

MASTER 1 Actuariat  
Rapport du Bureau d'Étude n°4

---

Étude des risques liés au terrorisme.

---

Réalisé par Manon FIEVEZ, Manon MARTINEZ et Lise SCHRYVE.

Étude réalisée d'octobre 2016 à mai 2017 pour la Caisse Centrale de Réassurance.

Sous la direction de :

Antoine QUANTIN (actuaire à la CCR)  
Anthony NAHELOU (actuaire indépendant)  
Pierre AILLIOT & Franck VERMET (Enseignants)

# Remerciements

Nous tenons à adresser nos remerciements aux personnes qui nous ont accompagnées dans la réalisation de ce bureau d'étude.

Dans un premier temps, merci à Antoine Quantin d'avoir soumis ce sujet. Ce fut très enrichissant de travailler sur un sujet d'actualité et qui est une des problématiques actuelles du monde de la réassurance.

Merci également à Anthony Nahelou encadrant de ce bureau d'étude. Il nous a guidées dans notre travail et nous a aidées à trouver des solutions pour avancer.

Nous remercions aussi Franck Vermet, professeur de l'EURIA, pour son aide précieuse sur les séries temporelles. Enfin, merci à Pierre Ailliot, professeur de l'EURIA pour son encadrement lors de ce travail.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Contexte historique et assurantiel</b>	<b>5</b>
1.1	Apparition du terrorisme . . . . .	5
1.2	Le XX <sup>e</sup> siècle : la diversification du terrorisme . . . . .	5
1.3	Le XXI <sup>e</sup> siècle : l'avènement du terrorisme islamiste . . . . .	5
1.3.1	Al-Qaïda et le début des années 2000 . . . . .	5
1.3.2	Le début du terrorisme islamiste au Moyen-Orient et en Europe. . . . .	6
1.3.3	La France, une succession d'attaques depuis 2015 . . . . .	7
1.4	L'assurance du terrorisme en France . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Présentation des bases de données</b>	<b>10</b>
2.1	Recherches . . . . .	10
2.2	Description de la base de données GTD . . . . .	10
2.3	Traitement préalable de la base de données . . . . .	11
2.3.1	Les variables temporelles . . . . .	11
2.3.2	Les variables spatiales . . . . .	12
2.3.3	Les variables caractéristiques de l'attaque . . . . .	12
2.3.4	Les variables dommages . . . . .	16
2.4	Statistiques élémentaires . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Les indices</b>	<b>19</b>
3.1	Terrorism Risk Index (TRI) . . . . .	19
3.2	Terrorism & Political Violence (TPV) . . . . .	20
3.3	Densité de population . . . . .	20
3.3.1	Principe . . . . .	20
3.3.2	A l'échelle mondiale . . . . .	20
3.3.3	Pour les villes françaises . . . . .	21
3.4	Global Terrorism Index (GTI) . . . . .	22
3.4.1	Principe . . . . .	22
3.4.2	Méthode de calcul . . . . .	23
3.4.3	Résultats . . . . .	24
3.5	Terrorism Risk Model (RMS) . . . . .	26
3.5.1	Principe . . . . .	26
3.5.2	Essai de modélisation . . . . .	27
3.6	Conclusion . . . . .	27
<b>4</b>	<b>Le terrorisme en France</b>	<b>28</b>
4.1	Quelques hypothèses sur la GTD . . . . .	28
4.2	Les attaques depuis 1994 . . . . .	28
4.2.1	Le choix de la loi de Poisson . . . . .	28
4.2.2	Modélisation pour la France . . . . .	29
4.2.3	Modélisation pour l'Ile-De-France . . . . .	30
4.3	Modélisation à l'aide de la théorie des séries temporelles . . . . .	31
4.3.1	Description des outils utilisés . . . . .	31
4.3.2	Présentation de la série temporelle étudiée . . . . .	32
4.3.3	Modélisation par un polynôme de degré 3 . . . . .	33
4.3.4	Modélisation par polynôme trigonométrique . . . . .	36
4.3.5	Conclusion de la modélisation par une série temporelle . . . . .	38

<b>5</b>	<b>Ouverture sur le coût des victimes du terrorisme en France</b>	<b>40</b>
5.1	Estimation du coût . . . . .	40
5.2	Estimation des victimes . . . . .	40
5.3	Prédictions . . . . .	41
5.4	Conclusion . . . . .	41
<b>A</b>	<b>Légendes</b>	<b>43</b>
<b>B</b>	<b>Codes R</b>	<b>44</b>

# Introduction

Un acte terroriste est un ensemble d'actes de violence (attentats, prises d'otages, etc.) commis par une organisation pour créer un climat d'insécurité pour satisfaire une haine à l'égard d'une communauté, d'un pays, d'un système. Les actes terroristes existent depuis toujours mais ont pris une signification particulière depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle.

Le terrorisme est devenu le premier problème de sécurité, d'Al-Qaïda aux djihadistes de l'Etat islamique, chaque organisation représente un risque pour toutes les populations. Ils sont capables de viser autant des monuments historiques que les lieux emblématiques d'un pays. Leurs principales victimes sont les civils.

Si la menace terroriste constitue l'un des enjeux principaux des Etats à l'heure actuelle, il en est de même pour les compagnies d'assurances et de réassurances qui doivent faire face à un risque qu'elles n'avaient pas l'habitude d'indemniser : le risque terroriste. Il s'agit d'un risque très difficile à appréhender car il n'est pas possible de déterminer les probabilités de survenance des actes terroristes et leur localisation exacte. Mais depuis quelques années, des experts essaient de développer des indices permettant de mieux gérer et quantifier ce risque.

C'est dans ce contexte que nous avons choisi de travailler sur le sujet : étude des risques liés au terrorisme. Ce sujet nous a été proposé par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) et plus précisément par Antoine Quantin. La CCR est une société anonyme détenue par l'Etat. Elle propose des couvertures illimitées pour des branches spécifiques au marché français, notamment les catastrophes naturelles ou le terrorisme.

Notre étude liée au terrorisme se découpe en plusieurs étapes. Nous devons d'abord trouver des bases de données recensant tous les actes terroristes et le maximum d'informations sur chaque acte. Puis, nous devons chercher tous les indices qui permettent de quantifier le risque terroriste et analyser leur mode de calcul.

# Chapitre 1

## Contexte historique et assurantiel

### 1.1 Apparition du terrorisme

Les premières traces d'actes terroristes remontent à l'Antiquité avec les zélotes, une secte ju-daique qui assassinait les païens ou les juifs modérés au nom de la Bible. On peut aussi citer les premiers attentats sous couvert de l'islam par la secte chiite des Assassins à la fin du XI<sup>e</sup> siècle : elle utilisait la terreur comme arme politique contre les sunnites. Mais, le terme « terrorisme » apparaît pour la première fois en France en 1794. Il désigne alors les assassinats arbitraires commis par l'Etat durant la Terreur (1792-1794) pour lutter contre les contre-révolutionnaires. Il s'agit donc à cette époque d'actes étatiques contre le peuple, et non l'inverse comme on le comprend aujourd'hui. Il faut attendre encore un siècle pour que le terrorisme tel qu'on le connaît aujourd'hui apparaisse. C'est avec les révolutionnaires russes de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et l'assassinat du gouverneur de Saint-Petersbourg puis l'assassinat du tsar Alexandre II que le terrorisme « moderne » naît : des groupes clandestins qui luttent par la violence et la terreur contre l'Etat.

### 1.2 Le XX<sup>e</sup> siècle : la diversification du terrorisme

Le XX<sup>e</sup> siècle voit se développer différents types de terrorisme :

- Un terrorisme révolutionnaire qui a pour cible l'État par la mobilisation du peuple. On peut citer notamment l'assassinat de François Ferdinand d'Autriche lors de l'attentat de Sarajevo, qui sera le déclencheur de la Première Guerre mondiale.
- Un terrorisme indépendantiste dont l'objectif est la reprise d'un territoire. De nombreux mouvements indépendantistes sont créés durant ce siècle, comme l'IRA (Irish Republican Army, organisation qui s'oppose à l'appartenance de l'Irlande au Royaume-Uni) ou l'ETA (« Pays basque et liberté » en basque, qui prône l'indépendance du Pays basque).
- Un terrorisme religieux qui impose la terreur au nom d'une religion. Dans ce cadre, on retrouve la série d'attentats commis en France par le Groupe Islamique Armé (GIA) en 1995 ou l'attentat au gaz sarin dans le métro de Tokyo la même année par une secte religieuse.

La fin du XX<sup>e</sup> siècle est bien sûr marquée par la création du groupe Al-Qaïda, une organisation religieuse qui utilise le terrorisme pour faire entendre ses revendications salafistes et anti-occidentales. Al-Qaïda est à l'origine de nombreuses attaques, la principale étant les attentats du 11 septembre 2001 aux Etats-Unis.

### 1.3 Le XXI<sup>e</sup> siècle : l'avènement du terrorisme islamiste

#### 1.3.1 Al-Qaïda et le début des années 2000

Le début des années 2000 est marqué par la puissance d'Al-Qaïda.

Le 11 septembre 2001, quatre avions sont détournés par des membres d'Al-Qaïda : deux d'entre eux entrent en collision avec les tours jumelles du World Trade Center, un le Pentagone et le dernier, qui se dirigeait vers Washington, s'écrase finalement dans un champ en Pennsylvanie après la rébellion des passagers.

Les quatre attaques du 11 septembre 2001 sont un tournant dans la perception du terrorisme par le grand public et les grandes puissances occidentales du fait de leur ampleur et des conséquences

qu'elles ont impliquées. En effet, ces attentats sont les plus meurtriers de l'Histoire, avec 2 997 victimes de 93 pays différents, et 6 291 blessés. Le choc est donc planétaire.

De plus, ces événements ont d'autant plus d'impact que c'est la première fois que les Etats-Unis sont attaqués sur leur propre territoire depuis l'attaque de Pearl Harbor en 1945, ce qui laisse penser qu'aucun pays ne peut être épargné par le terrorisme. Enfin, ces attaques ont eu des répercussions militaires : elles sont à l'origine du début de la guerre contre le terrorisme menée par les Etats-Unis, avec les guerres en Afghanistan (2001) et en Irak (2003).

Al-Qaïda s'attaque à l'Europe avec les attentats de Madrid du 11 mars 2004 où l'organisation fait exploser dix bombes dans trois gares et un train, causant la mort de près de 200 personnes et blessant près de 1900 civils. Puis, c'est Londres qui est touchée par le terrorisme islamique d'Al-Qaïda le 7 juillet 2005 : quatre bombes explosent dans le métro londonien, on compte 56 morts et près de 700 blessés.

La mort de son leader Ben Laden en 2011 marquera la fin de l'avènement d'Al-Qaïda.

### 1.3.2 Le début du terrorisme islamiste au Moyen-Orient et en Europe.

Même si d'autres types de terrorisme sévissent encore dans le monde, le terrorisme islamique est celui qui cause le plus grand nombre de morts ces dernières années, et celui qui reste le plus médiatisé. Il se caractérise par l'utilisation de la violence et de la terreur dans le but d'imposer une vision radicale de l'islam, bien que les actions des terroristes soient condamnées par les autorités religieuses musulmanes.

Aujourd'hui le monde fait face à une nouvelle organisation : l'Etat Islamique (Daesh). Daesh est apparu sur le territoire syrien et irakien à la fin du printemps arabe de 2013 alors que le conflit en Syrie opposant l'armée gouvernementale à l'armée syrienne libre depuis 2011 continue à faire de nombreuses victimes. S'imposant par la force et la terreur, ils prennent petit à petit le contrôle de grandes villes syriennes. Profitant de la guerre civile et des nombreuses ressources pétrolières du pays, Daesh, constitué de plus de 75% d'étrangers, soumet la population syrienne à ses lois et demande aux musulmans du monde entier de prêter allégeance au "califat".

La naissance de Daesh marque également un tournant dans la manière d'agir des groupes terroristes. Le développement des nouvelles technologies et la montée d'internet dans l'ensemble des pays d'occident poussent ces organisations vers de nouvelles façons d'embrigader et de recruter des partisans de plus en plus jeunes. A travers les nombreux réseaux sociaux et des clips de propagande elles cherchent à radicaliser un public fragilisé par les crises financières et économiques en leur promettant une vie meilleure. Grâce à cette nouvelle forme de recrutement, les organisations terroristes disposent d'une nouvelle arme : les civils internationaux qui connaissent très bien leur pays et ont la possibilité d'agir sur place.

Rappelons que les principales victimes du terrorisme islamiste sont les civils des pays musulmans. Ainsi en 2014, les cinq pays les plus touchés sont l'Irak, le Nigeria, l'Afghanistan, le Pakistan et la Syrie. Cette même année, une coalition menée par les Etats-Unis dont fait partie la France intervient sur les territoires irakiens et syriens en bombardant les positions de Daesh. Leur but commun est de venir à bout de Daesh même si tous les pays ne développent pas les mêmes moyens. Certains apportent juste un soutien politique, d'autres une aide humanitaire, envoient des armes ou encore agissent militairement comme la France.

Si l'organisation islamique perd une partie de son territoire cette coalition marque le début des représailles sur les territoires occidentaux et les attentats sur place continuent à faire de nombreuses victimes. En effet, en 2015, les deux-tiers des attaques et du nombre de morts concernent les pays du Moyen-Orient ainsi que ceux d'Afrique du Nord. Ils subissent des attaques presque quotidiennement voire plusieurs fois par jour. Il s'agit généralement d'attaques suicides à la bombe ou d'assauts armés.

Le mode opératoire des attaques en Europe est très différent comme nous l'illustrerons ci-dessous avec le cas de la France. Les attentats plus récents en Europe comme celui de Zaventem à Bruxelles sont une réponse à la coalition internationale. Ils témoignent également de la volonté de l'EI d'étendre ses actions et son influence en-dehors du "califat" et de revendiquer son but final comme étant de conquérir l'Europe. L'EI compare les actions de la coalition des pays européens à de nouvelles croisades contre les musulmans. De plus la proximité de l'Europe, comparée aux Etats-Unis, en fait une cible plus facile à atteindre.

### 1.3.3 La France, une succession d'attaques depuis 2015

Le 7 janvier 2015 en Ile-de-France deux frères s'infiltrèrent dans les locaux du journal satirique Charlie Hebdo à Paris tuant 12 personnes à la Kalachnikov et en blessant 11. Ils seront traqués pendant deux jours avant d'être abattus par les membres du GIGN. En parallèle, un des complices des deux frères tue une policière à Montrouge le 8 janvier avant de fuir et de se retrancher le 9 janvier dans une supérette casher porte de Vincennes où il tuera 4 personnes dans une prise d'otage. Le complice sera abattu le même jour lors d'un assaut policier. Les auteurs de ces attentats se revendiquent d'Al-Qaïda et de Daesh.

Ces deux jours de terreur soulèvent non seulement le peuple français qui se sent touché au plus profond de ses valeurs historiques mais également les pays étrangers. De nombreuses manifestations dont une marche républicaine seront organisées partout en France et à l'étranger. En visant la presse, les terroristes se sont attaqués à la liberté d'expression et le slogan "Je suis Charlie" restera longtemps un signe de résistance à ces attaques meurtrières.

Le 13 novembre 2015, les terroristes islamistes frappent de nouveau la France, en s'attaquant cette fois directement aux civils. Dans un premier temps, trois terroristes se font exploser près du stade de France où un match de football se joue. Puis c'est dans les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> arrondissements de Paris que trois autres terroristes armés de fusils d'assauts et d'explosifs mitraillent les terrasses des cafés et restaurants, alors que l'un d'entre eux se fait exploser, les deux autres prennent la fuite. Enfin un autre groupe de trois djihadistes pénètre dans le Bataclan, salle de spectacle où 1500 personnes assistaient à un concert, et ouvrent le feu. Après plus de 2h30 de prise d'otage les hommes du BRI et du RAID abattent les terroristes et libèrent les survivants de cette attaque. Les attentats du 23 novembre feront 130 morts et 413 blessés.

Revendiquées par Daesh, ces attaques visent l'ensemble de la population française et plus particulièrement l'insouciance de la jeunesse sortant dans les cafés et restaurants. Ils cherchent ainsi à créer un climat de peur et d'insécurité chez tous les français pouvant aller jusqu'à des réactions communautaires disproportionnées dans tout le pays. C'est d'ailleurs l'un des objectifs premiers de cette organisation que de diviser les peuples occidentaux afin de les rendre plus vulnérables. Cependant l'impact de ces attentats ne se traduit pas uniquement par des réactions françaises mais par des réactions internationales, l'ensemble du monde dénonce ces attaques. Ce sont désormais tous les pays qui sont appelés à lutter contre l'état islamique.

Après avoir visé la capitale française à plusieurs reprises, c'est la ville de Nice qui est attaquée par les terroristes islamiques le soir du 14 juillet 2016 lors du feu d'artifice de la fête nationale. 30 000 personnes étaient réunies sur la promenade des anglais lorsqu'un poids lourd a franchi le barrage délimitant la zone piétonne. Sur plus de 2km, il n'épargnera personne sur son passage, fonçant à toute vitesse sur la foule. On déplore plus de 89 victimes et 434 blessés.

L'année 2016 s'achèvera tristement à Berlin le 19 décembre où le scénario de Nice semble se répéter au marché de Noël. Un camion fonce délibérément sur la foule faisant 12 victimes et plus de 50 blessés. L'attaque sera également revendiquée par l'état islamique.

## 1.4 L'assurance du terrorisme en France

Le terrorisme est un risque qui a été pris en compte assez récemment par les assureurs en France. Les premiers contrats proposant des garanties "tous dommages résultant d'émeutes, de mouvements populaires, d'actes de terrorisme et de sabotage" voient le jour à partir de 1976. Cependant, l'indemnisation de ces dommages était incertaine puisque les assureurs avaient la possibilité légale de résilier le contrat après sinistres ou de ne pas honorer ce type de garantie. De plus, les primes liées à ces garanties présentaient une majoration de 30 à 60% par rapport à un contrat sans ces garanties.

Les différentes vagues d'attaques terroristes en France poussent le législateur à réglementer davantage l'assurance des risques liés au terrorisme. C'est avec la loi de septembre 1986 que l'assurance du risque terroriste a pris un tournant. Effectivement, la loi rend obligatoire l'inclusion de la garantie des attentats pour l'ensemble des polices assurances dommages en France. Le risque est alors mutualisé. Ainsi l'anti-sélection présente auparavant dans certaines régions disparaît et le prix de la garantie diminue.



Cette loi instaure deux régimes d'indemnisation, selon que les préjudices soient matériels ou corporels. Les préjudices corporels sont indemnisés par le Fonds Terrorisme (qui deviendra par la suite le FGTI : Fonds de Garantie des victimes des actes de Terrorisme et d'autres Infractions). Les dommages matériels sont pris en charge par les contrats d'assurances dès que ces derniers couvrent le risque incendie.

Depuis les événements du 11 septembre 2001 décrits précédemment, de nouvelles questions concernant les grands risques se posent. Avec ces attentats hors normes, les assureurs prennent conscience du coût important du terrorisme et de leur vulnérabilité face à ce risque. De plus, du fait de la loi du 9 septembre 1986, tous les contrats d'assurance dommages français doivent contenir une garantie risque terroriste. Les assureurs français annoncent alors que ces contrats sont trop risqués et pourraient ne pas être reconduits. Cette possibilité impliquerait donc une absence totale de couverture en assurance dommages.

C'est dans ce contexte qu'est mis en place le groupement d'intérêt économique GAREAT (Gestion de l'Assurance et de la Réassurance des risques Attentats Et Actes de Terrorisme). Il est constitué d'assureurs qui ont l'obligation d'adhérer au GAREAT pour les risques supérieurs ou égaux à 20 millions d'euros, que l'on appelle "grands risques". Le GAREAT "grands risques" indemnise les dommages aux biens liés au terrorisme jusqu'à un plafond de 2 480 Milliards d'euros. Au-delà de ce plafond, depuis 2002, la CCR propose une couverture illimitée d'où l'importance de la CCR sur ce marché.

Pour les petits et moyens risques, les assureurs restent libres de céder ou conserver leurs risques, même s'il existe un pôle GAREAT "petits et moyens risques". Depuis 2006, la CCR propose également une couverture illimitée concernant ces risques.

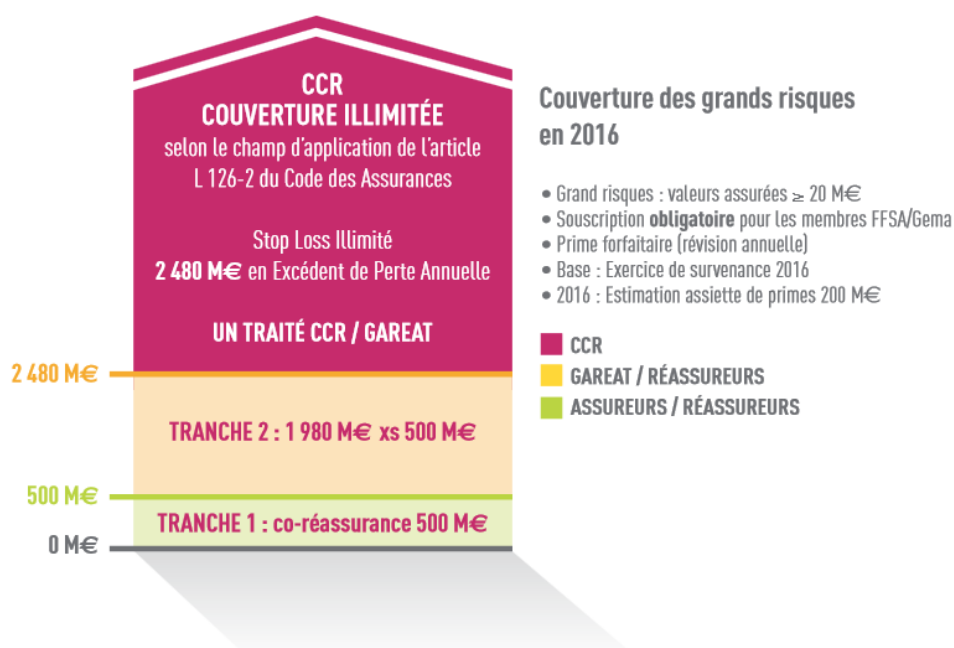


FIGURE 1.1 – Couverture des grands risques en 2016

Concernant l'indemnisation corporelle des victimes du terrorisme, elle est encore aujourd'hui assurée par le FGTI. Ce fonds garantit le dédommagement des victimes d'attaques terroristes d'une part, et de certaines agressions d'autre part, comme le vol ou l'escroquerie. Le fonds de garantie est financé à 75% par une contribution forfaitaire prélevée sur chaque contrat français d'assurance. Cette contribution a été augmentée en 2017, passant de 4,30€ à 5,90€ par rapport à 2016.

Grâce à tout cela, la France est l'un des pays où la couverture des risques de terrorisme en assurance dommages est la plus large.

La multiplication d'attaques terroristes meurtrières et l'augmentation du budget de l'Etat français en 2017 consacré à la défense (en hausse de 600 millions d'euros par rapport à 2016) sont des indices qui montrent que la menace terroriste augmente. Malgré ce contexte difficile, la Caisse Centrale de Réassurance n'a jamais eu à rembourser de dommages liés au terrorisme. Effectivement les coûts des derniers attentats commis en France n'ont pas dépassé les plafonds vus auparavant. A ce jour, elle ne possède donc pas d'historique sur lequel s'appuyer pour quantifier ce risque.

Ainsi, l'objectif de notre bureau d'étude est tout d'abord de trouver des moyens de mesurer la menace terroriste à l'échelle internationale afin d'avoir une vision globale du terrorisme. Puis, nous étudierons plus précisément le cas de la France qui intéresse la CCR. Pour cela, il faut en premier lieu trouver des moyens permettant de mesurer la menace terroriste à l'aide d'indices et de bases de données historiques.

## Chapitre 2

# Présentation des bases de données

### 2.1 Recherches

Nous avons dans un premier temps recherché des bases de données. L'objectif était de recueillir le maximum d'informations sur les attaques terroristes partout dans le monde. Deux bases de données semblaient exploitables : la Rand database et la Global Terrorism Database (GTD). La Rand database recense 40 000 attaques qui ont eu lieu entre 1968 et 2009. Pour chacune d'entre elles, nous disposons du pays ainsi que de la ville touchée, le groupe terroriste auteur de l'acte, l'arme utilisée, le nombre de blessés, le nombre de morts et une brève description de l'attaque. La Global Terrorism Database recense plus de 150 000 attaques et chacune d'entre elles est détaillée avec plus de 137 variables explicatives. Nous avons donc choisi de faire notre étude à partir de celle-ci.

### 2.2 Description de la base de données GTD

La Global Terrorism Database est une base de données réalisée par START (National Consortium for Study of Terrorism and Responses to Terrorism) de l'Université du Maryland (USA). Elle comporte 156 772 observations s'étendant de 1970 à 2015, à l'exclusion de l'année 1993. Du fait de l'absence de données pour cette année, notre étude commencera à partir de l'année 1994. Chaque observation représente une attaque terroriste. Les attaques sont recensées au niveau mondial pour 206 pays.

A l'origine, la GTD regroupait 137 variables. Cependant, certaines d'entre elles étant inutiles pour notre étude, nous avons décidé de nous restreindre à 21 variables :

- **iyear** : année de l'attaque.
- **imonth** : mois de l'attaque.
- **iday** : jour de l'attaque.
- **country** : code attribué au pays où a eu lieu l'attaque.
- **region** : code attribué à la région du monde où a eu lieu l'attaque (le monde est divisé en 12 régions).
- **provstate** : région ou province du pays où a eu lieu l'attaque.
- **city** : ville dans laquelle a eu lieu l'attaque.
- **crit1** : 1 si l'attaque vise un but politique, religieux, économique ou social, 0 sinon.
- **success** : 1 si l'attaque a été un succès pour les terroristes, 0 sinon.
- **attacktype1** : type d'attaque (9 classes d'attaque).
- **targtype1** : domaine visé (22 catégories)
- **gname** : nom du groupe terroriste
- **weaptype1** : type d'arme utilisée (13 catégories)
- **weapsubtype1** : sous type d'arme utilisée (27 catégories)
- **nkill** : nombre total de morts dus à l'attaque.
- **nkillter** : nombre de terroristes morts dus à l'attaque.
- **nwound** : nombre total de blessés dus à l'attaque.
- **property** : 1 s'il y a eu des dommages matériels, 0 sinon.
- **propextent** : classe des dommages matériels (3 intervalles).
- **propvalue** : coût des dommages matériels (en dollars).
- **related** : si une autre attaque est liée à celle-ci, contient la référence de cette attaque.

## 2.3 Traitement préalable de la base de données

Dans un premier temps, nous avons mené une étude de la base de données afin de repérer les valeurs aberrantes ou manquantes qui pourraient fausser notre analyse.

### 2.3.1 Les variables temporelles

Nous disposons de trois variables temporelles, l'année, le mois et le jour où l'attaque a eu lieu. L'histogramme montre clairement une augmentation des attaques dans le monde depuis 2005. Le diagramme circulaire de la répartition des attaques en fonction du mois ne montre pas de tendance particulière. Il n'existe pas de saisonnalité dans notre base de données. Il en est de même pour l'histogramme de la répartition des attaques par jour : aucune saisonnalité.

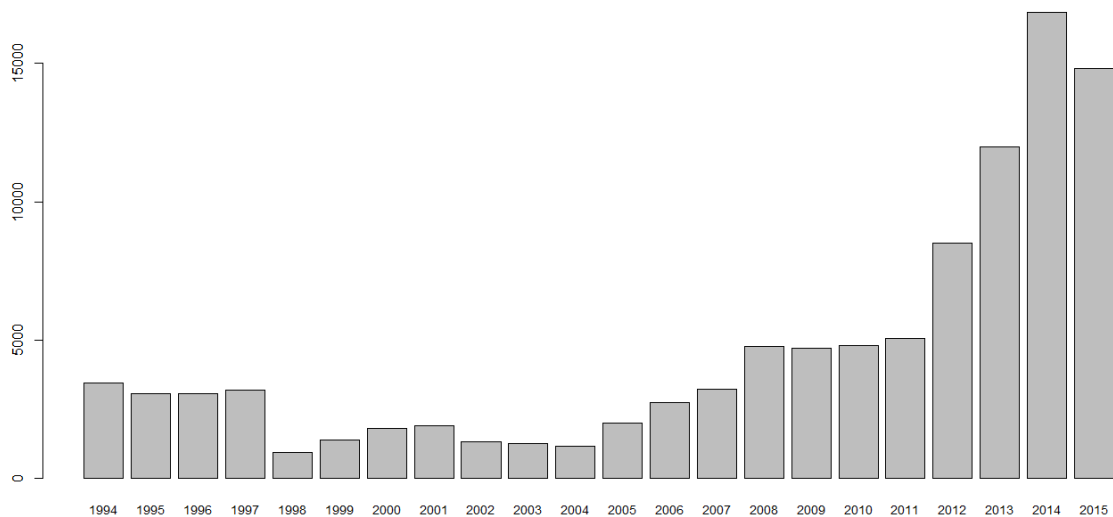


FIGURE 2.1 – Nombre d'attaques par années de 1994 à 2015

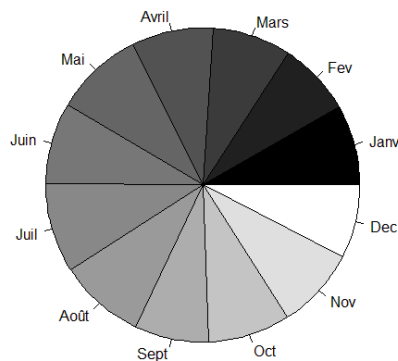


FIGURE 2.2 – Répartition des attaques par mois

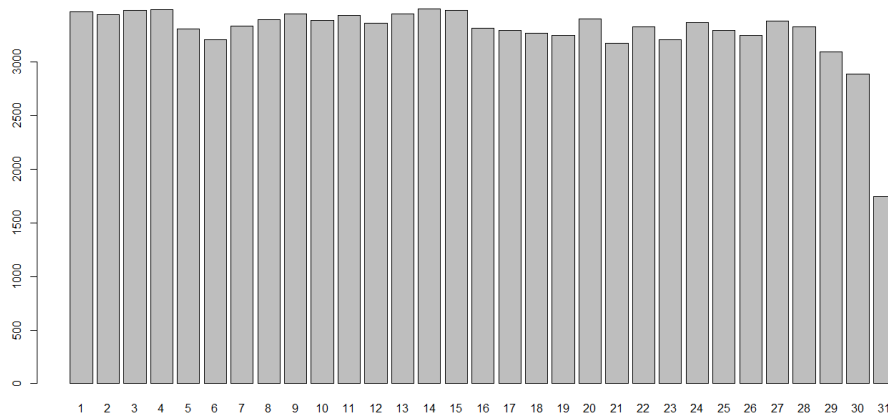


FIGURE 2.3 – Répartition des attaques par jour

### 2.3.2 Les variables spatiales

Les variables spatiales dont nous disposons nous permettent de regarder les lieux d'attaques à différentes échelles. La variable *region* nous donne une idée de la zone géographique touchée par les attaques, une carte explicative sera détaillée dans la section 4.1, mais un premier histogramme montre que les zones les plus touchées sont l'Asie du Sud ainsi que l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient.

Nous disposons également de données plus précises comme le pays, l'Etat ou la province ainsi que la ville où a eu lieu l'attaque. Ces informations nous permettront par la suite d'étudier précisément le cas de la France.

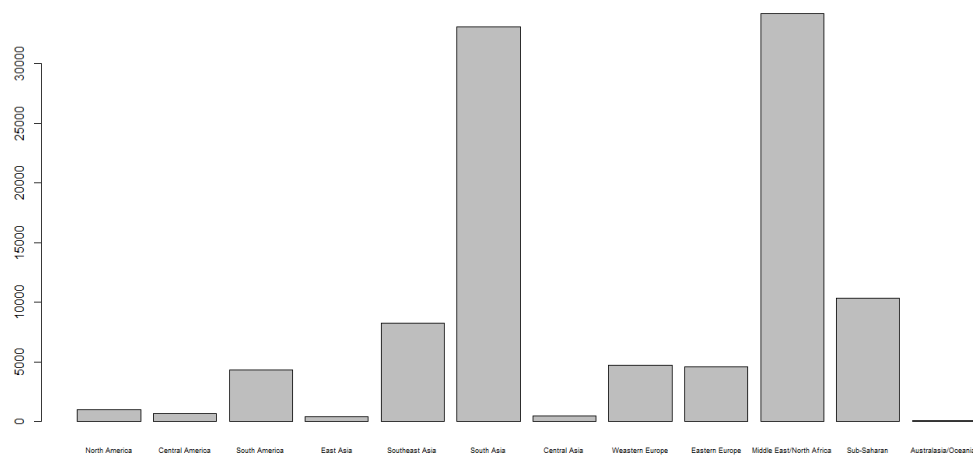


FIGURE 2.4 – Nombre d'attaques par région entre 1994 et 2015

### 2.3.3 Les variables caractéristiques de l'attaque

Le premier diagramme circulaire ci-dessous montre que 98.72% des attaques recensées ont une portée politique, religieuse, économique ou sociale. Les attaques ne remplissent pas ce critère lorsque les agresseurs ont agi dans un but lucratif ou pour un motif personnel sans rapport avec un changement sociétal plus large.

Le deuxième diagramme circulaire met en évidence un pourcentage de 89.5% d'attaques considérées comme un succès du point de vue des agresseurs. Le succès d'une attaque est défini en fonction des effets tangibles de celle-ci, et non nécessairement en fonction de l'objectif des terroristes. La question essentielle est de savoir si le type d'attaque projetée a effectivement eu lieu. Par exemple, si une bombe explose dans un bâtiment, l'attaque sera considérée comme réussie, même si la bombe n'a pas fait de victime ou n'a pas détruit le bâtiment. La base de données ne recense pas les attaques déjouées.

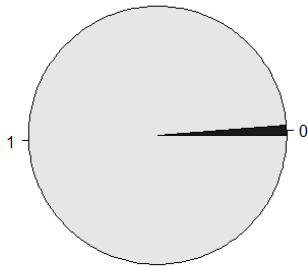


FIGURE 2.5 – Répartition des attaques à visée politique, religieuse, économique et sociale ou non

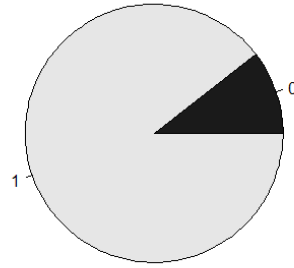


FIGURE 2.6 – Répartition des attaques selon si elles ont été un succès ou non

Le diagramme en barres ci-dessous nous montre le nombre d'attaques considérées comme un succès pour les terroristes ainsi que celles considérées comme un échec, en fonction des années.

Nous pouvons noter que la proportion d'échecs est assez faible, bien qu'elle augmente ces dernières années, en même temps que le nombre d'attaques.

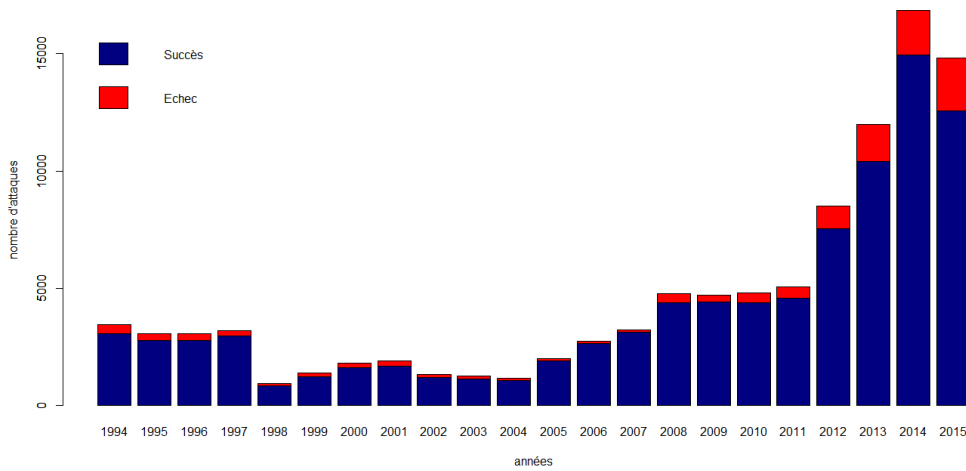


FIGURE 2.7 – Nombre de succès et d'échecs entre 1994 et 2015

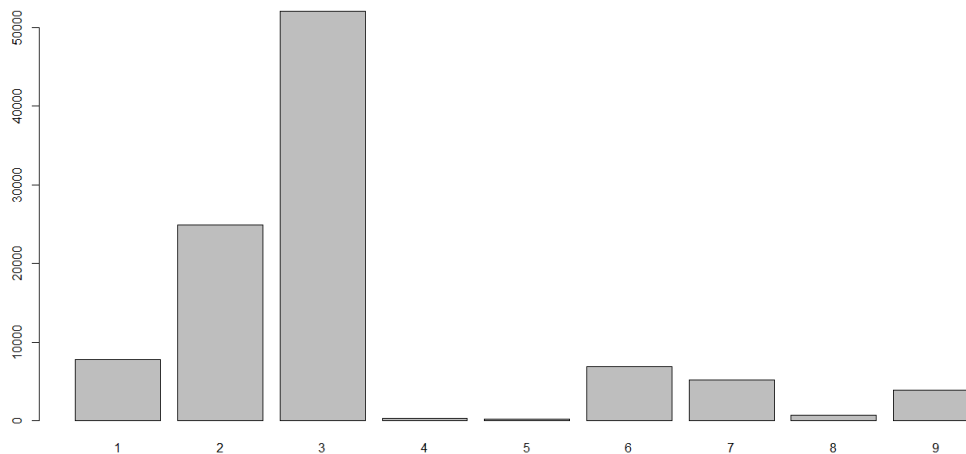


FIGURE 2.8 – Répartition des attaques selon leur type

La majorité des attaques sont des attaques à la bombes et à l'explosif (catégorie 3, voir annexe A) suivi par les assauts armés (catégorie 2), sur l'ensemble des attaques depuis 1994.

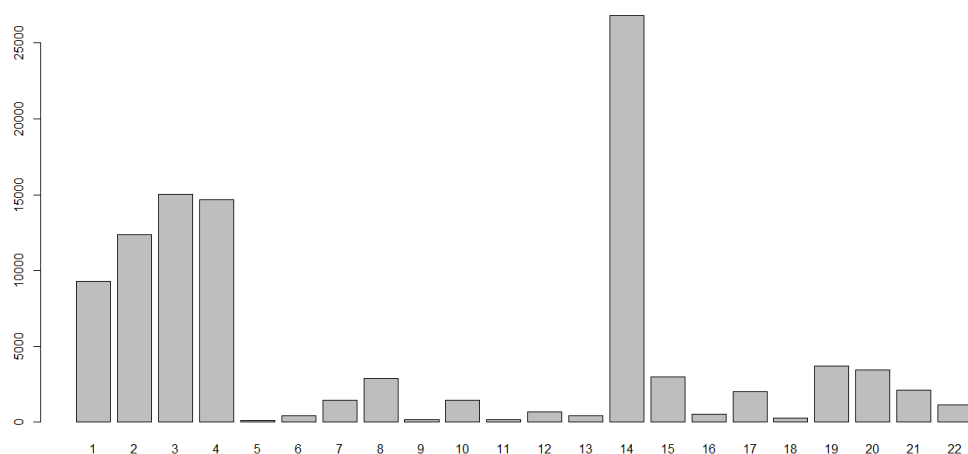


FIGURE 2.9 – Répartition des attaques selon le domaine visé

Le domaine visé le plus souvent est le 14 (voir annexe A) : citoyens et propriété. Cette catégorie comprend les attaques sur les individus, les lieux publics comme les marchés ou les rues commerçantes. Par contre, les lieux comme les restaurants ou les théâtres sont mis dans la catégorie business. Les autres domaines fortement touchés sont : la police (catégorie 3), les militaires (catégorie 4), les gouvernements (catégorie 2) puis business (catégorie 1).

Le type d'arme le plus fréquemment utilisé est l'explosif (66.69%) ce qui apparaît cohérent avec le fait que le plus grand nombre d'attaques appartient à la catégorie explosion. Ensuite, viennent les armes à feu avec 12.38% ce qui rejoint encore une fois la répartition des attaques selon leur type avec les assauts armés qui arrivaient en deuxième position.

	Type d'arme	fréquence ( %)	sous type d'arme	fréquence (%)
2	Chimique	0.33	-	-
3	Radiactif	0.08	-	-
5	Arme à feu	12.38	armes automatiques	33,78
			pistolets	29,73
			fusils	7,43
			inconnue	29,05
6	Explosif	66.69	grenade	1,004
			colis piégés	1,38
			projectiles, missiles	1,50
			fusils de précision	0,13
			attentat suicide	0,75
			pétard, fusante	0,50
			véhicule	3,89
			inconnue	89,84
8	Incendie	11.04	feu	40,91
			cocktail molotov	13,64
			essence/ Alcool	45,45
9	Armes blanches	2.09	objet contondant	28
			corps	12
			couteau	44
			corde	8
			inconnue	8 1
10	Vehicule	0.08	-	-
11	Sabotage	0.16	-	-
13	inconnue	7.11	-	-

TABLE 2.1 – Répartition des attaques selon le type d'armes



### 2.3.4 Les variables dommages

Dans notre base de données nous disposons du nombre de morts et de blessés par attaque. Les actes terroristes depuis 1994 ont fait au total plus de 175 000 morts dans le monde soit plus de 8 000 victimes chaque année. Le nombre total de blessés s'élève lui à plus de 353 000 soit 16 000 chaque année en moyenne. Cependant, on peut noter que plus de 50% des attaques n'ont fait aucune victime. L'évolution du nombre de victimes sera détaillée plus loin. Le diagramme ci-dessous nous montre qu'en majorité les attaques font entre 0 et 10 blessés. Nous avons dû nous limiter à 100 victimes sur ce diagramme pour qu'il soit lisible, mais il y a des attaques qui ont fait plus de 100 blessés.

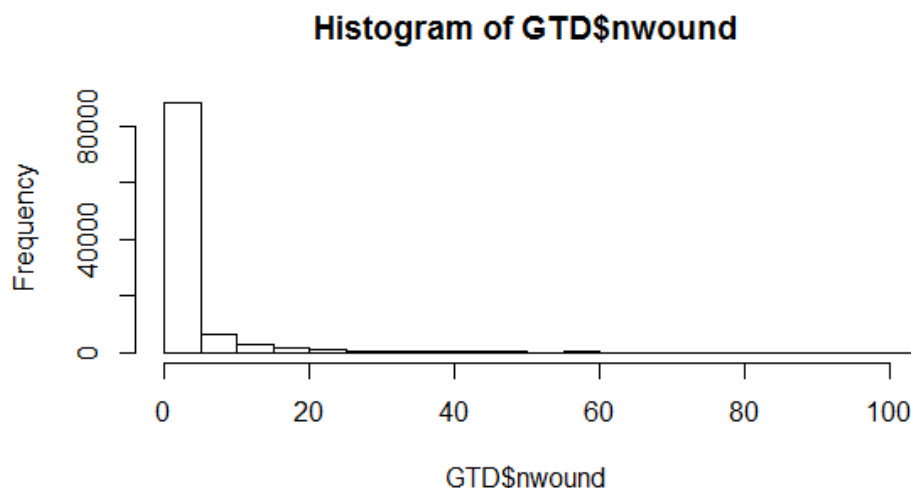


FIGURE 2.10 – Nombre de blessés par attaque entre 1994 et 2015

Le diagramme de gauche ci-dessous représente la variable *property*. Grâce à celle-ci nous savons que plus d'un tiers des attaques ont provoqué des dégâts matériels (valeur 1). Les attaques ayant la valeur 0 sont l'ensemble des attaques qui n'ont engendré aucun coût et la valeur -9 est donnée lorsque l'information est inconnue.

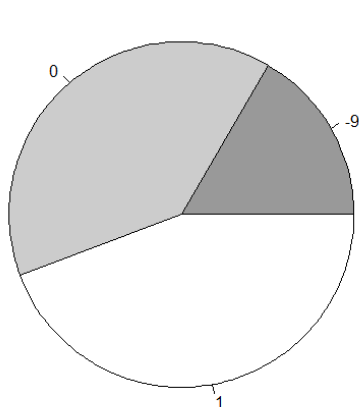


FIGURE 2.11 – Répartition des attaques selon s'il y a eu des coûts ou non

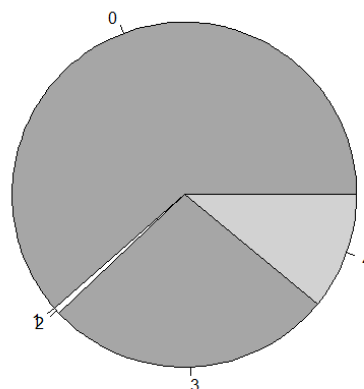


FIGURE 2.12 – Répartition entre les différentes classes de dommages matériels

Le diagramme de droite ci-dessus représente la variable *propextent*. Cette variable nous indique que lorsque nous savons qu'il y a eu des dégâts matériels (valeur différente de 0), les trois quarts des attaques se situent dans la catégorie 3 : dommages mineurs ( < 1 million\$ ) et pour plus d'un quart des attaques la catégorie des dommages est inconnue (valeur 4).

En ce qui concerne la variable *propvalue* qui donne le coût des dommages, nous constatons que cette valeur est présente dans moins d'1% des attaques de la GTD. Nous ne pourrions donc pas exploiter le coût des dommages lié au terrorisme.

## 2.4 Statistiques élémentaires

Après ce traitement préalable de la base de données, nous avons décidé de réaliser des statistiques élémentaires sur les données à notre disposition. Le but de ce paragraphe est de s'approprier la GTD et d'avoir un premier aperçu du terrorisme dans le monde. Pour cela, nous nous appuyons sur la représentation graphique de certaines caractéristiques des attaques terroristes.

### La localisation des attaques

Intéressons nous tout d'abord à la localisation des attaques terroristes dans le monde de 1994 à 2015. Pour cela, nous nous sommes dans un premier temps appuyées sur la variable *region*. Cette variable classe le monde en douze zones géographiques différentes :

- L'Amérique du Nord
- L'Amérique Centrale et les Caraïbes
- L'Amérique du Sud
- L'Asie de l'Est
- L'Asie du Sud-Est
- L'Asie du Sud
- L'Asie Centrale
- L'Europe de l'Ouest
- L'Europe de l'Est
- L'Afrique du Nord & le Moyen-Orient
- L'Afrique Sub-Saharienne
- L'Océanie

Sur la carte ci-dessous, nous avons représenté le nombre d'attaques qu'ont subies les différentes régions de 1994 à 2015. Plus la couleur de la région est proche du rouge, plus la zone géographique a été victime du terrorisme. A l'inverse, plus une région a une couleur claire, moins celle-ci a connu d'actes terroristes.

On peut remarquer que l'Océanie et l'Asie de l'Est sont les régions du monde les plus épargnées par le terrorisme. Cela peut s'expliquer par leur situation géographique éloignée des zones concentrant de nombreux groupes terroristes faisant de ces îles une cible plus difficile à atteindre et moins intéressante pour les terroristes. Inversement, les zones les plus touchées sont l'Afrique du Nord & le Moyen-Orient, l'Afrique Sub-Saharienne et l'Asie du Sud. Cela était attendu. En effet, les cinq pays les plus attaqués en 2015 - l'Irak, le Nigeria, l'Afghanistan, le Pakistan et la Syrie - font partie des ces trois régions du monde. De plus, le fait que l'Asie du Sud soit présente parmi les zones les plus attaquées s'explique en grande partie par la présence de l'Inde dans cette région. Effectivement, l'Inde est le pays le plus représenté si l'on regarde les dix pays les plus attaqués par an sur la période s'étendant de 2000 à 2014, avec treize apparitions. Concernant l'Europe de l'Ouest, on constate qu'elle a subi entre 20 000 et 25 000 attaques pendant la période 1994-2015. C'est la région de l'OCDE la plus touchée par le terrorisme.

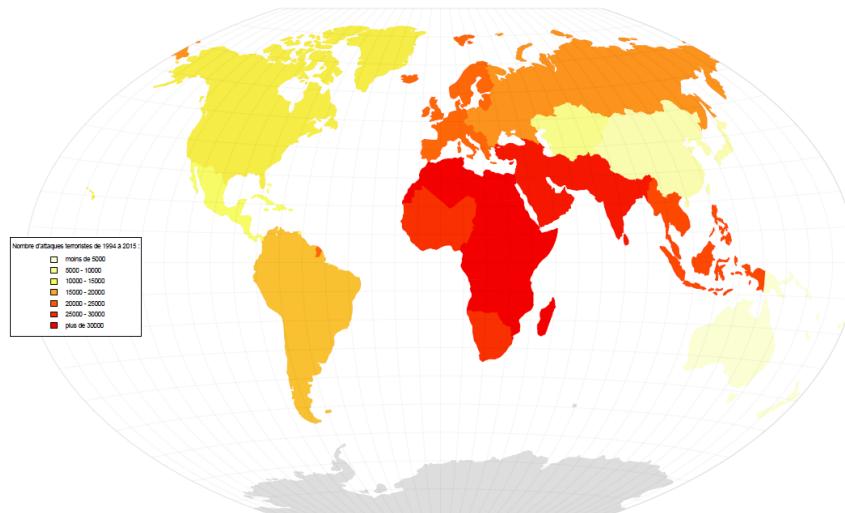


FIGURE 2.13 – Nombre d'attaques par zone géographique de 1994 à 2015

Nous avons présenté ci-dessous les attaques survenues dans le monde de 1970 à 2015. On remarque qu'au sein des régions, il y a des disparités. Par exemple, en Europe de l'Ouest les pays où on observe le plus d'attaques sont la France et le Royaume-Uni. A l'inverse, les pays scandinaves sont peu attaqués. Si l'on s'intéresse à l'Asie du Sud, les pays qui concentrent la majorité des attaques sont l'Afghanistan, l'Inde et le Pakistan.

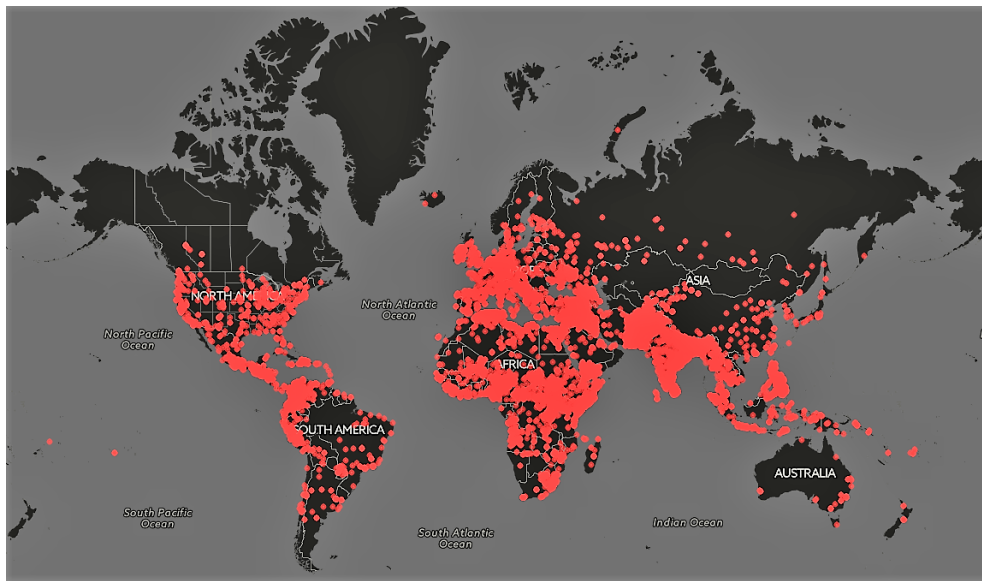


FIGURE 2.14 – Répartition des attaques de 1994 à 2015

### L'évolution des attaques

Ensuite, nous avons étudié l'évolution du nombre d'attaques, du nombre de morts et du nombre de blessés dus au terrorisme de 1994 à 2015. Ainsi on remarque que les trois courbes ont sensiblement la même évolution : on observe une augmentation presque constante du nombre d'attaques terroristes, et du nombre de morts et de blessés dus à celles-ci. L'augmentation s'accroît fortement ces dernières années.

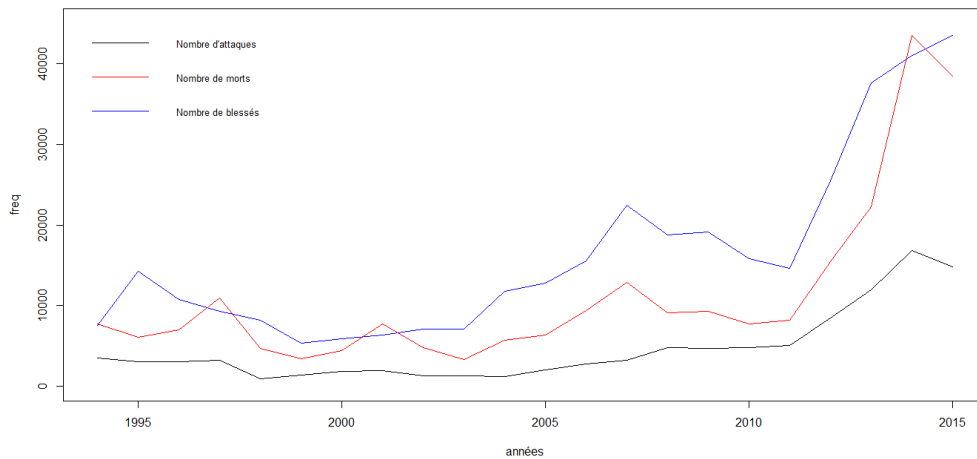


FIGURE 2.15 – Evolution des attaques terroristes, du nombre de morts et de blessés entre 1994 et 2015

# Chapitre 3

## Les indices

Après avoir longuement étudié la GTD, nous sommes rentrées au coeur du sujet de notre bureau d'étude en recherchant différents indices permettant d'évaluer le risque terroriste dans le monde. Cependant, beaucoup d'entreprises internationales ne communiquent pas leurs méthodes de calculs, c'est pourquoi nous n'avons pu réellement exploiter que deux indices sur les cinq initialement trouvés.

### 3.1 Terrorism Risk Index (TRI)

Maplecroft est une entreprise britannique de consultants en risques et stratégies d'entreprise. Maplecroft a développé en 2011 le Terrorism Risk Index (TRI) dans le but de permettre aux entreprises d'identifier et de surveiller le risque terroriste. Leur modèle prend en compte :

- la fréquence et la mortalité des incidents terroristes sur une période de 12 mois
- une composante historique évaluant le nombre d'attaques sur 5 ans
- une composante évaluant les risques liés à la proximité géographique des pays par rapport aux groupes terroristes implantés

A partir de son indice, Maplecroft a réalisé cette carte concernant le risque terroriste dans le monde.

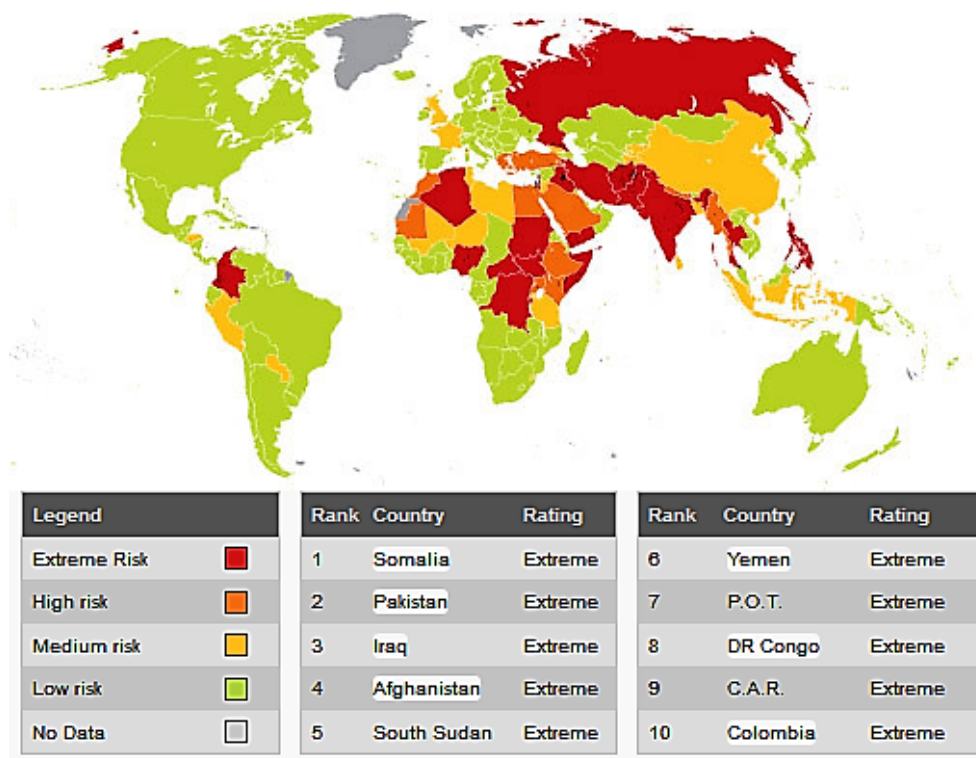


FIGURE 3.1 – Carte réalisée par Maplecroft représentant la menace terroriste en 2011

Nous n'avons pas trouvé d'informations supplémentaires et plus précises concernant la méthode de calcul appliquée, et n'ayant pas de réponses de Maplecroft nous n'avons pas pu aller plus loin avec

cet indice. Néanmoins, nous allons pouvoir grâce à la carte le comparer avec nos résultats obtenus par la suite.

## 3.2 Terrorism & Political Violence (TPV)

La multinationale britannique Aon est l'un des acteurs majeurs de la gestion du risque, du courtage d'assurance et de réassurance. Aon a développé la carte TPV (Terrorism and Political Violence) pour pouvoir aider ses clients à appréhender le risque terroriste. Effectivement, ces dernières années ont montré la rapide évolution du terrorisme ainsi que les conséquences qui pourraient affecter les clients d'Aon, leurs salariés et les opérations réalisées par les entreprises. L'indice permet aux clients de savoir où le risque est présent et quelle stratégie adopter face à celui-ci. La note donnée à chaque pays pour estimer son risque est évaluée grâce aux données venant de la base de données Terrorism Tracker sur les 12 mois précédents cette étude. Elle prend également en compte les données et les analyses d'experts sur les risques politiques et géopolitiques ainsi qu'une consultation entre les experts d'Aon et du Risk Advisory. Cet indice permet de refléter les tendances de risques en 2015, il n'est pas destiné à être prédictif pour les menaces futures. Il note chaque pays de 0 (absence de risque) à 5 (sévérité du risque la plus grande). Les notes sont pondérées selon plusieurs variables dont le terrorisme et le sabotage, les grèves et les manifestations, les coups d'Etat et les rébellions. Ainsi grâce à cette notation, Aon a réalisé la carte ci-dessous ce qui permet à ses clients d'être au courant des différents risques présents à travers le monde.

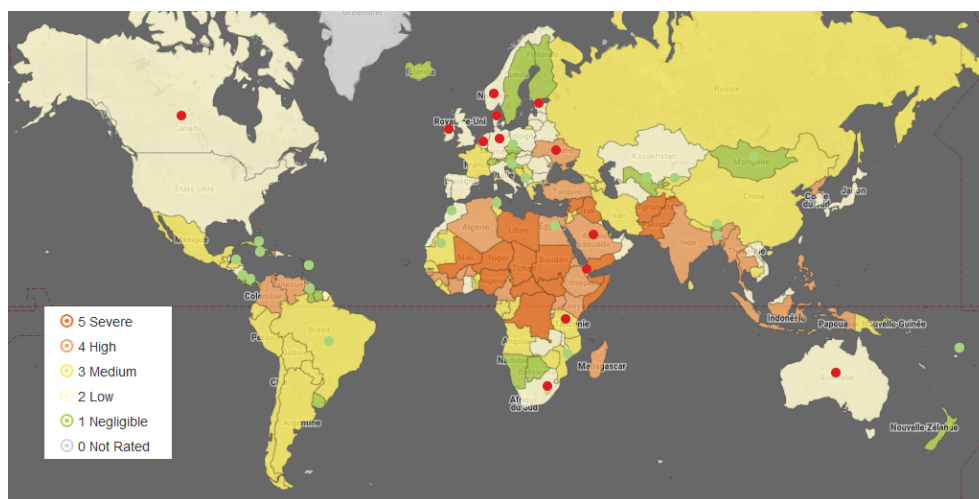


FIGURE 3.2 – Carte TPV réalisée par Aon en 2015

Là encore le manque d'informations explicites sur les méthodes de calcul ne nous a pas permis d'exploiter plus en profondeur cet indice. Nous allons cependant le comparer par la suite avec nos résultats.

## 3.3 Densité de population

### 3.3.1 Principe

Le troisième indice que nous avons trouvé basé sur la densité de population a été établi par la RAND Corporation. La RAND Corporation a étudié le risque terroriste afin de pouvoir aider le Department of Homeland Security (DHS) aux Etats-Unis. Effectivement, le DHS est responsable de la protection du pays contre le terrorisme. Ils sont en charge de la prévention et de la préparation de l'État à faire face à de telles attaques. Pour cela, ils ont mis en place un programme qui consiste à aider financièrement les différentes villes et zones rurales du pays. Leur première approche pour savoir comment répartir les fonds était de regarder la densité de population. En effet, la densité de population est corrélée avec la menace terroriste. Une attaque terroriste va avoir plus de conséquences si elle a lieu dans un endroit où la population est regroupée.

### 3.3.2 A l'échelle mondiale

Nous avons adapté cet indice aux différents pays. Nous avons d'abord trouver une base de données donnant la densité pour chaque pays. Ensuite, grâce à une échelle logarithmique nous avons

attribué une note sur dix à tous les pays (dix étant la menace maximale). Les notes sont représentées sur la carte ci-dessous. On peut vite se rendre compte que cet indice n'est pas représentatif du risque terroriste. Par exemple le Japon ou la Chine, ne sont pas inquiétés par le terrorisme alors qu'avec cet indice ils ont une note élevée du fait de leur densité de population très élevée. Cependant, l'indice reste réaliste pour des pays comme l'Irak, le Pakistan ou la Syrie représentés en rouge et réellement exposés au risque terroriste.

Initialement, cet indice était utilisé pour les villes des Etats-Unis et non pour un pays entier. L'adaptation sur plusieurs pays est peut-être une raison du manque de cohérence entre l'indice et la réalité.

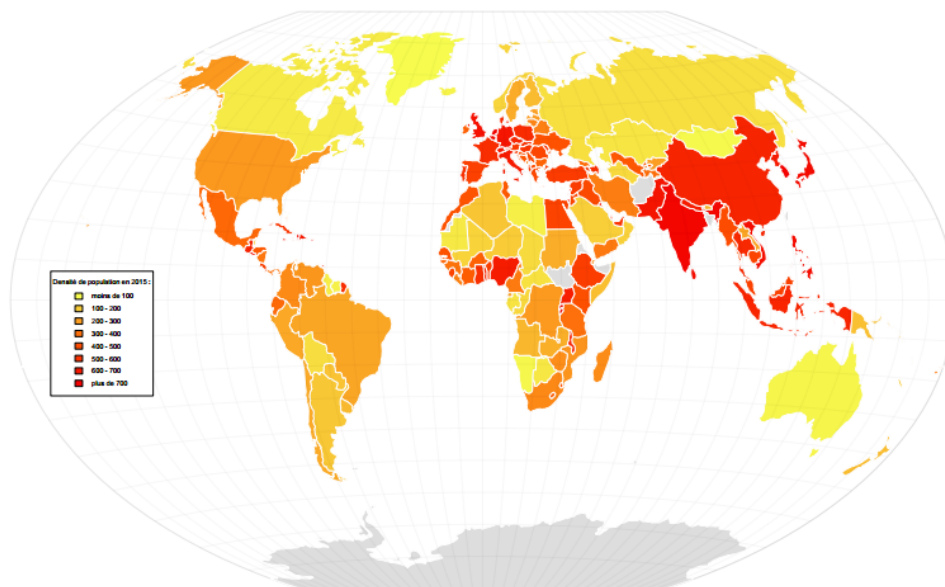


FIGURE 3.3 – Carte représentant le risque terroriste pour l'indice densité de population en 2015

### 3.3.3 Pour les villes françaises

Nous avons également appliqué cet indice sur les 36 villes françaises les plus peuplées. Une note sur 10 est attribuée en fonction de la densité de la population. Celle-ci est censée représenter la menace terroriste. Nous obtenons les résultats suivants :

Classement	Ville	Note
1	Paris	10.00
2	Boulogne Billancourt	9.89
3	Nanterre	9.49
4	Montreuil	9.43
5	Lyon	9.30
6	Villeurbanne	9.23
7	Grenoble	9.15
8	Nancy	8.95
9	Lille	8.87
10	Rouen	8.63
11	Nice	8.56
12	Bordeaux	8.54
13	Caen	8.49
14	Nantes	8.46
15	Orléans	8.41
16	Rennes	8.41
17	Reims	8.38
18	Tours	8.38
19	Montpellier	8.37
20	Le Havre	8.36
21	Toulon	8.36
22	Dijon	8.31
23	Angers	8.27
24	Marseille	8.23
25	Strasbourg	8.21
26	Toulouse	8.19
27	Clermont Ferrand	8.16
28	Brest	8.10
29	Metz	8.08
30	Le Mans	8.01
31	Amiens	8.00
32	Saint Étienne	7.78
33	Besançon	7.58
34	Limoges	7.54
35	Nîmes	6.86
36	Aix en Provence	6.69

TABLE 3.1 – Classement des villes françaises

Nous voyons ici que les résultats sont plus significatifs lorsqu'on applique l'indice à l'intérieur d'un pays. Paris se place en tête du classement, ce qui a été vérifié cette année. Cependant cet indice reste basique et ne semble pas très fiable au vu des autres résultats du tableau.

## 3.4 Global Terrorism Index (GTI)

### 3.4.1 Principe

Le Global Terrorism Index (GTI) est établi par L'Institute for Economics and Peace (IEP). L'Institute for Economics and Peace est un grand groupe international qui développe des indices afin d'évaluer et de mesurer la paix et la violence dans le monde. Dans cet objectif, depuis trois ans, il se concentre sur l'impact du terrorisme et a développé le GTI qui permet de quantifier le risque terroriste. Il s'agit d'un indice annuel pour chaque pays se présentant sous la forme d'une note allant de 0 pour les pays les moins affectés par le terrorisme, à 10 pour les pays les plus touchés.

En 2015, le GTI a été évalué dans 162 pays à partir de la plus grande base de données recensant les actes terroristes : la GTD (présentée dans le chapitre 2). Les variables utilisées pour le calcul sont les suivantes :

- Nombre total d'attaques sur l'année
- Nombre de morts (*nkill*)

- Nombre de blessés (*nwound*)
- Estimation des dommages (*propvalue*)

### 3.4.2 Méthode de calcul

Le calcul du GTI se base en partie sur des sommes pondérées.

Facteurs	Coefficients
Nombre total d'attaques sur l'année étudiée	1
Nombre total de décès dus au terrorisme pour l'année étudiée	3
Nombre total de blessés dus au terrorisme pour l'année étudiée	0.5
Coût des dommages matériels dû au terrorisme pour l'année étudiée	Entre 0 et 3 selon la sévérité

TABLE 3.2 – Pondérations

Les dommages sont pondérés plus précisément de la manière suivante :

Coefficients	Niveau du coût des dommages
0	Inconnu
1	Mineur (inférieur à 1 million de dollars)
2	Majeur (entre 1 million et 1 milliard de dollars)
3	Catastrophique (supérieur à 1 milliard de dollars)

TABLE 3.3 – Pondérations des dommages

A la fin de cette étape, chaque pays obtient donc un premier score.

La deuxième étape du calcul consiste à prendre en compte le GTI des cinq dernières années. En effet, les actes terroristes des années précédentes ont un impact non négligeable sur la menace de l'année en cours. L'IEP a donc décidé d'attribuer un poids plus important à l'année en cours mais ne néglige pas les quatre années précédentes qui ont une importance dégressive.

Année	Coefficients	Pourcentage
Année en cours	16	52%
Année précédente	8	26%
Deux années auparavant	4	13%
Trois années auparavant	2	6%
Quatre années auparavant	1	3%

TABLE 3.4 – Pondération selon l'année

A la fin de cette étape, nous obtenons un nouveau score pour chaque pays. Cependant, un tel résultat ne permet pas d'évaluer et de comparer l'impact du terrorisme sur les différents pays qui peuvent avoir des scores très éloignés. Par exemple nous obtenons une note de 0 pour Zaïre ou encore Sainte-Lucie et une note maximale de 37 069 pour l'Irak.

Ainsi pour rendre les scores plus lisibles, la dernière étape du calcul consiste à réaliser une échelle logarithmique. Celle-ci permettra d'attribuer à partir du score de chaque pays, une note de 0 à 10. Cette méthode est souvent utilisée pour rendre plus lisible des résultats très étendus.



### 3.4.3 Résultats

Chaque pays, de part la méthode expliquée précédemment est doté d'une note sur 10. Nous avons décidé de calculer le GTI de 2000 à 2015 afin de regarder l'évolution de la menace terroriste. Les cinq pays qui arrivent en tête du classement en 2015 avec la menace terroriste la plus forte sont : l'Irak, l'Afghanistan, le Nigéria, le Pakistan et la Syrie. La Table 3.5 montre l'évolution des notes pour ces pays depuis 2000. Si les quatre premiers font partie des pays où la menace terroriste est la plus forte depuis 15 ans, la situation de la Syrie est clairement différente. Ce n'est que depuis 2011 que le risque terroriste y est important, soit depuis le début de la guerre civile.

Pays	Iraq	Afghanistan	Nigeria	Pakistan	Syrie
<b>2000</b>	7,19	7,20	7,32	9,01	3,39
<b>2001</b>	6,58	7,17	6,73	8,67	2,45
<b>2002</b>	6,41	8,03	6,70	8,73	1,57
<b>2003</b>	8,64	8,93	6,78	8,39	0,00
<b>2004</b>	10,00	9,10	6,66	8,71	4,01
<b>2005</b>	10,00	8,87	6,36	8,39	3,21
<b>2006</b>	10,00	8,94	6,89	8,46	3,43
<b>2007</b>	10,00	8,95	7,12	8,57	2,76
<b>2008</b>	10,00	8,98	7,48	9,00	3,14
<b>2009</b>	10,00	9,14	7,21	9,28	2,37
<b>2010</b>	10,00	9,27	7,28	9,46	1,73
<b>2011</b>	10,00	9,08	7,76	9,65	6,11
<b>2012</b>	10,00	9,58	8,56	9,86	7,38
<b>2013</b>	10,00	9,50	8,31	9,85	7,62
<b>2014</b>	10,00	9,40	8,36	9,62	7,62
<b>2015</b>	10,00	9,49	8,45	9,43	7,98

TABLE 3.5 – Evolution du GTI pour cinq pays d'Afrique

Pour l'année 2015, nous constatons que nos résultats sont légèrement différents de ceux obtenus par l'IEP. En effet, le rapport de l'IEP a été publié en novembre 2015, leurs scores ne prennent donc pas en compte les attaques survenues entre novembre et décembre 2015. Le GTI que nous avons calculé est plus proche du GTI 2016 de l'IEP.

On peut donc penser qu'il existe un décalage d'un an dans nos calculs.

Soit  $n$  l'année de calcul,

$$GTI(n)_{théorique} = GTI(n - 1)_{empirique}$$

Ce décalage ne change en rien les comparaisons faites entre les différents pays.

Par exemple pour la France, le GTI 2015 de l'IEP est de 4.55 et celui de 2016 est 5.60. Nous remarquons que la valeur que nous avons calculé (5.52) est plus proche du GTI 2016 de l'IEP.

	Iraq	Afghanistan	Nigeria	Pakistan	Syrie
<b>2015</b>	10,00	9,23	9,21	9,06	8,11

TABLE 3.6 – Note théorique attribuée par l'IEP

Pays	France	Allemagne	Belgique	Grande Bretagne
2000	8,57	7,29	4,93	9,19
2001	8,09	7,02	4,14	9,09
2002	8,09	6,55	5,20	8,53
2003	8,13	6,06	6,16	8,19
2004	7,76	5,90	5,38	7,48
2005	7,49	5,55	4,53	7,13
2006	7,35	5,24	3,82	6,40
2007	6,83	4,78	3,64	6,40
2008	6,55	4,69	2,41	6,46
2009	6,14	4,53	2,85	6,38
2010	5,62	3,99	2,21	6,86
2011	5,28	4,67	1,55	6,91
2012	6,42	4,61	1,98	6,79
2013	5,94	3,90	1,31	6,92
2014	5,45	4,16	2,03	6,71
2015	5,52	5,58	1,39	6,74

TABLE 3.7 – Evolution du GTI en Europe

De manière générale, on constate une baisse de l'indice dans ces cinq pays d'Europe, ce qui peut paraître contraire à nos attentes. En effet en 2000, la France et la Grande Bretagne sont plus exposées au risque terroriste que l'Irak. De plus, on remarque que la Belgique est un pays considéré comme peu risqué par le GTI. Ceci peut sembler contradictoire avec les événements des deux dernières années. On peut donc s'attendre à voir une forte évolution du GTI dans les années à venir pour la Belgique.

Ces résultats sont cependant à nuancer. D'une part la menace terroriste a nettement évolué depuis le début du XXI<sup>ème</sup> siècle. Les menaces auxquelles étaient exposés les pays d'Europe, les moyens d'actions des groupes terroristes et surtout la sécurité des pays ne sont plus les mêmes aujourd'hui qu'en 2000, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 1. D'autre part, la note calculée à travers l'échelle logarithmique implique une certaine dépendance de la note d'un pays avec celles des autres pays. Il est donc compliqué de comparer l'évolution du GTI au cours des quinze dernières années d'un seul pays. Pour cela il faudrait utiliser le vrai score.

En soit, cet indice nous permet de comparer principalement les pays entre eux au cours d'une même année. Il est également intéressant de pouvoir réellement quantifier le risque, outre le classement établi, le score établi permet d'avoir une idée globale de la menace puisqu'il regroupe le nombre d'attaques, le nombres de morts et de blessés ainsi que les dommages matériels.

RANK	COUNTRY	SCORE
1	■ Iraq	10
2	■ Afghanistan	9.233
3	■ Nigeria	9.213
4	■ Pakistan	9.065
5	■ Syria	8.108
6	■ India	7.747
7	■ Yemen	7.642
8	■ Somalia	7.6
9	■ Libya	7.29
10	■ Thailand	7.279
11	■ Philippines	7.27
12	■ Ukraine	7.2
13	■ Egypt	6.813
14	■ Central African Republic	6.721
15	■ South Sudan	6.712
16	■ Sudan	6.686
17	■ Colombia	6.662
18	■ Kenya	6.66
19	■ Democratic Republic of the Congo	6.487
20	■ Cameroon	6.466
21	■ Lebanon	6.376
22	■ China	6.294
23	■ Russia	6.207
24	■ Israel	6.034
25	■ Bangladesh	5.921
26	■ Mali	5.871
27	■ Turkey	5.737
28	■ United Kingdom	5.613
29	■ Greece	4.976
30	■ Uganda	4.894
31	■ Bahrain	4.871
32	■ Nepal	4.791
33	■ Indonesia	4.755
34	■ Algeria	4.75
35	■ United States	4.613
36	■ France	4.553
37	■ Mozambique	4.386
38	■ South Africa	4.231
39	■ Iran	4.222

FIGURE 3.4 – Classement obtenu par l'IEP pour l'année 2015

## 3.5 Terrorism Risk Model (RMS)

### 3.5.1 Principe

Le dernier indice a été développé par la même organisation que celle qui a développé l'indice densité de population, la RAND Corporation. L'objectif de cet indice est exactement le même que celui basé sur la densité de population : répartir des fonds équitablement entre les différentes villes des Etats-Unis en fonction du risque terroriste.

L'idée est de développer un modèle reposant sur une analyse précise de différents scénarios, soit différents types d'attaques ou cibles. Pour cela, le risque terroriste est modélisé comme une fonction de la menace, de la vulnérabilité et des conséquences.

**La menace** d'une cible X se définit comme la probabilité que X soit attaquée par un certain type d'attaque pendant une période donnée.

$$Threat = P(Attack\ occurs)$$

**La vulnérabilité** est la probabilité que des dommages surviennent connaissant la menace.

$$Vulnerability = P(attack\ results\ in\ damage|attack\ occurs)$$

**Les conséquences** représentent l'ampleur et le type de dégâts résultant d'une attaque terroriste. Elles peuvent par exemple être représentées par les pertes humaines, financières ou des dégâts matériels liés aux infrastructures.

$$Consequence = E(damage|attack\ occurs\ and\ results\ in\ damage)$$

Dans un premier temps, le modèle RMS évalue la menace à partir de différents scénarios. Par exemple, il peut évaluer le risque qu'un stade de football dans une ville X soit attaqué par des individus armés ou par une bombe radioactive. La probabilité de survenance n'est pas la même, il est donc important d'effectuer plusieurs scénarios sur différentes zones de menaces. Ensuite, il va évaluer la vulnérabilité ou l'exposition au risque de la cible du scénario en fonction du type d'attaque. Il prend également en compte les mesures de sécurité qui pourraient déjouer l'attaque et donc rendre la cible moins vulnérable.

Les différents scénarios étudiés ont amené les chercheurs à poser 3 types de menaces : standard, sous estimée et une menace sur estimée.

Voici un exemple de calcul des probabilités de survenance en 2004 quand Al-Qaïda était l'un des groupes terroristes les plus présent.

Risques RMS de 2004	Probabilité de survenance d'une ou plusieurs attaques d'Al-Qaïda	Probabilité de survenance d'une ou plusieurs attaques chimiques, biologiques, nucléaires, radioactives d'Al-Qaïda
Menace standard	33%	10%
Sous-estimation de la menace	33%	0%
Surestimation de la menace	40%	20%

TABLE 3.8 – Probabilités de survenance

Ensuite, il faut agréger les résultats aux différentes villes américaines puisque l'objectif est de quantifier le risque terroriste dans les villes éligibles à la subvention.

Afin d'estimer le risque global de chaque région, un risque unique a été sélectionné pour chaque ville (47 villes américaines au total). C'est le risque de mortalité qui a été retenu par l'organisme de recherche.

Puis l'estimation globale du risque se calcule grâce à une fonction objectif à minimiser :

$$\sum_{i=1}^{47} \sum_{j=1}^3 I_{ij} (C_{ij} - r_i)^2$$

où :

- $r_i$  est un estimateur du risque de mortalité pour la ville  $i$
- $C_{ij}$  est un estimateur agrégé du risque  $j$  (standard, sous-estimé, surestimé) pour la ville  $i$ , calculé par le modèle RMS
- $I_{ij}$  est une indicatrice qui vaut 1 si  $C_{ij} > r_i$  (si le risque est sous-estimé), 0 sinon

### 3.5.2 Essai de modélisation

Grâce à la GTD, nous avons modélisé les probabilités de survenance des attaques sur différentes périodes qui nous ont aidé à préparer la modélisation de la survenance des attaques en France que nous allons étudier au chapitre 4. Cependant nous n'avons pas pu mettre en place le calcul de l'indice précisément car nous n'avons pas assez d'informations sur le calcul du RMS dans chaque scénario et sur l'agrégation des résultats. Nous avons donc décidé de ne pas développer plus cet indice.

## 3.6 Conclusion

Les cinq indices, qu'ils aient été étudiés en détails ou abordés succinctement donnent une tendance générale mondiale du terrorisme. Les cartes du TRI et TPV malgré une différence de 4 années semblent similaires. L'Irak, le Pakistan, l'Afghanistan sont les pays les plus touchés par le terrorisme. De manière générale, les indices confirment les faits historiques du chapitre 1 : les pays d'Afrique et du Moyen-Orient sont les plus exposés au risque terroriste. Cependant, les résultats pour les pays occidentaux semblent plus nuancés. Le TRI, le TPV et le GTI attribuent un risque moyen (soit une note autour de 5, soit une couleur jaune-orange pour les cartes) à la France mais ne semblent pas en accord sur la situation de la Grande Bretagne par exemple où le risque est faible pour le TPV et médium pour le TRI.

De manière générale, seul l'indice densité de population n'a que très peu de sens à l'échelle mondiale et ne peut donc pas être pris en compte. Les autres indices ont été développés par des organismes de recherches et ont chacun leurs avantages et inconvénients. Il est donc regrettable que nous n'ayons pas eu accès aux méthodes de calculs des indices TRI, TPV et RMS et donc ne pas avoir pu comparer véritablement les indices entre eux.

Face à cette impasse il nous a semblé judicieux d'étudier plus précisément le terrorisme en France sans se préoccuper des indices précédents.

# Chapitre 4

## Le terrorisme en France

Comme nous l'avons évoqué précédemment le risque terroriste est plus important à l'échelle mondiale. Malheureusement la France n'échappe pas à la tendance générale, elle fait même partie des pays occidentaux qui ont vu les attaques et leurs conséquences les plus fortes.

### 4.1 Quelques hypothèses sur la GTD

Avant de regarder les différentes modélisations effectuées pour la France, nous avons été amenés à faire quelques hypothèses sur la GTD. En premier lieu, de nombreuses attaques étaient liées entre elles (variable *related*). Par exemple l'attaque du 13 novembre 2015 était divisée en plusieurs attaques - Stade de France, Bataclan, terrasses des cafés et restaurants - soit plusieurs lignes dans notre base de données. Le fait de diviser la plupart du temps une attaque en plusieurs augmentait considérablement le nombre total d'attaques. Nous avons décidé de regrouper les attaques reliées en une seule attaque. Par exemple l'attaque du 13 novembre qui comptait pour 3 auparavant (3 lignes) est désormais contenue dans une seule ligne de la GTD.

Ensuite, nous avons constaté que de nombreuses attaques avaient lieu en Corse, or ces attaques où il n'y a ni blessé, mort ou dommage matériel ne sont pas celles qui intéressent la CCR. C'est pourquoi nous avons décidé de les supprimer.

Cependant, il existe toujours dans notre base de données des attaques d'autres groupes indépendantistes qui n'intéressent pas la CCR mais il nous est impossible de les supprimer sans regarder ligne à ligne quel est le groupe terroriste à l'origine de l'attaque pour savoir si nous devons garder ou non cette attaque. C'est pourquoi seules les attaques corses ont été supprimées de la base de données.

### 4.2 Les attaques depuis 1994

#### 4.2.1 Le choix de la loi de Poisson

Une première idée pour modéliser la survenance des attaques en France a été d'utiliser une loi de Poisson. En effet cette distribution discrète permet d'expliquer le comportement du nombre d'événements se produisant dans un intervalle de temps fixé (de 1994 à 2015 dans notre étude). Elle est souvent utilisée pour modéliser des événements rares ce qui est le cas des attaques terroristes même si le nombre d'attaques a considérablement augmenté ces dernières années.

Soit  $\lambda$  le nombre moyen d'occurrences de l'événement dans l'intervalle de temps défini, la probabilité qu'il existe  $k$  occurrences de l'événement se définit par :

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

$\lambda$  est le paramètre de la loi de X.

## 4.2.2 Modélisation pour la France

La Table 4.1 représente le nombre d'attaques survenues en France depuis 1994. La moyenne des attaques est de 10.77, la modélisation de la distribution de Poisson théorique sera donc faite avec  $\lambda = 10.77$ .

La Figure 4.1 est la modélisation réalisée sur Excel superposant une distribution de Poisson théorique (obtenue par 10 000 simulations) avec  $\lambda = 10.77$  et les attaques empiriques de la Table 4.1 qui sont celles recensées par la GTD.

Année	Nb attaques en France
1994	37
1995	18
1996	37
1997	17
1998	5
1999	9
2000	14
2001	10
2002	8
2003	7
2004	2
2005	2
2006	5
2007	5
2008	6
2009	4
2010	1
2011	4
2012	7
2013	7
2014	8
2015	24
moyenne	10,77

TABLE 4.1 – Nombre d'attaques en France depuis 1994

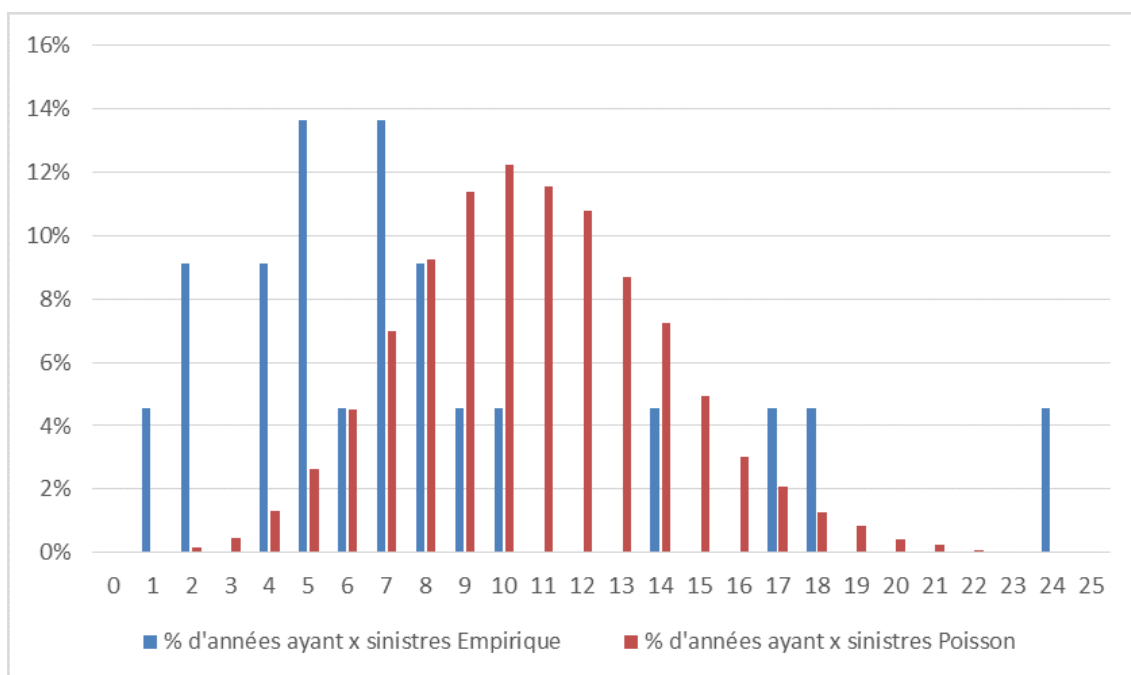


FIGURE 4.1 – Comparaison de la distribution des attaques avec une loi de Poisson

Graphiquement, nous constatons que la survenance des attaques en France ne correspond pas à la distribution de Poisson. Cette première approche est peu concluante à l'échelle nationale.

### 4.2.3 Modélisation pour l'Ile-De-France

Le modèle précédemment expliqué a été appliqué à l'Ile-De-France afin de voir si à l'échelle régionale une loi de Poisson pouvait être appliquée.

Pour ce modèle  $\lambda = 2.68$ .

Au vu de la Figure 4.2 du graphe de distribution peu concluant, cette première approche ne sera pas retenue.

année	Nb attaques en Ile de France
1994	7
1995	13
1996	10
1997	2
1998	0
1999	1
2000	1
2001	4
2002	1
2003	5
2004	1
2005	0
2006	1
2007	1
2008	0
2009	0
2010	0
2011	1
2012	2
2013	2
2014	1
2015	6
moyenne	2,68

TABLE 4.2 – Nombre d'attaques en Ile-De-France depuis 1994

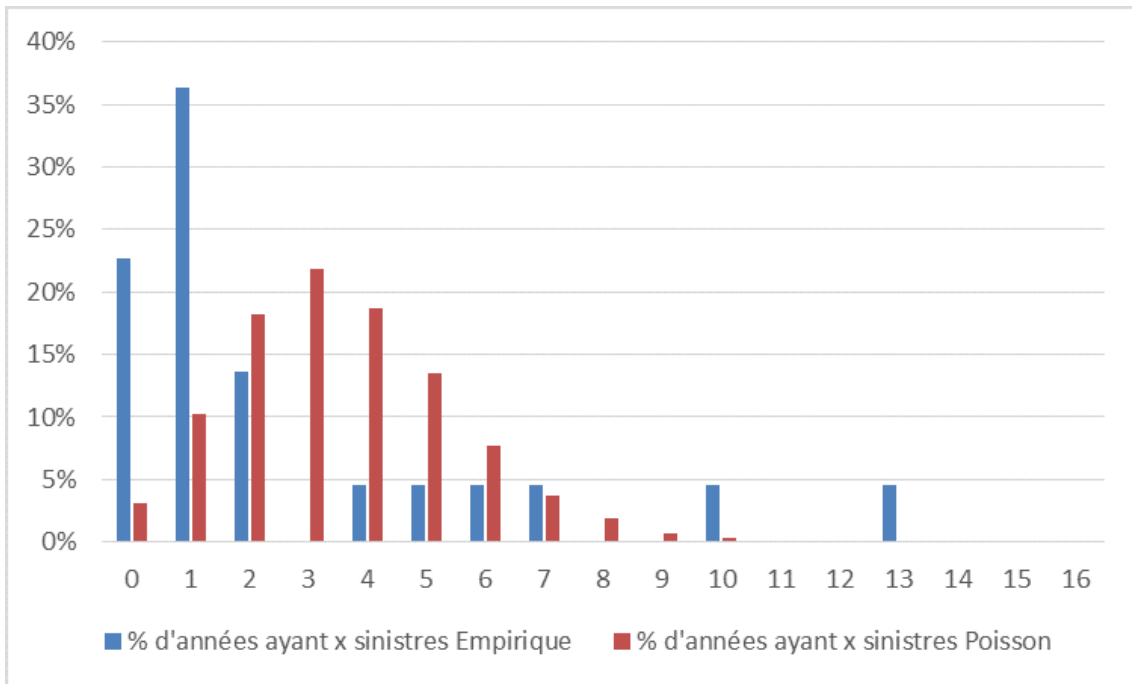


FIGURE 4.2 – Comparaison de la distribution des attaques avec une loi de Poisson

## 4.3 Modélisation à l'aide de la théorie des séries temporelles

### 4.3.1 Description des outils utilisés

#### Qu'est-ce qu'une série temporelle ?

Une série temporelle est une suite d'observations  $x_1, x_2, \dots, x_n$  indexées par le temps. On suppose que ces observations sont la réalisation d'une suite de variables aléatoires  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . On note  $X = (X_t)_{1 \leq t \leq n}$  le processus correspondant à cette suite de variables aléatoires.

On modélise une série temporelle par le modèle suivant :

$$X_t = f_t + s_t + \varepsilon_t$$

où :

- $f_t$  est la tendance de la série temporelle. Elle correspond à l'allure générale de la série temporelle, c'est-à-dire l'évolution à long terme de la série.
- $s_t$  est la saisonnalité de la série temporelle. Ce terme est non nul lorsque la série temporelle subit une variation cyclique, prévisible et dépendant de la période de l'année. La saisonnalité traduit donc une évolution qui se répète de manière régulière.
- $\varepsilon_t$  est la composante résiduelle de la série, c'est-à-dire ce qui reste lorsqu'on a enlevé la tendance et la saisonnalité.

Pour la suite de notre étude, nous introduisons deux notions en lien avec les séries temporelles.

On appelle **bruit blanc** tout processus  $W_t$  qui forme une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées.

On définit l'**autocorrélation**  $\rho_h$  d'une série temporelle  $X_t$  comme la corrélation du processus avec une version décalée de lui-même d'un pas de temps  $h$ . Ainsi, on a la formule suivante :

$$\rho_h = \frac{E[(X_i - E(X_i))(X_{i+h} - E(X_{i+h}))]}{\text{Var}(X_i)\text{Var}(X_{i+h})}$$

C'est une fonction à valeurs dans l'intervalle  $[-1, 1]$ .

L'autocorrélation d'un bruit blanc est par conséquent nulle en tout point sauf à l'origine.



## La régression linéaire multiple

La régression linéaire multiple est un outil statistique utilisé pour modéliser une variable  $Y$  en fonction de  $p$  variables explicatives  $X_i$  pour  $i = 1, \dots, p$ .

Etant donné un échantillon  $(y_i, x_{i1}, \dots, x_{ip})$ ,  $i = 1, \dots, n$  de réalisations des variables aléatoires  $(Y, X_1, \dots, X_p)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , le modèle de régression multiple s'écrit de la manière suivante :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n$$

Les hypothèses de ce modèle sont les suivantes :

- Les  $\varepsilon_i$  sont les termes d'erreur, indépendants, d'espérance nulle et de variance  $\sigma^2$
- Les paramètres inconnus  $\beta_0, \dots, \beta_p$  sont constants
- Les erreurs sont indépendantes des variables explicatives
- Dans le cas de la prédiction, les termes d'erreur  $\varepsilon_i$  sont supposés en plus suivre une loi normale  $\mathcal{N}(0, \sigma^2 I_n)$

Faire une régression linéaire revient à donner une estimation des coefficients inconnus  $\beta_0, \dots, \beta_p$  en utilisant les observations. Pour cela, on utilise une estimation par la méthode des moindres carrés. Ainsi, à partir du modèle complet présenté ci-dessus, on obtient une estimation de la variable à expliquer et des paramètres inconnus. On a alors l'équation suivante :

$$\hat{y}_i = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{i,1} + \dots + \hat{a}_p x_{i,p}$$

On définit les résidus estimés  $\hat{\varepsilon}$  comme étant la différence entre la valeur observée de  $y$  et sa valeur estimée  $\hat{y}$ . La méthode des moindres carrés consiste alors à chercher les valeurs des estimateurs qui minimisent la somme des carrés des résidus. Il faut donc résoudre le problème suivant :

$$\min_{\hat{\beta}_0, \dots, \hat{\beta}_p} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_{i,1} - \dots - \hat{\beta}_p x_{i,p})^2$$

Cela revient à trouver la valeur de chaque estimateur des paramètres  $\beta_j$  qui annule la dérivée partielle  $\frac{\partial(\sum \varepsilon_i^2)}{\partial \hat{\beta}_j}$ .

Un cas particulier de la régression linéaire multiple est la régression polynomiale. Dans le modèle de régression polynomiale, il n'y a qu'une seule variable explicative  $X$ .  $Y$  s'écrit alors comme la somme des puissances de la variable  $X$  :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \dots + \beta_p X^p$$

### 4.3.2 Présentation de la série temporelle étudiée

Nous avons ici étudié la série temporelle du nombre d'attaques terroristes par an en France, sur la période s'étendant de 1970 à 2015. Comme nous n'avions pas de données pour l'année 1993, nous avons dû attribuer une valeur à cette année en prenant la moyenne de l'année précédente et de l'année suivante.

Années	Nb attaques	Années	Nb attaques	Années	Nb attaques
1970	73	1990	9	2010	1
1971	63	1991	49	2011	4
1972	47	1992	49	2012	7
1973	51	1993	37	2013	7
1974	70	1994	18	2014	10
1975	43	1995	42	2015	33
1976	50	1996	20		
1977	19	1997	5		
1978	30	1998	12		
1979	20	1999	16		
1980	73	2000	10		
1981	63	2001	9		
1982	47	2002	8		
1983	51	2003	2		
1984	70	2004	2		
1985	43	2005	7		
1986	50	2006	5		
1987	19	2007	8		
1988	30	2008	4		
1989	20	2009	1		

TABLE 4.3 – Nombre d’attaques en France depuis 1970

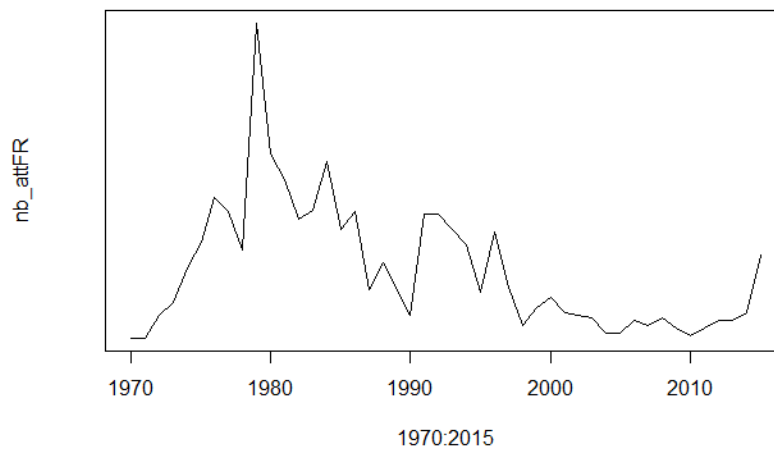


FIGURE 4.3 – Evolution du nombre d’attaques en France de 1970 à 2015

### 4.3.3 Modélisation par un polynôme de degré 3

#### Analyse de la tendance

D’après la représentation graphique du nombre d’attaques terroristes en France en fonction du temps, il semble que la série temporelle ait une tendance déterministe polynomiale. C’est pourquoi nous avons décidé de faire dans un premier temps une régression polynomiale afin de déterminer cette tendance.

Ici, nous avons réalisé une régression polynomiale de degré 3 décrivant le nombre d’attaques terroristes en France en fonction du temps. Voici le résultat de notre régression :

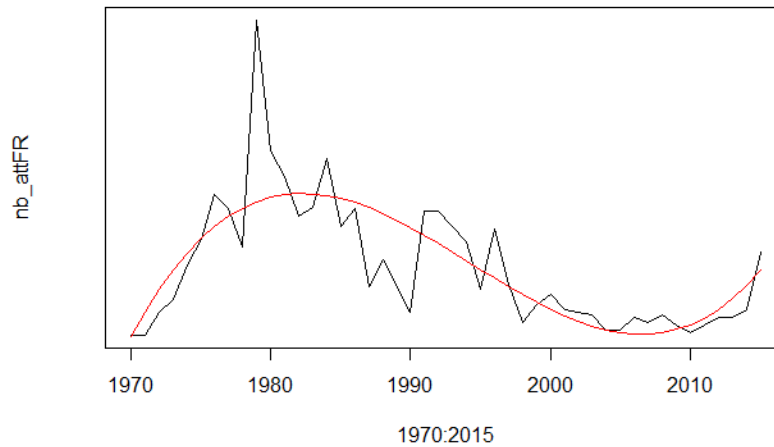


FIGURE 4.4 – Régression de degré 3

Notre série temporelle s'écrit donc :

$$X_t = \alpha + \beta t + \gamma t^2 + \delta t^3 + \varepsilon_t$$

où :

$$\begin{cases} \hat{\alpha} = -11.803168 \\ \hat{\beta} = 11.644611 \\ \hat{\gamma} = -0.595132 \\ \hat{\delta} = 0.007819 \end{cases}$$

On trouve un coefficient de détermination ajusté  $R_{ajusté}^2 = 0,58$ , ce qui signifie que 58% de la dispersion est expliquée par le modèle de régression. Notre modèle est donc cohérent.

Notons que notre série temporelle n'a pas de saisonnalité car nous n'observons pas de motif se répétant de manière régulière sur une période donnée.

### Etude la composante résiduelle

Intéressons-nous ensuite à la série temporelle formée par les résidus. Pour cela, nous traçons les autocorrélations de la composante résiduelle :

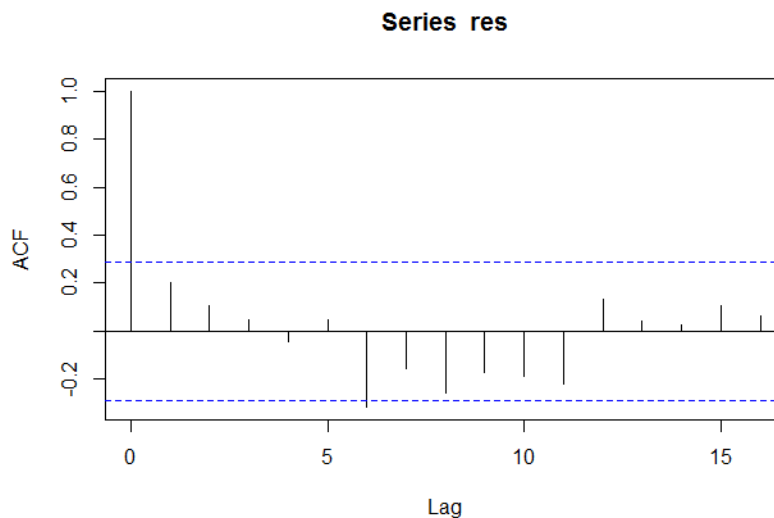


FIGURE 4.5 – Autocorrélation de la série résiduelle

On observe que les autocorrélations sont négligeables (elles sont comprises dans l'intervalle délimité par les pointillés bleus), à l'exception de l'autocorrélation en 0, qui est logiquement égale à 1. Comme nous l'avons vu au paragraphe 4.3.1, ce profil d'autocorrélations correspond à un bruit blanc. On trouve donc que les résidus sont un bruit blanc, c'est à dire que toute la partie déterministe de notre série temporelle a été entièrement prédite par notre tendance polynomiale. En d'autres termes, notre variable à expliquer (le nombre d'attaques en France de 1970 à 2015) n'est plus corrélée avec nos variables explicatives.

## Prédictions

Les valeurs que nous trouvons avec notre modèle sont assez proches des valeurs obtenues à partir de notre base de données. Par exemple, notre modèle prédit pour 2015, 25 attaques en France, pour une valeur réelle de 33 attaques terroristes. Cela nous confirme à nouveau que le modèle polynomial de degré 3 est cohérent avec la réalité. Nous avons par la suite réalisé des prédictions à partir de notre modèle pour les années 2016 et 2017. Comme attendu, le modèle prédit une augmentation du nombre d'attaques terroristes en France, avec 32 attaques prédites en 2016, et 40 en 2017.

Par la suite, dans l'optique de tester la robustesse de notre modèle, nous avons calibré un modèle polynomial de degré 3 sur le nombre d'attaques terroristes en France de 1970 à 2014 puis de 1970 à 2013. Comme on le voit dans le tableau récapitulatif de nos résultats ci-dessous, ces modèles arrivent à prédire l'augmentation du nombre d'attaques en 2014 et 2015, malgré la non prise en compte de ces années dans le modèle. De plus, les valeurs obtenues pour ces années sont proches des valeurs réelles.

	2014	2015	2016	2017
GTD	10	33	-	-
Modèle	19	25	32	40
Intervalle de confiance	[4;34]	[7;43]	[11;54]	[16;65]
Modèle sans 2015	18	24	31	39
Intervalle de confiance	[0;37]	[2;47]	[5;58]	[8;70]
Modèle sans 2014 & 2015	22	28	36	45
Intervalle de confiance	[-1;45]	[2;56]	[4;68]	[8;82]

TABLE 4.4 – Prédictions

Nous avons représenté graphiquement les prédictions de notre modèle (en rouge), ainsi que l'intervalle de confiance (en vert pour la borne inférieure et en violet pour la borne supérieure) :

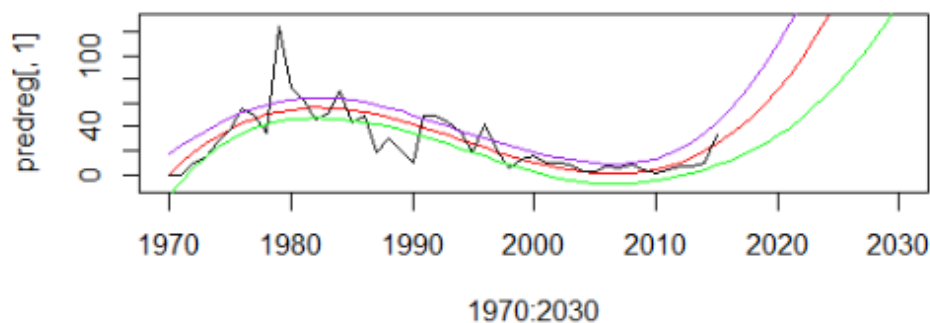


FIGURE 4.6 – Prédictions du modèle jusqu'en 2030

Pour conclure, notre modèle semble assez adapté à notre étude. En effet, on trouve un  $R_{ajusté}^2$  supérieur à 50%. De plus, les résidus de notre série temporelle sont très semblables à un bruit

blanc. Enfin, les prédictions sur les dernières années et sur les années à venir (2016 et 2017) sont concluantes. Cependant ce type de modèle polynomial de degré 3 prédit une forte augmentation du nombre d'attaques terroristes en France année après année et le modèle ne semble pas se stabiliser ou décroître. Cette tendance à la hausse ne semble pas réaliste dans un futur lointain (par exemple dans 20 ou 30 ans). En effet il est impossible d'imaginer une telle hausse du nombre d'attaques sans que le gouvernement ou la population ne réagissent, provoquant ainsi une chute des attaques pendant une période plus ou moins longue. Nous pouvons aisément imaginer que les attaques terroristes s'intensifient lorsque le climat géopolitique est tendu puis disparaissent progressivement.

En conséquence, nous avons décidé d'étudier un autre modèle moins pessimiste qui permettrait d'observer différentes phases. L'objectif étant de ne plus avoir la tendance à la hausse sans retour à une baisse des attaques.

#### 4.3.4 Modélisation par polynôme trigonométrique

##### Analyse de la tendance

Un polynôme trigonométrique  $P$  est défini comme la somme de cosinus et de sinus :

$$\forall t \in \mathbb{R}, P(t) = a_0 + \sum_{k=1}^n (a_k \cos(kwt) + b_k \sin(kwt))$$

où :

- Les coefficients  $(a_k)_{1 \leq k \leq n}$  et  $(b_k)_{1 \leq k \leq n}$  sont des constantes.
- $w$  est la pulsation avec  $w = \frac{2\pi}{T}$  où  $T$  est la période.

Pour ajuster un polynôme trigonométrique, nous allons utiliser une régression linéaire multiple, comme décrit dans la sous-section 4.3.1.

Tout d'abord, nous déterminons la période de la série temporelle étudiée. Pour cela, nous utilisons la fonction *periodogram* du package TSA. On obtient une période de 48 années.

Nous pouvons alors ajuster un polynôme trigonométrique à notre série temporelle à l'aide d'une régression linéaire. Nous avons fait le choix de nous arrêter à  $k=5$ , les variables explicatives de notre modèle sont donc les  $\cos(kwt)$  et les  $\sin(kwt)$  pour  $1 \leq k \leq 5$ .

##### Sélection de variables :

Nous cherchons à présent les variables les plus pertinentes parmi les 10 variables initiales de notre modèle. Pour cela, nous avons mis en place une méthode stepwise par minimisation de l'AIC. Le principe de cette méthode est d'inclure, à chaque étape, la variable qui améliore le plus l'AIC, et d'exclure celle qui contribue le moins au modèle.

Les variables sélectionnées par cette méthode sont :

- $\cos(kwt)$  pour  $k = 1, 2, 3$  et  $4$
- $\sin(kwt)$  pour  $k = 1, 3$  et  $4$

Notons que si nous choisissons de maximiser le  $R_{ajusté}^2$  à la place de l'AIC, nous obtenons finalement le même modèle.

Voici la représentation graphique du modèle obtenu :

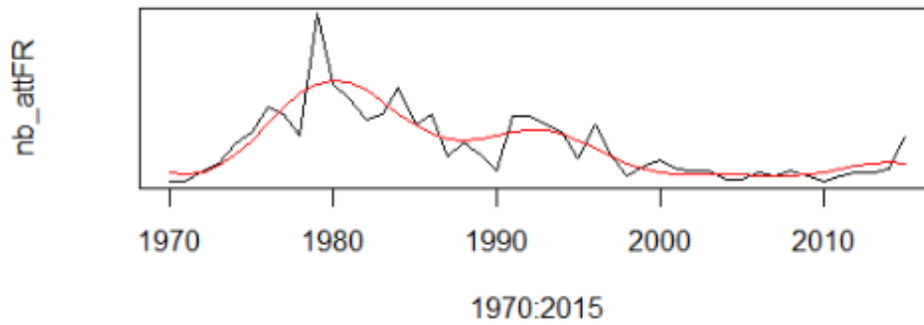


FIGURE 4.7 – Modèle obtenu par la fonction *stepwise*

La série temporelle s'écrit alors :

$$X_t = a_0 + a_1 \cos(\omega t) + a_2 \cos(2\omega t) + a_3 \cos(3\omega t) + a_4 \cos(4\omega t) + b_1 \sin(\omega t) + b_3 \sin(3\omega t) + b_4 \sin(4\omega t)$$

avec :

$$\begin{cases} \hat{a}_1 = -7.248 \\ \hat{a}_2 = -8.028 \\ \hat{a}_3 = -6.963 \\ \hat{a}_4 = 5.615 \\ \hat{b}_1 = 24.823 \\ \hat{b}_3 = -9.702 \\ \hat{b}_4 = -4.017 \end{cases}$$

Pour ce modèle, nous obtenons un  $R_{ajusté}^2 = 68,81\%$ . La modélisation de la série temporelle du nombre d'attaques terroristes en France de 1970 à 2015 par un polynôme trigonométrique améliore donc le  $R_{ajusté}^2$  par rapport au modèle polynomial d'ordre 3 du paragraphe précédent.

### Etude de la composante résiduelle

Comme pour le modèle précédent, nous étudions la composante résiduelle de la série temporelle. Pour cela, nous avons représenté les autocorrélations de la série des résidus.

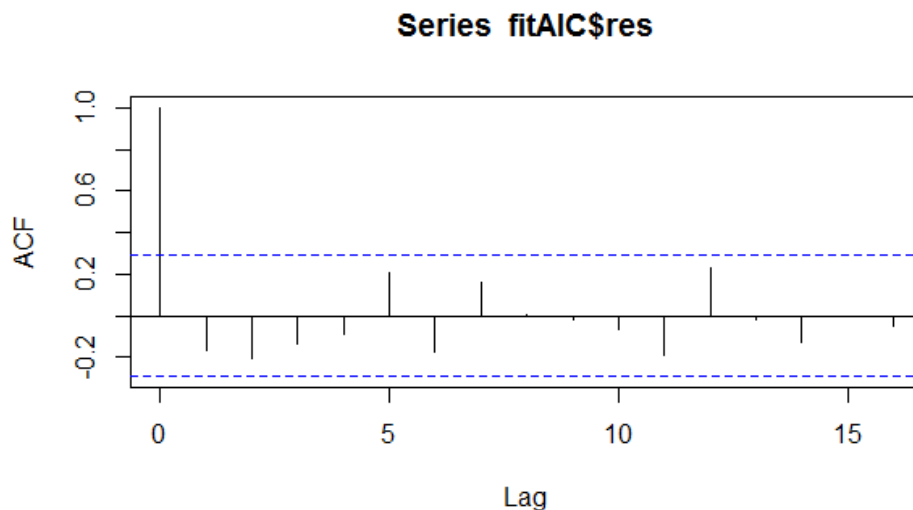


FIGURE 4.8 – Autocorrélation de la série résiduelle

Les autocorrélations sont toutes négligeables, à l'exception de la première qui est logiquement égale à 1. Comme nous l'avons vu précédemment, ce profil d'autocorrélations correspond à un bruit blanc. Donc, la tendance de la série temporelle modélisée par un polynôme trigonométrique explique toute la partie déterministe des données.

## Prédictions

Comme pour le modèle précédent, nous avons réalisé des prédictions sur le nombre d'attaques terroristes en France pour les années futures.

Tout d'abord, afin de tester la robustesse de notre second modèle, nous avons fait des prédictions pour l'année 2016 et 2017 à partir du modèle calibré sur les données s'étendant de l'année 1970 à 2015. Puis nous avons calibré un nouveau modèle, sur le même principe que le modèle précédent, mais en excluant l'année 2015 des données, puis les années 2014 et 2015. Les résultats obtenus sont répertoriés dans le tableau suivant :

	2014	2015	2016	2017
GTD	10	33	-	-
Modèle	14	12	9	7
Intervalle de confiance	[-1;29]	[-3;27]	[-5;25]	[-7;22]
Modèle sans 2015	5	4	3	2
Intervalle de confiance	[-13;15]	[-11;18]	[-13;19]	[-14;19]
Modèle sans 2014 & 2015	1	-3	-6	-7
Intervalle de confiance	[-13;15]	[-18;12]	[-22;9]	[-23;8]

TABLE 4.5 – Prédictions

Nous voyons clairement que les prédictions de ce modèle ne sont pas aussi bonnes que le modèle avec la tendance polynomiale de degré 3 que nous avons présenté dans la section précédente. En effet, les valeurs prédites par le modèle sont assez éloignées des valeurs réelles. Par exemple, pour l'année 2015, le modèle prévoit seulement 12 attaques terroristes en France, contre 33 attaques dans la réalité. Ainsi, on peut remarquer que le modèle a du mal à prédire l'augmentation du nombre d'attaques terroristes de ces dernières années. Ce phénomène s'accroît lorsque le modèle est calibré sans l'année 2015, où seulement 4 attaques sont prédites. Le modèle prévoit même un nombre d'attaques négatif quand celui-ci est calibré sans les années 2014 et 2015.

Cependant, les prédictions à long terme de ce modèle semblent être plus réalistes puisque, contrairement au modèle précédent, il ne prévoit pas une augmentation constante du nombre d'attaques en France. Selon ces prédictions, le nombre d'attaques terroristes en France connaît des augmentations puis des baisses au fil des années, avec une forte augmentation dans les années 2020.

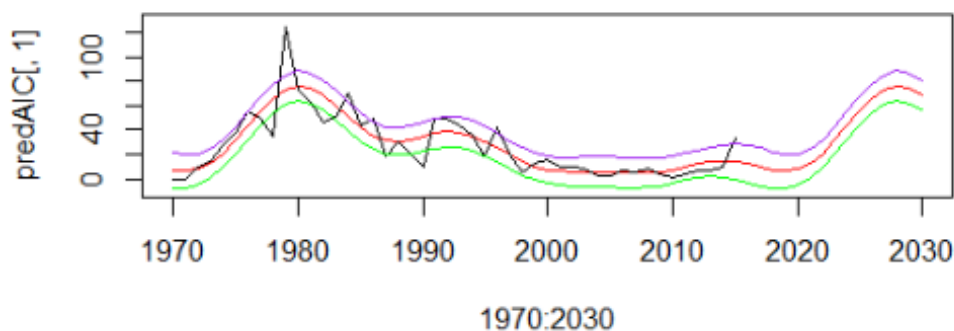


FIGURE 4.9 – Prédictions modèle trigonométrique

### 4.3.5 Conclusion de la modélisation par une série temporelle

Nous avons donc deux possibilités pour modéliser la série temporelle du nombre d'attaques en France de 1970 à 2015. La première est de modéliser la tendance par un polynôme de degré 3 que nous appellerons modèle 1. Il est décrit dans la section 4.3.3. La seconde possibilité est de modéliser la tendance de la série temporelle par un polynôme trigonométrique. Ce modèle, appelé modèle 2,

est détaillé dans la section 4.3.4.

Le modèle 1 et le modèle 2 ont tous les deux comme série résiduelle un bruit blanc. Donc quelque soit le modèle choisi, la tendance de ce modèle explique toute la partie déterministe de la série temporelle du nombre d'attaques terroristes en France.

Si on s'intéresse au coefficient de détermination ajusté des deux modèles, on remarque que celui du modèle 2 est supérieur au  $R^2_{ajusté}$  du modèle 1. Donc le modèle 2 explique une plus grande proportion de nos données. De plus, si l'on regarde l'AIC, celui du modèle 2 est plus faible que celui du modèle 1 (251,8 contre 261,1). Donc, si l'on se réfère uniquement à ces deux critères d'évaluation, on peut conclure que le modèle 2 est plus en adéquation avec nos données que le modèle 1.

Cependant, on a montré, à travers l'ajustement des deux modèles sur nos données amputées de l'année 2015 puis des années 2014 et 2015, que le modèle 1 est plus robuste que le modèle 2 puisqu'il arrive à prédire tout de même l'augmentation du nombre d'attaques terroristes en France ces dernières années.

Notons finalement que, sur le long terme, le modèle 2 donne des prédictions plus réalistes que le modèle 1.



## Chapitre 5

# Ouverture sur le coût des victimes du terrorisme en France

Comme nous l'avons dit précédemment, le Fonds de Garantie des victimes des actes de Terrorisme et d'autres Infractions (FGTI) indemnise les dommages corporels dus au terrorisme. Par exemple, il répare les préjudices que peuvent causer la perte d'une activité professionnelle, d'une situation de handicap ou encore la perte d'un membre de sa famille ce qui entraînerait "un manque à gagner". Du fait du manque de données sur les coûts matériels dans la GTD, nous allons essayer de déterminer le coût des dommages corporels dû au terrorisme.

### 5.1 Estimation du coût

En effectuant des recherches, nous avons trouvé des informations concernant les coûts des dommages corporels à l'échelle mondiale pour l'année 2014. Nous avons donc essayé de combiner ces informations avec la GTD pour en tirer des conclusions concernant la France. Le coût mondial en 2014 pour les blessés était de 918 millions de dollars. Nous avons calculé un coût moyen pour chaque blessé en regardant le nombre de blessés dans le monde en 2014 sur la GTD. Nous avons réalisé la même opération pour savoir combien coûte un décès d'acte terroriste. Nous obtenons un coût moyen de 22 285 dollars pour un blessé et 1 170 021 dollars pour un décès.

### 5.2 Estimation des victimes

Grâce à la GTD nous connaissons le nombre de victimes en 2014 et 2015. Par contre elle ne recense pas les attentats de 2016. Suite à quelques recherches, nous avons trouvé que l'année 2016 a été marquée par les attentats de Nice qui entraînent la lourde conséquence de 86 morts et 434 blessés. On compte également les deux policiers qui ont été assassinés à Magnanville ainsi que le prêtre à Saint-Etienne du Rouvray soit un total de 89 victimes décédées du terrorisme en France.

Ayant approximé un coût moyen pour l'année 2014, nous pouvons multiplier ce coût par le nombre de blessés et morts en 2014 et 2015 recensés dans la GTD et ainsi avoir un ordre de grandeur du coût des dommages corporels en France. Pour l'année 2016, nous prendrons les valeurs trouvées lors de nos recherches.

Année	Coût dû aux blessés	Coût dû aux morts	Coût total
2014 (ave GTD)	$22\,285 \times 15 = 334\,275$	$1\,170\,021 \times 1 = 1\,170\,021$	1 504 296 dollars
2015 (avec GTD)	$22\,285 \times 159 = 3\,543\,315$	$1\,170\,021 \times 161 = 188\,373\,381$	188 916 696 dollars
2016 (avec les recherches)	$22\,285 \times 434 = 9\,671\,690$	$1\,170\,021 \times 89 = 104\,131\,869$	104 803 559 dollars

TABLE 5.1 – Tableau du coût approximé en France par année

## 5.3 Prédictions

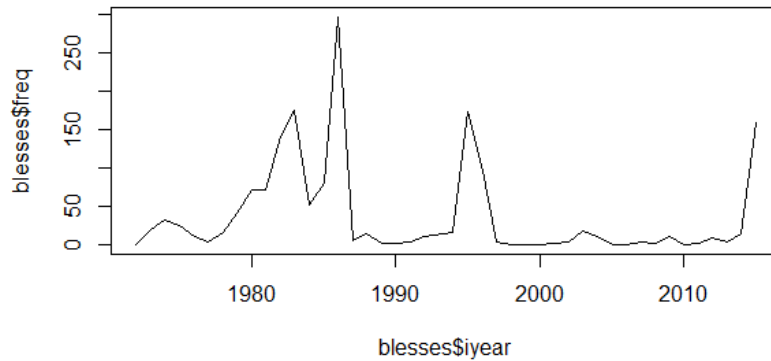


FIGURE 5.1 – Evolution du nombre de blessés en France de 1970 à 2015

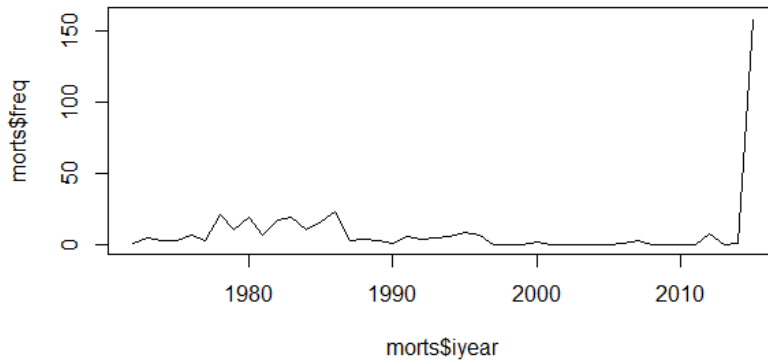


FIGURE 5.2 – Evolution du nombre de morts en France de 1970 à 2015

Comme on le voit à l'aide de ces graphiques, il y a une importante augmentation du nombre de décès en 2015 alors qu'auparavant les valeurs étaient proches de 0. Il est donc très compliqué d'adapter un modèle à ces deux séries comme nous l'avons fait précédemment sur le nombre d'attaques. La prédiction n'est pas réalisable. Au vu du contexte actuel relatif au terrorisme, nous pouvons penser que le nombre de victimes et ainsi le coût resteront plus proche des valeurs de ces deux dernières années que des valeurs avant 2014.

## 5.4 Conclusion

Comme le souligne le FGTI, il est très difficile d'estimer les coûts que les attentats vont engendrer sur les victimes. Chaque cas est unique et se traite un par un. Il est par ailleurs très compliqué de donner une valeur financière à une vie humaine. Il existe deux types de préjudices indemnisés : "l'affection" et "l'économique". Le montant de remboursement ne sera donc pas le même selon l'âge, l'activité, les perspectives d'avenir de la victime. Pour les blessés, le montant réel versé n'est connu généralement que plusieurs années après l'attentat.

De plus, lors de notre estimation du coût, nous avons pris une valeur concernant le terrorisme dans le monde. La moyenne du coût pour un mort ou un blessé est donc jugée la même quelque soit le pays. Or, tous les critères qui seront pris en compte pour évaluer la prestation financière à verser aux familles ou aux blessés vont être très différents selon le niveau de vie des pays. Une vie humaine n'a pas la même "valeur" économique.

# Conclusion

L'objectif de ce bureau d'étude était d'étudier les risques liés au terrorisme en recherchant différents indices et en testant leur capacité prédictive. Grâce à la GTD et à l'IEP nous avons pu atteindre en partie notre objectif en modélisant le GTI. Cependant, le manque d'informations sur les coûts des dommages dans la base de données a réorienté notre objectif initial. Nous avons décidé de nous concentrer sur la modélisation des attaques en France. Nous avons pu réaliser trois modèles. Le premier, peu pertinent utilise la distribution de Poisson. Les deux autres modèles ont été construits en considérant les attaques comme une série temporelle. Le second modèle est une régression polynomiale de degré 3 qui permet d'expliquer en partie notre série temporelle, mais qui sur le long terme implique un scénario trop pessimiste. Enfin le dernier modèle est une régression trigonométrique qui est moins pertinente si l'on regarde les dernières années mais dont les prédictions à long terme sont moins pessimistes. Etudier les attaques à partir des séries temporelles nous a été bénéfique car nous ne les avons pas encore étudiées en Master 1. Ainsi, à partir d'une situation concrète, nous avons mis en place un modèle plus complet que ceux auxquels nous pensions en premier lieu.

Ensuite, ce bureau d'étude aura été très enrichissant au vu du contexte actuel. En effet, la France depuis 2015 ne cesse d'être confrontée au terrorisme. Il semblerait que ces deux dernières années marquent un tournant dans la perception du terrorisme en France que ce soit pour les assureurs, réassureurs ou pour les particuliers. Les attaques font plus de blessés et de morts qu'auparavant et surtout elles visent désormais l'ensemble de la population et plus seulement un corps de métiers, une entité ou un gouvernement. De plus, en Europe et surtout en France, les attaques sont aujourd'hui souvent le fruit d'un groupe terroriste précis : Daesh. Or, cette organisation est née il y a peu (2013) et il est difficile de se fier à un historique pour prédire le nombre d'attaques futures.

De plus, les attaques de 2016 n'étaient pas recensées dans la base de données car elles ne seront publiées qu'en juin 2017. Bien qu'elles auraient apporté un vrai plus pour nos modélisations, nous avons tout de même pu avoir accès à certaines informations sur les attaques en France en 2016 (nombre d'attaques, de blessés et de morts).

Enfin, l'année 2017 semble suivre la tendance des deux dernières années. Depuis le début de l'année, plus de 38 attaques dans le monde ont été revendiquées par Daesh. La dernière attaque en France date du 20 avril 2017 où un policier est abattu sur les Champs-Élysées. La protection des civils et la lutte contre le terrorisme islamiste est aujourd'hui au coeur de tous les débats à l'échelle internationale et les prochaines années seront décisives.

# Annexe A

## Légendes

Numéro	Attaques associées
1	Assassination
2	Armed Assault
3	Bombing/Explosion
4	Hijacking
5	Hostage taking (barricade incident)
6	Hostage taking (kidnapping)
7	Infrastructure attack
8	Unarmed assault
9	Unknow

TABLE A.1 – Les différents types d’attaques

Numéro	Légende
1	Business
2	Government
3	Police
4	Military
5	Abortion related
6	Airports/Aircraft
7	Government (diplomatic)
8	Educational institution
9	Food/Water supply
10	Journalists/Medias
11	Maritime
12	NGO
13	Other
14	Private citizens/Property
15	Religious
16	Telecommunication
17	Terrorists
18	Tourists
19	Transportation
20	Unkown
21	Utilities
22	Violent political parties

TABLE A.2 – Les différents domaines visés par les attaques

# Annexe B

## Codes R

---

```
1 ##### CHAPITRE 2 : ETUDE DE LA BASE DE DONNEES GTD #####
2
3 ### Les differentes bases de donnees que l'on a construites ###
4
5 ## GTD mondiale ##
6 X=read.csv("~/EURIA_MI/BE/GTD/GTD_global.csv", sep=";", header=TRUE, dec=",")
7
8 # Selection des variables utiles a notre etude
9 GTD=subset(X, select = c(iyear, imounth, iday, country, region, provstate, city,
10                          crit1, success, attacktype1, targettype1, gname, weaptype1,
11                          weapsubtype1, nkill, nwound, property, propextent, propvalue,
12                          related))
13
14 # Remplacement des valeurs manquantes pour les couts materiels par des 0
15 GTD$propextent[is.na(GTD$propextent)]=0
16
17 ## GTD pour le France ##
18
19 # Avec attaques correlees :
20 GTDFR = GTD[GTD$country=="69,]
21 GTDFR=GTDFR[GTDFR$provstate !=" Corsica ",]
22 GTDcorse=GTDFR[GTDFR$provstate==" Corsica ",]
23 GTDparis=GTDFR[GTDFR$provstate==" Ile -de-France " ,]
24
25 ##### Analyse des variables #####
26
27 mois=pie(table(factor((GTD$imounth), levels=1:12)), col=gray(seq(0, 1, length = 12)),
28            labels=c("Janv", "Fev", "Mars", "Avril", "Mai", "Juin", "Juil", "Aout", "Sept",
29                    "Oct", "Nov", "Dec"))
30 jour=barplot(table(factor((GTD$iday), levels=1:31)))
31
32 x=table(factor((GTD$crit1), levels=0:1))
33 piepercent<- round(100*x/sum(x), 1)
34 pie(x, labels=piepercent, col=gray(seq(0.1, 0.9, length=2)))
35 pie(table(factor((GTD$success), levels=0:1)), col=gray(seq(0.1, 0.9, length=2)))
36 pie(table(factor((GTD$attacktype1), levels=1:9)), col=gray(seq(0.6, 1, length=9)))
37 barplot(table(factor((GTD$targettype1), levels=1:22)), cex.names = 1)
38 barplot(table(factor((GTD$attacktype1), levels=1:9)), cex.names = 1)
39 hist(GTD$ntkill, breaks=50, xlim=c(0, 500))
40 x=table(GTD$property)
41 pie(x, col = gray(seq(0.6, 1, length=3)) )
42 x=table(GTD$propextent)
43 pie(x, col = gray(seq(0.65, 1, length=3)) )
44
45 ##### Quelques statistiques elementaires #####
46
47 # Nombre d'attaques dans le monde entre 1994 et 2015
48 nb_att=table(factor(GTD$iyear, levels=1994:2015))
49 plot(1994:2015, nb_att, type='l')
50
51 barplot(nb_att, cex.names=0.9)
52
53 # Nombre d'attaques en France entre 1994 et 2015
54 nb_att=table(factor(GTDsanscorse_sansdoublons$iyear, levels=1994:2015))
55 plot(1994:2015, nb_att, type='l')
56
57 barplot(nb_att, cex.names=0.9)
```

```

58
59 # Nombre d'attaques par zone géographique
60 nb_att_region=table(factor(GTD$region, levels=1:12))
61 names(nb_att_region)[1]="North_America"
62 names(nb_att_region)[2]="Central_America"
63 names(nb_att_region)[3]="South_America"
64 names(nb_att_region)[4]="East_Asia"
65 names(nb_att_region)[5]="Southeast_Asia"
66 names(nb_att_region)[6]="South_Asia"
67 names(nb_att_region)[7]="Central_Asia"
68 names(nb_att_region)[8]="Weastern_Europe"
69 names(nb_att_region)[9]="Eastern_Europe"
70 names(nb_att_region)[10]="Middle_East/North_Africa"
71 names(nb_att_region)[11]="Sub-Saharan"
72 names(nb_att_region)[12]="Australasia/Oceania"
73 barplot(nb_att_region, cex.names = 0.55)
74
75
76 #Nombre de victimes depuis 1994
77 nb_mortstot= sum(GTD$nkill)
78 nb_mortstot
79
80 # Nombre de morts par annee
81 nb_morts=NULL
82 for (i in 1:22){
83   nb_morts[i]=sum(GTD$nkill[which(GTD$year==i+1993)])
84 }
85 names(nb_morts)=paste(1994:2015)
86 nb_morts
87 hist(nb_morts, breaks=100)
88
89 # Nombre de blesses par annee
90 nb_blesses=NULL
91 for (i in 1:22){
92   nb_blesses[i]=sum(GTD$nwound[which(GTD$year==i+1993)])
93 }
94 names(nb_blesses)=paste(1994:2015)
95
96 ## GRAPHIQUES ##
97
98 # Diagramme en barre succes/echec d'une attaque
99
100 library(plyr) #package qui contient la fonction count
101 total <- table(GTD$year) #compte le nombre d'attaques par an
102 success <- count(GTD, "year", "success") #compte le nombre de succes par an
103
104 # On trace le diagramme
105 barplot(total, col='red', xlab="annees", ylab="nombre d'attaques",
106         main="Nombre de succes ou d'echecs de 1994 a 2015")
107 barplot(success$freq, add=TRUE, col='navy')
108 legend("topleft", legend=c("Succes", "Echec"),
109       col=c("navy", "red"), fill=c("navy", "red"), cex=1, bty="n")
110
111
112 # Evolution du nombre de morts/blesses/attaques dans le monde
113 total <- count(GTD, "year")
114 blesses <- count(GTD, "year", "nwound")
115 morts <- count(GTD, "year", "nkill")
116
117 #On trace le graphique
118 plot(blesses, col='blue', type='l', ylim=c(0,45000), xlab="annees",
119      main="Evolution des attaques terroristes et de leurs vicitmes 1970 a 2015")
120 lines(morts, col='red')
121 lines(total)
122 legend("topleft", legend=c("Nombre d'attaques", "Nombre de morts", "Nombre de blesses"),
123       col=c("black", "red", "blue"), lty=1, cex=0.8, bty="n")
124
125
126 ## Statistiques elementaires pour la France ##
127
128 # Blessées et morts en France dus au terrorisme
129 nb_mortsFR=NULL
130 for (i in 1:22){
131   nb_mortsFR[i]=sum(GTDFR$nkill[which(GTDFR$year==i+1993)])
132 }
133 names(nb_mortsFR)=paste(1994:2015)

```

```

134
135 nb_blessesFR=NULL
136 for (i in 1:22){
137   nb_blessesFR[i]=sum(GTDFR$nwound[which(GTDFR$iyear==i+1993)])
138 }
139 names(nb_blessesFR)=paste(1994:2015)
140
141 # Nombre d'attaques terroristes
142 nb_att_FR_annee=table(factor(GTDFR$iyear, levels=1994:2015))
143 # Sans Corse et doublons
144 nb_attFR_sansdoublons=table(factor(GTDSanscorse_sansdoublons$iyear, levels=1994:2015))
145
146 # Evolution du nombre d'attaques, de morts et de blesses en France de 1994 a 2015
147 plot(1994:2015, nb_blessesFR, type='l', col='red')
148 lines(1994:2015, nb_mortsFR, col='blue')
149 lines(1994:2015, nb_att_FR_annee, col='black')
150
151 # Histogramme des succes/echecs des attaques terroristes en France
152 total <- table(GTDFR$iyear)
153 success <- count(GTDFR, "iyear", "success")
154 barplot(total, col='red', xlab="annees", ylab="nombre d'attaques",
155         main="Nombre de succes ou d'echecs de 1994 a 2015")
156 barplot(success$freq, add=TRUE, col='navy')
157 legend("topright", legend=c("Succes", "Echec"),
158       col=c("navy", "red"), fill=c("navy", "red"), cex=1, bty="n")
159
160 ## Etude du type d'armes utilisees ##
161
162 # Importation et traitement de la base de donnees
163 GTDFR=GTDFR[GTDFR$provstate != "Corsica",]
164
165 # Calcul de la frequence de chaque type d'arme
166 weapon=table(factor(GTDFR$weaptype1))
167 freqweap= weapon*100/sum(weapon)
168 weaponsub=table(factor(France$weapsubtype1)) # detail sur arme
169
170 ### Trace de la carte des attaques terroristes mondiales de 1993 a 2015 ###
171
172 # Importation des packages necessaires
173 library(leaflet)
174 library(dplyr)
175
176 # Importation des donnees
177 GTD1=GTD[GTD$iyear >=1994,]
178 GTD1= subset(GTD1, select=c("iyear", "city", "country_txt", "latitude", "longitude"))
179
180 # On remplace les cellules non renseignes par desNA
181 GTD1[GTD1==""] <- NA
182 GTD1 = na.omit(GTD1)
183
184
185 # Chargement du fond de carte
186 mymap <-
187   leaflet() %>%
188     addTiles('http://{s}.basemaps.cartocdn.com/dark_all/{z}/{x}/{y}.png',
189             attribution='Map tiles by Stamen Design,
190             CC BY 3.0 &mdash;
191             Map data &copy; OpenStreetMap') %>%
192     setView(15, 40, zoom= 2)
193
194 # On place les attaques
195 mymap %>% addCircles (data=GTD1, lat= ~latitude, radius =1, lng = ~longitude,
196                    color="#8B1A1A", stroke = TRUE, fillOpacity = 0.6)
197
198
199 ### Trace de la carte de la repartition des attaques par zone geographique ###
200
201 # Importation des packages necessaires
202 library('rgdal')
203 library('plotrix')
204 library('classInt') s
205
206 # Lecture des fichiers relatifs au fond de carte
207 pays <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
208               layer="ne_110m_admin_0_countries")
209 grille <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",

```

```

210         layer="ne_110m_graticules_10")
211 boite <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
212                 layer="ne_110m_wgs84_bounding_box")
213
214 # Projection en Winkel Tripel
215 pays <- spTransform(pays,CRS("+proj=wintri"))
216 boite <- spTransform(boite, CRS("+proj=wintri"))
217 grille <- spTransform(grille, CRS("+proj=wintri"))
218
219 # Trace du fond de carte
220 pdf('monde.pdf',width=10,height=6)
221 par(mar=c(0,0,0,0))
222
223 plot(boite, col="white", border="grey90",lwd=1)
224 plot(pays, col="#E6E6E6", border="#AAAAAA",lwd=1, add=TRUE)
225 plot(grille,col="#CCCCCC33",lwd=1, add=TRUE)
226
227 dev.off()
228
229 # Lecture des donnees et jointure avec les pays
230 att_reg <- read.csv("~/EURIA_MI/BE/attaques_regions.csv", sep=";")
231 pays <- merge(pays, att_reg, by.x="subregion", by.y="region")
232 # Conversion du nombre d'attaque en valeur numerique
233 pays$att_reg <- as.numeric(levels(pays$attaque))[pays$attaque]
234
235 # Creation de l'echelle de couleurs
236 col <- findColours(classIntervals(pays$attaque, 100, style="pretty"),
237                  smoothColors("#FBFDD3",2,"#F6FB4E",2,"#ff5900",2,"#F30000"))
238
239 # Code couleur (gris) pour les donnees manquantes
240 col[is.na(pays$attaque)] <- "#DDDDDD"
241
242 # Legende
243 leg <- findColours(classIntervals(round(pays$attaque,3),5, style="pretty"),
244                  smoothColors("#FBFDD3",2,"#F6FB4E",2,"#ff5900",2,"#f30000"),
245                  under="moins_de", over="plus_de", between="-", cutlabels=FALSE)
246
247 # Trace de la carte du nombre d'attaques par region
248 cairo_pdf('attaquesregions.pdf',width=20,height=10)
249 par(mar=c(0,0,0,0),family="Myriad_Pro",ps=8)
250
251 plot(boite, col="white", border="grey90",lwd=1)
252 plot(pays, col=col, border=col,lwd=.8, add=TRUE)
253 plot(grille,col="#00000009",lwd=1, add=TRUE)
254
255 legend(-17000000,1000000,fill=attr(leg, "palette"),
256        legend=gsub("\\.", "", names(attr(leg, "table"))),
257        title = "Nombre d'attaques terroristes de 1994 a 2015:")
258 dev.off()
259
260
261 ##### CHAPITRE 3 : LES DIFFERENTS INDICES #####
262
263 ## Densite de population par pays ##
264
265 # Importation et mise en forme de la base de donnees contenant les densites de population par pays
266 pays=read.csv("~/EURIA_MI/BE/densite_pays.csv", sep=";",dec=',')
267 pays=subset(pays, select=c(Country_Name,Country_Nb,X2015))
268 pays=pays[-which(pays$X2015==""),]
269 pays$X2015=as.numeric(pays$X2015)
270
271 # Calcul de la note attribuee a chaque pays a l'aide d'une echelle logarithmique
272 A=pays$Country_Name
273 rang= order(pays$X2015,decreasing=TRUE)
274 classement= pays$Country_Name[rang]
275 min=min(pays$X2015)
276 max=max(pays$X2015)
277 root=10
278 range=(max-min)
279 echelle=range^(1/root)
280 r=echelle
281 y=1:10
282 x=c(0,r^y)
283 y=seq(0,10,by=1)
284 X1=c(0,log(x[-1]))
285 fit=lm(y~X1)

```



```

286 b=fit$coefficients[1]
287 a=fit$coefficients[2]
288 note_densite=a*log(pays$X2015)+b
289 A=cbind(A,note_densite)
290 colnames(A)=c('pays',2015)
291
292 ## Densite de population pour les villes francaises ##
293
294 # Importation de la base de donnees contenant les densite de population des villes francaises
295 X= read.csv2("G:/BE/villes-FR.csv")
296
297 # Classement des villes par densite de population
298 rang= order(X$Densite..au.km2.,decreasing=TRUE)
299 rang
300 classement= X$Ville[rang]
301 classement
302
303 # Creation de l'echelle logarithmique
304 min=min(X$Densite..au.km2.)
305 max=max(X$Densite..au.km2.)
306 root=10
307 range=(max-min)
308 echelle=range^(1/root)
309
310 # Conversion en note /10
311 r=echelle
312 y=1:10
313 x=c(0,r^y)
314 y=seq(0,10,by=1)
315 plot(log(x),y,type='l')
316 X1=c(0,log(x[-1]))
317 fit=lm(y~X1)
318 b=fit$coefficients[1]
319 a=fit$coefficients[2]
320 note_densite=a*log(X$Densite..au.km2.)+b
321 note_densite
322 rg= sort(note_densite,decreasing=TRUE)
323
324
325 # Creation d'un fichier csv contenant les notes pour chaque ville
326 write.csv(data.frame(classement,rg),file="classement.csv")
327
328
329 ## Trace de la carte densite de population ##
330
331 # Importation des packages necessaires
332 library('rgdal')
333 library('plotrix')
334 library('classInt')
335
336 # Lecture des fichiers relatifs au fond de carte
337 pays <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
338 layer="ne_110m_admin_0_countries")
339 grille <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
340 layer="ne_110m_graticules_10")
341 boite <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
342 layer="ne_110m_wgs84_bounding_box")
343
344 # Projection en Winkel Tripel
345 pays <- spTransform(pays,CRS("+proj=wintri"))
346 boite <- spTransform(boite, CRS("+proj=wintri"))
347 grille <- spTransform(grille, CRS("+proj=wintri"))
348
349 # Trace du fond de carte
350 pdf('monde.pdf',width=10,height=6)
351 par(mar=c(0,0,0,0))
352
353 plot(boite,col="white",border="grey90",lwd=1)
354 plot(pays,col="#E6E6E6",border="#AAAAAA",lwd=1,add=TRUE)
355 plot(grille,col="#CCCCCC33",lwd=1,add=TRUE)
356
357 dev.off()
358
359 # Lecture des donnees et jointure avec les pays
360 density_pays <- read.csv("~/EURIA_MI/BE/densite_pays.csv",header=TRUE,sep=";")
361 density <- data.frame(pays=density_pays$Country_Name,code=density_pays$Code,X2015=density_pays$X2015)

```

```

362 pays <- pays <- merge(pays, density, by.x="iso_a3", by.y="code")
363 # Conversion de la densite 2015 en valeur numerique
364 pays$density <- as.numeric(levels(pays$X2015))[pays$X2015]
365
366 # Creation de l'echelle de couleurs
367 col <- findColours(classIntervals(pays$X2015, 1000, style="pretty"),
368                   smoothColors("#F6FB4E",2,"#ff5900",2,"#F30000"))
369
370 # Code couleur (gris) pour les donnees manquantes
371 col[is.na(pays$X2015)] <- "#DDDDDD"
372
373 # Legende
374 leg <- findColours(classIntervals(round(pays$X2015,3),6, style="pretty"),
375                   smoothColors("#F6FB4E",2,"#ff5900",2,"#f30000"),
376                   under="moins_de", over="plus_de", between="-", cutlabels=FALSE)
377
378 # Trace de la carte densite de population en 2015
379 cairo_pdf('density2015.pdf',width=20,height=10)
380 par(mar=c(0,0,0,0),family="Myriad_Pro",ps=8)
381
382 plot(boite, col="white", border="grey90",lwd=1)
383 plot(pays, col=col, border="white",lwd=.8, add=TRUE)
384 plot(grille,col="#00000009",lwd=1, add=TRUE)
385
386 legend(-15000000,1000000,fill=attr(leg, "palette"),
387        legend=gsub("\\.", "", names(attr(leg, "table"))),
388        title = "Densite_de_population_en_2015", cex=1.5)
389 dev.off()
390
391
392 ## Calcul du GTI ##
393
394 # On se restreint a la periode 1993 -> 2015
395 GID=X1[X1$year > 1993,]
396
397
398 # La fonction GTI_aux renvoie la moyenne ponderee necessaire au calcul du GTI
399 #pour une annee donnee et pour un pays donne
400 GTI_aux=function(pays,an){
401   #pays : numero du pays etudie
402   #an : annee de calcul du GTI
403   nb_att=sum(GID$country[GID$year==an]==pays)
404   nb_blesses=sum(GID$nwound[GID$country[GID$year==an]==pays])
405   minor=sum(GID$propextent[GID$country[GID$year==an]==pays]==3)
406   major=sum(GID$propextent[GID$country[GID$year==an]==pays]==2)
407   catastrophie=sum(GID$propextent[GID$country[GID$year==an]==pays]==1)
408   cout=(3*catastrophie+2*major+1*minor)/6
409   GTI=(1*nb_att+3*nb_morts+0.5*nb_blesses+cout)/5.5
410   return(GTI)
411 }
412
413 # La fonction GTI renvoie le score GTI prenant en compte les annees precedentes
414 #pour une annee donnee et pour un pays donne
415 GTI=function(pays,an){
416   #pays : numero du pays etudie
417   #an : annee de calcul du GT
418   GTI=16*GTI_aux(pays,an)+8*GTI_aux(pays,an-1)+4*GTI_aux(pays,an-2)
419   +2*GTI_aux(pays,an-3)+GTI_aux(pays,an-4)
420   return(GTI/31)
421 }
422
423 #vecteur qui contient les numeros de tous les pays
424 pays=as.numeric(names(table(GID$country)))
425
426 # Fonction elaborant l'echelle logarithmique pour convertir le score en note
427 echelle=function(an){
428   #an : annee de calcul du GT
429   gti=NULL
430   for (i in 1:length(pays)){
431     gti[i]=GTI(pays[i],an)
432   }
433   min=min(gti)
434   max=max(gti)
435   root=20
436   range=(max-min)
437   return(range^(1/root))}

```

```

438
439
440 # La fonction GTI_final renvoie la note de l'indice GTI pour un pays et une annee donnees
441 GTI_final=function(pays,an){
442   #pays : numero du pays etudie
443   #an : annee de calcul du GTI
444   r=echelle(an)
445   y=1:20
446   x=c(0,r^y)
447   y=seq(0,10,by=0.5)
448   X=c(0,log(x[-1]))
449   fit=lm(y~X)
450   b=fit$coefficients[1]
451   a=fit$coefficients[2]
452   gti=a*log(GTI(pays,an))+b
453   return(gti)}
454
455
456 # Calcul de la matrice contenant les notes pour chaque pays et pour chaque annee
457 Matrice=matrix(rep(0,22*length(pays)),nrow=length(pays))
458 for(i in 1:length(pays)){
459   for(j in 1:22){
460     Matrice[i,j]=GTI_final(pays[i],1993+j) #en ligne: pays  colonne: annee
461   }
462 }
463 col.names(Matrice)=1994:2015
464 row.names(Matrice)=pays
465 Matrice
466
467
468 # Trace de la carte de l'indice GTI en 2015 ##
469
470 # Importation des packages necessaires
471 library('rgdal')
472 library('plotrix')
473 library('classInt')
474
475 # Lecture des fichiers necessaires au fond de carte
476 pays <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
477   layer="ne_110m_admin_0_countries")
478 grille <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
479   layer="ne_110m_graticules_10")
480 boite <- readOGR(dsn="C:\\Users\\Manon_Martinez\\Documents\\EURIA_MI\\BE\\cartes",
481   layer="ne_110m_wgs84_bounding_box")
482
483 # Projection en Winkel Tripel
484 pays <- spTransform(pays,CRS("+proj=wintri"))
485 boite <- spTransform(boite, CRS("+proj=wintri"))
486 grille <- spTransform(grille, CRS("+proj=wintri"))
487
488 # Trace du fond de carte
489 pdf('monde.pdf',width=10,height=6)
490 par(mar=c(0,0,0,0))
491
492 plot(boite, col="white", border="grey90",lwd=1)
493 plot(pays, col="#E6E6E6", border="#AAAAAA",lwd=1, add=TRUE)
494 plot(grille, col="#CCCCCC33",lwd=1, add=TRUE)
495
496 dev.off()
497
498 # Lecture des donnees et jointure avec les pays
499 resultatgti <- read.csv("~/EURIA_MI/BE/resultatgti.csv", sep=";")
500 gti <- data.frame(pays=resultatgti$pays,code=resultatgti$code,X2015=resultatgti$X2015)
501 pays <- pays <- merge(pays, gti, by.x="iso_a3", by.y="code")
502 # Conversion du GTI 2015 en valeur numerique
503 pays$gti <- as.numeric(levels(pays$X2015))[pays$X2015]
504
505 # Creation de l'echelle de couleurs
506 col <- findColours(classIntervals(pays$X2015, 100, style="pretty"),
507   smoothColors("#FBFDD3",2,"#F6FB4E",2,"#ff5900",2,"#F30000"))
508
509 # Code couleur (gris) pour les donnees manquantes
510 col[is.na(pays$X2015)] <- "#DDDDDD"
511
512 # Legende
513 leg <- findColours(classIntervals(round(pays$X2015,3),8, style="pretty"),

```

```

514 smoothColors("#FBFDD3",2,"#f6FB4E",2,"#ff5900",2,"#f30000"),
515 under="moins□de", over="plus□de", between="-", cutlabels=FALSE)
516
517 # Trace de la carte de l'indice GTI en 2015
518 cairo_pdf('gti2015.pdf',width=20,height=10)
519 par(mar=c(0,0,0,0),family="Myriad_Pro",ps=8)
520
521 plot(boite, col="white", border="grey90",lwd=1)
522 plot(pays, col=col, border="white",lwd=.8, add=TRUE)
523 plot(grille, col="#00000009",lwd=1, add=TRUE)
524
525 legend(-15000000,1000000,fill=attr(leg, "palette"),
526 legend=gsub("\\.", "", names(attr(leg, "table"))),
527 title = "GTI□en□2015□:",cex=1.5)
528 dev.off()
529
530
531
532 ##### CHAPITRE 4 : LE TERRORISME EN FRANCE #####
533
534 ## Modelisation a l'aide des series temporelles ##
535
536 GTDFR <- subset(GTDFR, select = c(iyear, country_txt))
537
538 # Extraction du nombre d'attaques terroristes en France de 1970 a 2015
539 nb_attFR=table(factor(GTDFR$iyear, levels=1970:2015))
540
541 # On complete l'annee 1993 avec une moyenne de l'annee 1992 et l'annee 1994
542 nb_attFR[names(nb_attFR)==1993]=floor((nb_attFR[names(nb_attFR)==1992]
543 +nb_attFR[names(nb_attFR)==1994])/2)
544
545 # Trace de la serie temporelle
546 plot(1970:2015,nb_attFR,type='l')
547
548 ## 1er modele : la tendance est un polynome de degre 3 ##
549
550 # Ajustement du modele
551 N=length(nb_attFR)
552 t=(1:N)
553 t2=(1:N)^2
554 t3=(1:N)^3
555 fit=lm(nb_attFR~t+t2+t3)
556 summary(fit)
557 lines(1970:2015,fitted(fit),col='red')
558
559
560 # Analyse des residus
561 res=nb_attFR-fitted(fit)
562 res
563 acf(res)
564
565 # Predictions
566 x0=data.frame(t=(N+1),t2=(N+1)^2,t3=(N+1)^3)
567 predict(fit,x0,interval="confidence")
568 x1=data.frame(t=N+2,t2=(N+2)^2,t3=(N+2)^3)
569 predict(fit,x1,interval="confidence")
570 x2=data.frame(t=(N+3),t2=(N+3)^2,t3=(N+3)^3)
571 predict(fit,x2,interval="confidence")
572 x3=data.frame(t=N+4,t2=(N+4)^2,t3=(N+4)^3)
573 predict(fit,x3,interval="confidence")
574 x4=data.frame(t=N+5,t2=(N+5)^2,t3=(N+5)^3)
575 predict(fit,x4,interval="confidence")
576
577 # Prediction jusqu'a 2030
578 t=(1:(N+15))
579 x=data.frame(t=t,t2=t^2,t3=t^3)
580 pred=predict(fit,x,interval="confidence")
581 plot(1970:2030,pred[,1],type='l',col='red',ylim=c(-10,130))
582 lines(1970:2015,nb_attFR)
583 lines(1970:2030,pred[,2],col='green') #borne inferieure de l'intervalle de confiance
584 lines(1970:2030,pred[,3],col='purple') #borne superieure de l'intervalle de confiance
585
586
587 # Ajustement du modele sur la periode 1994 -> 2014
588 nb_attFR=table(factor(GTDFR$iyear, levels=1970:2014))
589 N=length(nb_attFR)

```

```

590 t=(1:N)
591 t2=(1:N)^2
592 t3=(1:N)^3
593 fit=lm(nb_attFR~t+t2+t3)
594 summary(fit)
595 plot(1970:2014,nb_attFR,type='l')
596 lines(1970:2014,fitted(fit),col='red')
597
598
599 #Predictions
600 x0=data.frame(t=(N+1),t2=(N+1)^2,t3=(N+1)^3)
601 predict(fit,x0,interval="confidence")
602 x1=data.frame(t=N+2,t2=(N+2)^2,t3=(N+2)^3)
603 predict(fit,x1,interval="confidence")
604 x2=data.frame(t=N+3,t2=(N+3)^2,t3=(N+3)^3)
605 predict(fit,x2,interval="confidence")
606
607
608 # Ajustement du modele sur la periode 1994 -> 2013
609 nb_attFR=table(factor(GIDFR$year,levels=1970:2013))
610 N=length(nb_attFR)
611 t=(1:N)
612 t2=(1:N)^2
613 t3=(1:N)^3
614 fit=lm(nb_attFR~t+t2+t3)
615 summary(fit)
616 plot(1970:2013,nb_attFR,type='l')
617 lines(1970:2013,fitted(fit))
618
619 # Predictions
620 x0=data.frame(t=(N+1),t2=(N+1)^2,t3=(N+1)^3)
621 predict(fit,x0,interval="confidence")
622 x1=data.frame(t=N+2,t2=(N+2)^2,t3=(N+2)^3)
623 predict(fit,x1,interval="confidence")
624 x2=data.frame(t=N+3,t2=(N+3)^2,t3=(N+3)^3)
625 predict(fit,x2,interval="confidence")
626 x3=data.frame(t=N+4,t2=(N+4)^2,t3=(N+4)^3)
627 predict(fit,x3,interval="confidence")
628
629
630
631
632 ## 2eme modele : la tendance est un polynome trigonometrique
633
634 # Determination de la periode
635 library(TSA)
636 a=periodogram(nb_attFR)
637 T=1/a$freq[1]
638
639 # Extraction de la serie temporelle
640 nb_attFR=table(factor(GIDFR$year,levels=1970:2015))
641 nb_attFR[names(nb_attFR)==1993]=floor((49+37)/2)
642 N=length(nb_attFR)
643 t=(1:N)
644
645 # Fonctions pour les variables du polynome trigonometrique
646 cosk=function(k){
647   return(cos(2*k*pi*t/T))
648 }
649 sink=function(k){
650   return(sin(2*k*pi*t/T))
651 }
652
653 # Selection de variables
654 library(leaps)
655 reg <- regsubsets(nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5)
656   +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5),data=GIDFR)
657 plot(reg,scale="adjr2")
658
659 # La fonction regsubsets selectionne les variables cosk(1) + cosk(2) + cosk(3)
660 # + cos(4) + sink(1) + sink(3) + sink(4) par maximisation du R2 ajuste
661
662 # Selection de modele par minimisation de l'AIC et stepwise
663 modcomplet=lm(nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5)
664   +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5))
665 fitAIC=step(modcomplet,nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5))

```

```

666         +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5) ,
667         direction=c("both"),k=2)
668
669 #Le modele selectionne est le meme que par maximisation du R2 ajuste
670
671 plot(1970:2015,nb_attFR,type='l')
672 lines(1970:2015,fitted(fitAIC),col='red')
673
674 # Etude des residus
675 resAIC=nb_attFR-fitted(fitAIC)
676 acf(fitAIC$res)
677
678 # Prediction jusqu'a 2030
679 t=(1:(N+15))
680 x=data.frame(cosk(1) + cosk(2) + cosk(3) + cos(4) + sink(1) + sink(3) + sink(4))
681 predAIC=predict(fitAIC,x, interval = "confidence")
682 plot(1970:2030,predAIC[,1],type='l',col='red',ylim=c(-10,130))
683 lines(1970:2015,nb_attFR)
684 lines(1970:2030,predAIC[,2],col='green') #borne inferieure de l'intervalle de confiance
685 lines(1970:2030,predAIC[,3],col='purple') #borne superieure de l'intervalle de confiance
686
687
688 # Ajustement du modele sur la periode 1970 -> 2014
689 nb_attFR=table(factor(GTDFR$iyear,levels=1970:2014))
690 nb_attFR[names(nb_attFR)==1993]=floor((nb_attFR[names(nb_attFR)==1992]
691                                     +nb_attFR[names(nb_attFR)==1994])/2)
692 N=length(nb_attFR)
693 t=(1:N)
694 cosk=function(k){
695   return(cos(2*k*pi*t/T))}
696 sink=function(k){
697   return(sin(2*k*pi*t/T))
698 }
699 modcomplet=lm(nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5)
700              +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5))
701 fitAIC=step(modcomplet,nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5)
702            +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5),
703            direction=c("both"),k=2)
704
705 # Predictions
706 t=(1:(N+3))
707 x=data.frame(sink(1) + sink(3))
708 predAIC=predict(fitAIC,x, interval = "confidence")
709
710 # Ajustement du modele pour la periode 1970 a 2015
711 nb_attFR=table(factor(GTDFR$iyear,levels=1970:2013))
712 nb_attFR[names(nb_attFR)==1993]=floor((nb_attFR[names(nb_attFR)==1992]
713                                     +nb_attFR[names(nb_attFR)==1994])/2)
714 N=length(nb_attFR)
715 t=(1:N)
716 cosk=function(k){
717   return(cos(2*k*pi*t/T))}
718 sink=function(k){
719   return(sin(2*k*pi*t/T))
720 }
721 modcomplet=lm(nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5)
722              +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5))
723 fitAIC=step(modcomplet,nb_attFR~cosk(1)+cosk(2)+cosk(3)+cosk(4)+cosk(5)
724            +sink(1)+sink(2)+sink(3)+sink(4)+sink(5),
725            direction=c("both"),k=2)
726
727 # Predictions
728 t=(1:(N+3))
729 x=data.frame(sink(1) + sink(3))
730 predAIC=predict(fitAIC,x, interval = "confidence")
731
732
733 ##### CHAPITRE 5 : OUVERTURE SUR LE COÛT DES VICTIMES DU TERRORISME EN FRANCE #####
734
735 # Nombre de morts
736
737 library(plyr)
738 GTDFR <- X1[X1$country==69,]
739 GTDFR <- GTDFR[GTDFR$provstate!="Corsica",]
740 GTDFR <- subset(GTDFR,select=c(iyear,nkill))
741 morts <- count(GTDFR,"iyear","nkill")

```

```

742 plot(morts$iyear , morts$freq , type='l' , ylim=c(0,160))
743
744 # Nombre de blesses
745 library(plyr)
746 GTDFR <- X[X$country==69,]
747 GTDFR <- GTDFR[GTDFR$provstate!="Corsica" ,]
748 GTDFR <- subset(GTDFR, select=c(iyear ,nwound))
749 blesses <- count(GTDFR, "iyear" , "nwound")
750 plot(blesses$iyear , blesses$freq , type='l')
751
752 ## Etude des couts
753
754 # On travaille sur des donnees de l'annee 2014
755 GTD=X1[X1$iyear==2014,]
756
757 # Calcul du cout moyen des blesses
758
759 nb_blesses2014=sum(ceiling(GTD$nwound))
760 cout_blesses=918 # Cout en millions
761 cout_blesses_moyen=cout_blesses/nb_blesses2014
762
763 # Calcul du cout moyen des morts
764
765 nb_morts2014=sum(ceiling(GTD$ntkill))
766 cout_morts=51275 # Cout en millions
767 cout_morts_moyen=cout_morts/nb_morts2014

```

---

# Bibliographie

- [1] Aon. Aon risk map. <http://www.aon.com/2016politicalriskmap/>.
- [2] Rand Corporation. Estimating terrorism risk, 2005. <http://www.rand.org/>.
- [3] Institute for Economics and Peace. Global terrorism index 2015, 2009. <http://visionofhumanity.org/app/uploads/2017/04/2015-Global-Terrorism-Index-Report.pdf>.
- [4] Air Worldwide Jonny Green. How to assess terrorism risk quantitatively and qualitatively. <http://www.air-worldwide.com/Blog/How-to-Assess-Terrorism-Risk-Quantitatively-and-Qualitatively>.
- [5] Grégoire Normand La Tribune, 2016. <http://www.latribune.fr/economie/international/le-cout-du-terrorisme-en-baisse-une-premiere-depuis-2010-616971.html>.
- [6] Marie Piquemal Liberation, 2016. <http://www.liberation.fr/france/2016/02/14/attentats-comment-donner-un-prix-a-une-vie-perdue>.
- [7] Maplecroft. Risks calculators and dashboards, 2011. <https://maplecroft.com/>.
- [8] V. Monbet. Modélisation de séries temporelles, 2012. <https://perso.univ-rennes1.fr/>.
- [9] Le monde Gary Dagorn. <http://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2015/11/20>.
- [10] START. Global terrorism database. <https://www.start.umd.edu/gtd/>.
- [11] Sylvain Rubenthaler Université Nice Sophia Antipolis. Séries chronologiques (avec r) (cours et exercices) m1, 2016. <http://math.unice.fr/~rubentha/enseignement/poly-cours-series-temp-m1-im.pdf>.
- [12] Vincent Zoonekynd. Séries temporelles. <http://zoonek2.free.fr/>.