard et Manyà Ndjadi. « Annales de la Faculté des Sciences ». Vol. 1, 2019.
2. Cheikh, B. « L'histoire de l'assurance en Algérie ». Assurances et gestion des risques, vol. 81, 2013.
3. Chikhi, M. et Chavance, M. « Estimation du modèle linéaire généralisé et application ». Sciences & Technologie, 2012.

4. David, M. « Auto insurance premium calculation using generalized linear models ». *Procedia Economics and Finance*, vol. 20, 2015.
5. Escofier, B. « Analyse des correspondances multiples conditionnelle ». *Monde des Utilisateurs de l'Analyse des Données*, vol. 5, 1990.
6. Gajewski, J. F. « Frictions et asymétrie d'information sur les marchés d'actions ». Paris : *Economica*, 2000.
7. Ghali, O. N. « Un modèle de tarification optimal pour l'assurance automobile ». *Cahier de recherche*, 2001.
8. Ghali, O. N. « Une évaluation empirique de l'introduction du système bonus-malus ». *Working Paper*, 2001.
9. Husnjak, S. et al. « Telematics system in usage based motor insurance ». *Procedia Engineering*, vol. 100, 2015.
10. Jamilatuzzahro et al. « Generalized linear model multivariate poisson ». *AIP Conference Proceedings*, 2019.
11. Lasry, J.-M. « La rencontre choc de l'assurance et du Big Data ». *Risques*, no 103, 2015.
12. Masci, P. « The history of insurance ». *Business and Public Administration Studies*, vol. 6, 2011.
13. Mulimiwa, M. et al. « Lutte contre l'asymétrie de l'information en assurance automobile ». *MES-RIDS*, 2024.
14. Rahmawati, T. et al. « Determining Pure Premium of Motor Vehicle Insurance with GLM ». *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 2023.
15. Tripathy, B. K. et al. « t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE) ». *CRC Press*, 2021.
16. Umut, M. « Towards digitalization in insurance market ». *Mugla Journal of Science and Technology*, 2020.
17. Yuan, C. et Yang, H. « Research on K-value selection method of K-means clustering algorithm ». *Multidisciplinary Scientific Journal*, 2019.

الأنطروحات والتقارير والمصادر الإلكترونية باللغات الأجنبية :

1. *Ben Hamouda, M. La présence de l'asymétrie informationnelle sur le marché des assurances automobiles. Université Laval de Québec, 2009.*
2. *Union Algérienne des Sociétés d'Assurance et de Réassurance (UAR). Rapport d'activité des assurances 2021. <https://uar.dz/wp-content/uploads/2025/01/Activite-des-Assurances-en-Algerie-2023.pdf>*
3. *Union Algérienne des Sociétés d'Assurance et de Réassurance (UAR). Rapport d'activité des assurances 2022. <https://www.uar.dz/wp-content/uploads/2017/01/Activit%C3%A9-des-Assurances-en-Alg%C3%A9rie-2022.pdf>*
4. *Union Algérienne des Sociétés d'Assurance et de Réassurance (UAR). Rapport d'activité des assurances 2023. , <https://uar.dz/wp-content/uploads/2025/01/Activite-des-Assurances-en-Algerie-2023.pdf>*

ملحق 1: تحميل البيانات وعرض أول خمس أسطر؟

```
import pandas as pd
path = "/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/fréquence_2019.xlsx"
df_freq = pd.read_excel(path, sheet_name="fréquence")
df_freq.head()
```

	critère	NUM_POLICE_BASE	DATE_EFFECT	annee	DATE_ECHEANCE	exposition	garantie	Age.V	Age.véh	age-véh	...	n	V-véh	zone	type-client	Age.c	Age-client	genre	fréquence	charge totale	fréquence2
0	501/1121/2010/00432/01bris-glace	501/1121/2010/00432/01	40493.000000	2010	40857.000000	0.99726	bris-glace	AV4	9	2001	...	10.0	100000.0	zone1	Particulier	AC1	28	F	0	0.0	0.0
1	206/1121/2012/00034/01bris-glace	206/1121/2012/00034/01	40937.000000	2012	41119.000000	0.49863	bris-glace	AV3	5	2007	...	10.0	100000.0	zone1	Particulier	AC1	30	M	0	0.0	0.0
2	501/1121/2013/00133/01vol-incendie	501/1121/2013/00133/01	41316.587535	2013	41680.999988	0.99726	vol-incendie	AV1	1	2012	...	10.0	100000.0	zone1	Particulier	AC2	34	ND	0	0.0	0.0
3	501/1121/2013/00133/01bris-glace	501/1121/2013/00133/01	41316.587535	2013	41680.999988	0.99726	bris-glace	AV1	1	2012	...	10.0	100000.0	zone1	Particulier	AC3	42	ND	0	0.0	0.0
4	206/1121/2014/00002/01vol-incendie	206/1121/2014/00002/01	41640.000000	2014	42004.999988	0.99726	vol-incendie	AV4	10	2004	...	10.0	100000.0	zone1	Particulier	AC3	45	ND	0	0.0	0.0

5 rows x 25 columns

الملحق 2: بناء الدالة لاختبار تقسيمات مختلفة (عدد الأوراق) لشجرة القرار وفقاً لمتغير معين

```
def tester_plusieurs_découpages(variable_name, max_leaf_range=[2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9,10]):
    X = df_freq[[variable_name]].dropna()
    y = df_freq.loc[X.index, 'fréquence']
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.3, random_state=42)

    results = []

    mean_y = y_train.mean()
    y_pred_baseline = [mean_y] * len(y_test)
    mse_baseline = mean_squared_error(y_test, y_pred_baseline)

    for n_leaves in max_leaf_range:
        tree = DecisionTreeRegressor(max_leaf_nodes=n_leaves, random_state=0)
```

```

tree.fit(X_train, y_train)
y_pred = tree.predict(X_test)
mse = mean_squared_error(y_test, y_pred)
gain = mse_baseline - mse
results.append({
    'variable': variable_name,
    'max_leaf_nodes': n_leaves,
    'mse_arbre': mse,
    'gain': gain
})
return pd.DataFrame(results)
resultats_age_client = tester_plusieurs_découpages('Age-client')
resultats_age_vehicule = tester_plusieurs_découpages('Age.véh')
Resultats_Valeur_vehicule = tester_plusieurs_découpages('V-véh')

```



	variable	max_leaf_nodes	mse_arbre	gain
0	Age-client	2	0.095884	0.000024
1	Age-client	3	0.095900	0.000008
2	Age-client	4	0.095917	-0.000009
3	Age-client	5	0.095926	-0.000018
4	Age-client	6	0.095934	-0.000026
5	Age-client	7	0.095937	-0.000029
6	Age-client	8	0.095942	-0.000033
7	Age-client	9	0.095936	-0.000028
8	Age-client	10	0.095939	-0.000030



	variable	max_leaf_nodes	mse_arbre	gain
0	Age.véh	2	0.095343	0.000565
1	Age.véh	3	0.095311	0.000597
2	Age.véh	4	0.095285	0.000624
3	Age.véh	5	0.095252	0.000656
4	Age.véh	6	0.095251	0.000657
5	Age.véh	7	0.095247	0.000661
6	Age.véh	8	0.095252	0.000656
7	Age.véh	9	0.095246	0.000662
8	Age.véh	10	0.095243	0.000666



	variable	max_leaf_nodes	mse_arbre	gain
0	V-véh	2	0.095660	0.000248
1	V-véh	3	0.095484	0.000424
2	V-véh	4	0.095439	0.000469
3	V-véh	5	0.095596	0.000313
4	V-véh	6	0.095572	0.000336
5	V-véh	7	0.095751	0.000158
6	V-véh	8	0.095745	0.000163
7	V-véh	9	0.095767	0.000142
8	V-véh	10	0.095807	0.000102

الملحق 3: بناء دوال تدريب وعرض شجرة القرار

```
from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error

def entrainer_arbre(variable, max_leaf_nodes):
    X = df_freq[[variable]].dropna()
    y = df_freq.loc[X.index, 'fréquence2']
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.3, random_state=42)
    tree = DecisionTreeRegressor(max_leaf_nodes=max_leaf_nodes, random_state=0)
    tree.fit(X_train, y_train)

    return tree

tree_age_client = entrainer_arbre('Age-client', 2)
tree_age_veh = entrainer_arbre('Age.véh', 6)
tree_valeur_veh = entrainer_arbre('V-véh', 4)

import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.tree import plot_tree

def afficher_arbre(tree, feature_name, title):
    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plot_tree(tree,
              feature_names=[feature_name],
              filled=True,
              rounded=True,
              fontsize=10)
    plt.title(title)
```

```
plt.show()
afficher_arbre(tree_age_client, 'Age-client', "Arbre de décision - Age client")
afficher_arbre(tree_age_veh, 'Age.véh', "Arbre de décision - Age véhicule")
afficher_arbre(tree_valeur_veh, 'V-véh', "Arbre de décision - Valeur véhicule")
```

الملحق 4: إنشاء دالة لتلخيص نتائج شجرة القرار في شكل جدول

```
def resume_depuis_arbre(df, variable, tree, nom_affichage):
    seuils = sorted(tree.tree_.threshold[tree.tree_.threshold != -2])
    bins = [-float('inf')] + seuils + [float('inf')]
    labels = [f"{{round(bins[i], 1)}} - {{round(bins[i+1], 1)}}" for i in range(len(bins) - 1)]
    classes = pd.cut(df[variable], bins=bins, labels=labels)

    effectifs = classes.value_counts().sort_index()
    total = effectifs.sum()
    part = (effectifs / total * 100).round(2)
    df_res = pd.DataFrame({
        nom_affichage: labels,
        "Effectif": effectifs.values,
        "Part": part.astype(str) + "%"
    })
    df_res["Groupe"] = [f"Groupe {i+1}" for i in range(len(df_res))]
    return df_res
```

Générer les résumés par arbre

```
tab_age_client = resume_depuis_arbre(df_freq, 'Age-client', tree_age_client, 'Âge client')
tab_age_veh = resume_depuis_arbre(df_freq, 'Age.véh', tree_age_veh, 'Âge véhicule')
tab_valeur_veh = resume_depuis_arbre(df_freq, 'V-véh', tree_valeur_veh, 'Valeur véhicule')
```

```
tab_age_client.columns = ['Âge client', 'Effectif client', 'Part client', 'Groupe']
```

```

tab_age_veh.columns = ['Âge véhicule', 'Effectif véhicule', 'Part véhicule', 'Groupe']
tab_valeur_veh.columns = ['Valeur véhicule', 'Effectif véhicule ', 'Part véhicule ', 'Groupe']
tableau_final = tab_age_client \
    .merge(tab_age_veh, on='Groupe', how='outer') \
    .merge(tab_valeur_veh, on='Groupe', how='outer')
colonnes_ordre = [
    'Groupe',
    'Âge client', 'Effectif client', 'Part client',
    'Âge véhicule', 'Effectif véhicule', 'Part véhicule',
    'Valeur véhicule', 'Effectif véhicule ', 'Part véhicule '
]
tableau_final = tableau_final[colonnes_ordre]
import pandas as pd
pd.set_option("display.max_columns", None)
display(tableau_final)

```

الملحق 5: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير الضمان

```

garantie_counts = df_freq['garantie'].value_counts(normalize=True) * 100
labels = garantie_counts.index
sizes = garantie_counts.values
colors = ['#5DA5DA', '#FAA43A', '#CFCFCF'] # Couleurs similaires à ton image
explode = [0.05 if lbl == 'DASC' else 0 for lbl in labels] # Mettre en valeur DASC
plt.figure(figsize=(6, 6))
plt.pie(sizes, labels=labels, autopct='%1.2f%%', startangle=90, colors=colors, explode=explode)
plt.title("")
plt.axis('equal') # Assure un cercle parfait
plt.show()

```

الملاحق

الملحق 6: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير عمر المركبة

```
age_vehicule_counts = df_freq['Groupe_Age_Vehicule'].value_counts(normalize=True).sort_index() *
100

labels = age_vehicule_counts.index

sizes = age_vehicule_counts.values

colors = ['#4F81BD', '#C0504D', '#9BBB59', '#8064A2']

explode = [0.05 if i == 0 else 0 for i in range(len(sizes))]

fig, ax = plt.subplots(figsize=(7, 6))

wedges, texts, autotexts = ax.pie(
    sizes,
    labels=labels,
    autopct='%%.2f%%',
    startangle=90,
    colors=colors,
    explode=explode,
    textprops={'fontsize': 12},
    wedgeprops={'linewidth': 1, 'edgecolor': 'white'}
)

ax.set_title("", fontsize=14, weight='bold', pad=20)

ax.axis('equal') # Cercle parfait

plt.tight_layout()

plt.show()
```

الملحق 7: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير عدد الأحصنة

```
chevaux_counts = df_freq['nb.CH'].value_counts().sort_index()

chevaux_proportions = (chevaux_counts / chevaux_counts.sum()).sort_values(ascending=False)

limite = 0.02 # 2%

labels_visibles = chevaux_proportions[chevaux_proportions > limite]
```

```

autres = chevaux_proportions[chevaux_proportions <= limite].sum()
chevaux_final = pd.concat([labels_visibles, pd.Series({'Autres': autres})])
colors = plt.cm.tab20.colors
explode = [0.1 if i == 0 else 0 for i in range(len(chevaux_final))]
fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(14, 6))
axes[0].bar(chevaux_counts.index.astype(str), chevaux_counts.values, color='steelblue', alpha=0.8)
axes[0].set_title("", fontsize=11)
axes[0].set_xlabel("Nombre de chevaux")
axes[0].set_ylabel("Nombre d'observations")
axes[0].grid(True, linestyle="--", alpha=0.5)
axes[1].pie(
    chevaux_final.values,
    labels=[f"{lbl}" for lbl in chevaux_final.index],
    autopct='% .2f%%',
    startangle=90,
    colors=colors,
    explode=explode,
    textprops={'fontsize': 12}
)
axes[1].set_title("", fontsize=11)
axes[1].axis('equal')
plt.tight_layout()
plt.show()

```

الملحق 8: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير قيمة المركبة

```

valeurs_counts = df_freq['Groupe_Valeur_Vehicule'].value_counts().sort_index()
valeurs_proportions = valeurs_counts / valeurs_counts.sum()
explode = [0.1 if i == valeurs_proportions.argmax() else 0 for i in range(len(valeurs_proportions))]
couleurs = ['#5B9BD5', '#ED7D31', '#A5A5A5', '#FFC000', '#4472C4', '#70AD47', '#264478'] # ou
plt.cm.Set3.colors[:7]

```

```
plt.figure(figsize=(7, 5))

plt.pie(
    valeurs_proportions,
    labels=[f"{cat}" for cat in valeurs_proportions.index],
    autopct='%0f%%',
    startangle=90,
    colors=couleurs,
    explode=explode,
    shadow=True,
    textprops={'fontsize': 10}
)

plt.title("", fontsize=11)
plt.axis('equal') # Cercle parfait
plt.tight_layout()
plt.show()
```

الملحق 9: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع العبء الكلي حسب قيمة المركبة

```
charge_par_valeur = df_freq.groupby('Groupe_Valeur_Vehicule')['charge totale'].sum()
charge_par_valeur = charge_par_valeur.sort_index()
pourcentages = charge_par_valeur / charge_par_valeur.sum()
couleurs = ['#5B9BD5', '#ED7D31', '#A5A5A5', '#FFC000', '#4472C4', '#70AD47', '#264478']
fig, ax = plt.subplots(figsize=(7, 2.5))
left = 0
for i, (label, pct) in enumerate(pourcentages.items()):
    ax.barh(0, pct, left=left, color=couleurs[i], label=label)
    ax.text(left + pct / 2, 0, f'{int(round(pct * 100))}%', ha='center', va='center', color='black',
            fontsize=10)
```

```

left += pct
ax.set_yticks([])
ax.set_xticks([])
ax.set_xlim(0, 1)
ax.set_title("", fontsize=11, weight='bold')
ax.legend(loc='upper center', ncol=7, bbox_to_anchor=(0.5, -0.2), fontsize=9, frameon=False)

plt.tight_layout()
plt.show()

```

الملحق 10: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير المنطقة

```

zone_counts = df_freq['zone'].value_counts()
labels = zone_counts.index
sizes = zone_counts.values
colors = ['#5B9BD5', '#ED7D31'] # zone1, zone2
fig, ax = plt.subplots(figsize=(5, 4))
wedges, texts, autotexts = ax.pie(
    sizes,
    labels=labels,
    autopct='%1.2f%%',
    startangle=90,
    colors=colors,
    textprops={'fontsize': 10}
)
ax.set_title("", fontsize=11)
plt.suptitle("", fontsize=12, weight='bold', x=0.15, y=1.05)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

الملحق 11: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير نوع الزبون

```

client_counts = df_freq['type-client'].value_counts()
labels = client_counts.index
sizes = client_counts.values
colors = ['#5B9BD5', '#ED7D31'] # Particulier, Société
fig, ax = plt.subplots(figsize=(5, 4))
wedges, texts, autotexts = ax.pie(
    sizes,
    labels=labels,
    autopct='%1.2f%%',
    startangle=90,
    colors=colors,
    shadow=True,
    textprops={'fontsize': 10}
)
ax.set_title("", fontsize=11)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

الملحق 12: متوسط التكرار والعبء حسب نوع الزبون

```

df_grouped = df_freq.groupby('type-client')[['fréquence', 'charge totale']].mean()
df_percent = df_grouped / df_grouped.sum() * 100
fig, ax = plt.subplots(figsize=(6, 4))
x = np.arange(len(df_percent.index))
width = 0.35
ax.bar(x - width/2, df_percent['fréquence'], width, label='Fréquence', color='#4472C4')
ax.bar(x + width/2, df_percent['charge totale'], width, label='Charge', color='#ED7D31')
ax.set_title("")

```

```
ax.set_xticks(x)
ax.set_xticklabels(df_percent.index)
ax.set_ylabel("Pourcentage (%)")
ax.legend()
ax.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.6)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

الملحق 13: إنشاء الرسم البياني وحساب توزيع متغير الجنس

```
df_genre = df_freq[df_freq['genre'].isin(['F', 'M'])]
genre_counts = df_genre['genre'].value_counts()
labels = genre_counts.index
sizes = genre_counts.values
colors = ['#A5A5A5', '#4472C4'] # F = gris, M = bleu
plt.figure(figsize=(5, 5))
plt.pie(sizes, labels=labels, autopct='%1.0f%%', startangle=90, colors=colors)
plt.axis('equal')
plt.title("")
plt.show()
```

الملحق 14: متوسط التكرار والعبء حسب الجنس

```
df_genre = df_freq[df_freq['genre'].isin(['F', 'M'])]
moyennes = df_genre.groupby('genre')[['fréquence', 'charge totale']].mean()
colors = {'F': '#A5A5A5', 'M': '#4472C4'}
fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(10, 4))
moyennes['fréquence'].plot(kind='bar', ax=axes[0], color=[colors[i] for i in moyennes.index])
```

```

axes[0].set_title("")
axes[0].set_ylabel("Fréquence moyenne")
axes[0].set_xticklabels(moyennes.index, rotation=0)
axes[0].grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.5)
moyennes['charge totale'].plot(kind='bar', ax=axes[1], color=[colors[i] for i in moyennes.index])
axes[1].set_title("")
axes[1].set_ylabel("Charge moyenne")
axes[1].set_xticklabels(moyennes.index, rotation=0)
axes[1].grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.5)
axes[0].legend(["F", "M"], loc="upper right")
axes[1].legend(["F", "M"], loc="upper right")
plt.tight_layout()
plt.show()

```

الملحق 15: توزيع القيم الذاتية او القصور الذاتي حسب المحاور

```

cols_categorielle = [
    'Groupe_Age_Client', 'Groupe_Age_Vehicule', 'Groupe_Valeur_Vehicule',
    'type-client', 'genre', 'zone', 'nb.CH', 'garantie'
]

# Nombre de variables catégorielles
p = len(cols_categorielle)
df_acm = df_freq[cols_categorielle].astype(str)

mca = prince.MCA(n_components=6, random_state=42)
mca = mca.fit(df_acm)
eig = mca.eigenvalues_
eig_df = pd.DataFrame({
    'Axe': [f"Axe {i+1}" for i in range(len(eig))],
    'Valeur propre': eig,

```

```

'Pourcentage d'inertie': eig / sum(eig) * 100
})
eig_df['Inertie cumulée'] = eig_df['Pourcentage d'inertie'].cumsum()
eig_df['Valeur propre corrigée (Benzécri)'] = eig_df['Valeur propre'].apply(
    lambda l: (p / (p - 1)) * (l - (1 / p)) if l > (1 / p) else 0
)
eig_df['% inertie corrigée'] = eig_df['Valeur propre corrigée (Benzécri)'] / eig_df['Valeur propre
corrigée (Benzécri)'].sum() * 100
eig_df['Inertie cumulée corrigée'] = eig_df['% inertie corrigée'].cumsum()
display(eig_df)

plt.figure(figsize=(8, 5))
plt.plot(eig_df['Axe'], eig_df['% inertie corrigée'], marker='o', color='blue')
plt.title("Scree plot - Inertie corrigée (Benzécri)")
plt.xlabel("Axes")
plt.ylabel("Pourcentage d'inertie corrigée")
plt.grid(True)
plt.show()

```

الملحق 16: إسقاط المتغيرات على المحورين 1 & 2

```

mod_coord = mca.column_coordinates(df_acm)
colors = {
    'genre': 'red',
    'garantie': 'blue',
    'type-client': 'green',
    'zone': 'purple',
    'nb.CH': 'orange',
    'Groupe_Age_Client': 'brown',
    'Groupe_Age_Vehicule': 'teal',
    'Groupe_Valeur_Vehicule': 'darkcyan'
}

```

```
}  
  
def get_variable_type(mod_name):  
    for var in colors.keys():  
        if mod_name.startswith(var):  
            return var  
    return 'autre'  
  
x = mod_coord[0]  
y = mod_coord[1]  
  
labels = mod_coord.index  
point_colors = [colors.get(get_variable_type(label), 'gray') for label in labels]  
  
plt.figure(figsize=(12, 10))  
plt.scatter(x, y, c=point_colors, s=60)  
  
texts = []  
for i, label in enumerate(labels):  
    texts.append(plt.text(x[i], y[i], label, fontsize=9))  
  
adjust_text(texts, arrowprops=dict(arrowstyle='-', color='gray', lw=0.5))  
  
plt.axhline(0, color='gray', linestyle='--')  
plt.axvline(0, color='gray', linestyle='--')  
  
legend_handles = [mpatches.Patch(color=c, label=v) for v, c in colors.items()]  
plt.legend(handles=legend_handles, title="Variable", loc='best', fontsize=9)  
  
plt.title("Projection des modalités (axes 1 et 2)", fontsize=14)  
plt.xlabel("Axe 1")  
plt.ylabel("Axe 2")  
  
plt.grid(True, linestyle=':', linewidth=0.5)  
  
plt.tight_layout()  
  
plt.show()
```

الملحق 17: مساهمة المتغيرات

```

mod_coord = mca.column_coordinates(df_acm)
contrib = mod_coord**2
contrib = contrib.div(contrib.sum(axis=0), axis=1) * 100 # En pourcentage
mod_coord = mod_coord.iloc[:, :2]
contrib = contrib.iloc[:, :2]
contrib.columns = ['Contribution Axe 1 (%)', 'Contribution Axe 2 (%)']
mod_coord.columns = ['Coordonnée Axe 1', 'Coordonnée Axe 2']
modalites_df = pd.concat([mod_coord, contrib], axis=1)
modalites_df_sorted = modalites_df.sort_values(by='Contribution Axe 1 (%)', ascending=False)
from IPython.display import display
display(modalites_df_sorted)

```

الملحق 18 : الجدول التفكيكي X

```

cols_categorielle = [
    'Groupe_Age_Client', 'Groupe_Age_Vehicule', 'Groupe_Valeur_Vehicule',
    'type-client', 'genre', 'zone', 'nb.CH', 'garantie'
]
df_cat = df_freq[cols_categorielle].astype(str)
X = pd.get_dummies(df_cat)

X = pd.get_dummies(df_cat).astype(int)
display(X)

```

الملحق 19 : جدول (Burt)

```
import pandas as pd

cols_categorielle = [
    'Groupe_Age_Client', 'Groupe_Age_Vehicule', 'Groupe_Valeur_Vehicule',
    'type-client', 'genre', 'zone', 'nb.CH', 'garantie'
]

X = pd.get_dummies(df_freq[cols_categorielle].astype(str)).astype(int)

# 2. Calcul du tableau de Burt B = X'X

B = X.T @ X

display(B.iloc[:10, :10])
```

	Groupe_Age_Client_AC_Groupe 1	Groupe_Age_Client_AC_Groupe 2	Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 1	Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 2	Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 3	Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 4	Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 5	Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 6	Groupe_Valeur_Vehicule_VV_Groupe 1	Groupe_Valeur_Vehicule_VV_Groupe 2
Groupe_Age_Client_AC_Groupe 1	50815	0	19763	18173	3680	2588	3121	3490	5571	
Groupe_Age_Client_AC_Groupe 2	0	33260	12502	12096	2409	1799	2156	2298		3720
Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 1	19763	12502	32265	0	0	0	0	0		478
Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 2	18173	12096	0	30269	0	0	0	0		2108
Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 3	3680	2409	0	0	6089	0	0	0		912
Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 4	2588	1799	0	0	0	4367	0	0		908
Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 5	3121	2156	0	0	0	0	3277	0		1556
Groupe_Age_Vehicule_AV_Groupe 6	3490	2298	0	0	0	0	0	5788		3329
Groupe_Valeur_Vehicule_VV_Groupe 1	5571	3720	478	2108	912	908	1556	3329		9291
Groupe_Valeur_Vehicule_VV_Groupe 2	11523	7843	2474	7780	2470	2076	2625	1941		0

الملحق 20 : الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE

```
tsne = TSNE(n_components=2, perplexity=30, n_iter=1000, random_state=42)

tsne_results = tsne.fit_transform(df_encoded)

df_tsne = pd.DataFrame(tsne_results, columns=["TSNE1", "TSNE2"])

df_tsne['type-client'] = df_freq['type-client'].values

plt.figure(figsize=(10, 6))

sns.scatterplot(data=df_tsne, x="TSNE1", y="TSNE2", hue="type-client", palette="tab10", alpha=0.7)

plt.title("Projection t-SNE colorée par type-client")

plt.grid(True)

plt.show()
```

الملحق 21 : الإسقاط باستخدام تقنية t-SNE مع K-Means (K=4)

```
n_clusters = 4
kmeans = KMeans(n_clusters=n_clusters, random_state=42)
df_tsne['Cluster'] = kmeans.fit_predict(df_tsne[['TSNE1', 'TSNE2']])
plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.scatterplot(data=df_tsne, x="TSNE1", y="TSNE2", hue="Cluster", palette="tab10", alpha=0.7)
plt.title(f"Projection t-SNE colorée par clusters KMeans (k={n_clusters})")
plt.grid(True)
plt.show()
```

الملحق 22 : تقدير معاملات النموذج تكلفة الحوادث النهائي

```
df_cout = df_cout.rename(columns=lambda x: x.strip().replace('-', '_').replace('.', '_').replace(' ', '_'))
df_cout = df_cout[df_cout['charge_totale'] > 0].copy()
df_cout = df_cout.replace([np.inf, -np.inf], np.nan).dropna(subset=['charge_totale'])
qual_vars = [
    'type_client', 'zone', 'Groupe_Age_Client',
    'Groupe_Age_Vehicule', 'Groupe_Valeur_Vehicule',
    'cluster', 'nb_CH', 'genre'
]
for c in ['type_client', 'zone', 'Groupe_Age_Client', 'Groupe_Age_Vehicule',
         'Groupe_Valeur_Vehicule', 'nb_CH', 'genre']:
    if c in df_cout.columns:
        df_cout[c] = df_cout[c].astype(str).str.replace(r'\s+', ' ', regex=True).str.strip()
if 'nb_CH' in df_cout.columns:
    df_cout['nb_CH'] = df_cout['nb_CH'].str.replace(' ', '', regex=False)
if 'cluster' in df_cout.columns and not np.issubdtype(df_cout['cluster'].dtype, np.number):
    df_cout['cluster'] = pd.to_numeric(df_cout['cluster'], errors='coerce')

df_cout = df_cout.dropna(subset=qual_vars)
```

```

desired_refs = {
    'type_client': 'Particulier',
    'zone': 'zone1',
    'Groupe_Age_Client': 'AC_Groupe 1',
    'Groupe_Age_Vehicule': 'AV_Groupe 1',
    'Groupe_Valeur_Vehicule': 'VV_Groupe 1',
    'cluster': 0,      # entier
    'nb_CH': '2CH',
    'genre': 'F',

}

ref = {}

for v in qual_vars:
    vals = df_cout[v].dropna().unique()
    if v == 'cluster' and np.issubdtype(df_cout[v].dtype, np.number):
        ref[v] = desired_refs.get(v, df_cout[v].mode()[0])
        if ref[v] not in vals:
            ref[v] = df_cout[v].mode()[0]
    else:
        desired = str(desired_refs.get(v, df_cout[v].mode()[0]))
        ref[v] = desired if desired in vals.astype(str) else str(df_cout[v].mode()[0])

def term_with_ref(var, reference):
    # cluster (numérique) → référence sans quotes
    if var == 'cluster' and np.issubdtype(df_cout[var].dtype, np.number):
        return f"C({var}, Treatment(reference={reference}))"
    else:
        return f"C({var}, Treatment(reference='{reference}'))"

terms = [term_with_ref(v, ref[v]) for v in qual_vars]
full_formula = "charge_totale ~ " + " + ".join(terms)
full_model = smf.glm(

```

```

formula=full_formula,
data=df_cout,
family=sm.families.Gamma(link=sm.families.links.Log())
).fit()
best_model = full_model
best_aic = full_model.aic
current_vars = qual_vars.copy()
print("AIC modèle complet :", round(best_aic, 2))
improved = True
iteration = 1
while improved and len(current_vars) > 1:
    aic_candidates = {}
    for var in current_vars:
        kept = [v for v in current_vars if v != var]
        kept_terms = [term_with_ref(v, ref[v]) for v in kept]
        formula_try = "charge_totale ~ " + " + ".join(kept_terms)
        try:
            model_try = smf.glm(
                formula=formula_try,
                data=df_cout,
                family=sm.families.Gamma(link=sm.families.links.Log())
            ).fit()
            aic_candidates[var] = model_try.aic
        except Exception as e:
            continue

    if not aic_candidates:
        break
    var_to_remove, cand_aic = min(aic_candidates.items(), key=lambda x: x[1])
    print(f"\n Itération {iteration}")
    print(f"AIC courant : {best_aic:.2f}")

```

```

print(f"AIC sans '{var_to_remove}' : {cand_aic:.2f}")
if cand_aic < best_aic:
    current_vars.remove(var_to_remove)
    best_aic = cand_aic
    kept_terms = [term_with_ref(v, ref[v]) for v in current_vars]
    final_formula = "charge_totale ~ " + " + ".join(kept_terms)
    best_model = smf.glm(
        formula=final_formula,
        data=df_cout,
        family=sm.families.Gamma(link=sm.families.links.Log())
    ).fit()
    iteration += 1
else:
    improved = False
print("\n Modèle final sélectionné par AIC :")
print("Variables conservées :", current_vars)
print(f"AIC final : {best_aic:.2f}")
print(best_model.summary())

```

الملحق 23 : تقدير معاملات النموذج تكرار الحوادث النهائي

```

qual_vars = [
    'type_client', 'zone', 'Groupe_Age_Client',
    'Groupe_Age_Vehicule', 'Groupe_Valeur_Vehicule', 'cluster',
    'nb_CH', 'genre'
]
for c in ['type_client', 'zone', 'Groupe_Age_Client', 'Groupe_Age_Vehicule',
        'Groupe_Valeur_Vehicule', 'nb_CH', 'genre']:
    if c in df_freqM.columns:
        df_freqM[c] = df_freqM[c].astype(str).str.replace(r'\s+', ' ', regex=True).str.strip()

```

```

if 'nb_CH' in df_freqM.columns:
    df_freqM['nb_CH'] = df_freqM['nb_CH'].str.replace(' ', '', regex=False)
if 'cluster' in df_freqM.columns and not np.issubdtype(df_freqM['cluster'].dtype, np.number):
    df_freqM['cluster'] = pd.to_numeric(df_freqM['cluster'], errors='coerce')
df_freqM = df_freqM.dropna(subset=qual_vars)

desired_refs = {
    'type_client': 'Particulier',
    'zone': 'zone1',
    'Groupe_Age_Client': 'AC_Groupe 1',
    'Groupe_Age_Vehicule': 'AV_Groupe 1',
    'Groupe_Valeur_Vehicule': 'VV_Groupe 1',
    'cluster': 0,      # entier
    'nb_CH': '2CH',
    'genre': 'F'
}

ref = {}
for v in qual_vars:
    vals = df_freqM[v].dropna().unique()
    if v == 'cluster' and np.issubdtype(df_freqM[v].dtype, np.number):
        ref[v] = desired_refs.get(v, df_freqM[v].mode()[0])
    if ref[v] not in vals:
        ref[v] = df_freqM[v].mode()[0]
    else:
        desired = str(desired_refs.get(v, df_freqM[v].mode()[0]))
        ref[v] = desired if desired in vals.astype(str) else str(df_freqM[v].mode()[0])
def term_with_ref(var, reference):
    if var == 'cluster' and np.issubdtype(df_freqM[var].dtype, np.number):
        return f"C({var}, Treatment(reference={reference}))"
    else:

```

```

return f"C({var}, Treatment(reference='{reference}'))"
terms = [term_with_ref(v, ref[v]) for v in qual_vars]
full_formula = "fréquence ~ " + " + ".join(terms)
full_model = smf.glm(
    formula=full_formula,
    data=df_freqM,
    family=sm.families.Poisson(link=sm.families.links.Log())
).fit()
best_model = full_model
best_aic = full_model.aic
current_vars = qual_vars.copy()
print("AIC modèle complet :", round(best_aic, 2))
improved = True
iteration = 1
while improved and len(current_vars) > 1:
    aic_candidates = {}
    for var in current_vars:
        kept = [v for v in current_vars if v != var]
        kept_terms = [term_with_ref(v, ref[v]) for v in kept]
        formula_try = "fréquence ~ " + " + ".join(kept_terms)
        try:
            model_try = smf.glm(
                formula=formula_try,
                data=df_freqM,
                family=sm.families.Poisson(link=sm.families.links.Log())
            ).fit()
            aic_candidates[var] = model_try.aic
        except Exception:
            continue
    if not aic_candidates:
        break

```

```
var_to_remove, cand_aic = min(aic_candidates.items(), key=lambda x: x[1])
print(f"\n Itération {iteration}")
print(f"AIC courant : {best_aic:.2f}")
print(f"AIC sans '{var_to_remove}' : {cand_aic:.2f}")
if cand_aic < best_aic:
    current_vars.remove(var_to_remove)
    best_aic = cand_aic
    kept_terms = [term_with_ref(v, ref[v]) for v in current_vars]
    final_formula = "fréquence ~ " + " + ".join(kept_terms)
    best_model = smf.glm(
        formula=final_formula,
        data=df_freqM,
        family=sm.families.Poisson(link=sm.families.links.Log())
    ).fit()
    iteration += 1
else:
    improved = False
print("\n Modèle final sélectionné par AIC :")
print("Variables conservées :", current_vars)
print(f"AIC final : {best_aic:.2f}")
print(best_model.summary())
```