

Études & documents

n° 1
mars 2009

Assurance des risques naturels en France :

*sous quelles conditions les assureurs peuvent-ils
inciter à la prévention des catastrophes naturelles ?*

RISQUES ET ASSURANCE

ÉCONOMIE ET ÉVALUATION

RISQUES ET ASSURANCE



Collection « Études et documents » du Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD) du Commissariat général au développement durable (CGDD).

Titre du document : Assurance des risques naturels en France : sous quelles conditions les assureurs peuvent-ils inciter à la prévention des catastrophes naturelles ?

Auteur(s) : Céline LETREMY, celine.letremy@developpement-durable.gouv.fr, 01 42 19 29 97 en collaboration pour la partie modélisation de ce document, avec Nicolas GRISLAIN, économiste.

Date de publication : Mars 2009

Ce document n'engage que son auteur et non les institutions auxquelles il appartient.
L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.

Remerciements : L'auteur remercie

- la Direction Générale de la Prévention des Risques du MEEDDAT et les professionnels de l'assurance (Autorité de Contrôle des assurances et des Mutuelles, Fédération Française des Sociétés d'Assurance, Mission Risques Naturels) pour les explications et données que leurs équipes lui ont fournies ;
- Bertrand Villeneuve, professeur des universités et chercheur au Centre de Recherche en Economie et STatistique, ainsi que Sabine Lemoyne de Forges, doctorante au laboratoire d'Économétrie de l'École Polytechnique, pour leur relecture et conseils ;
- et ses collègues Pascal Blanquet et Ludovic Armand pour leur aide respective pour l'assurance des forêts, et la cartographie.



SOMMAIRE

Introduction

I. Les risques naturels en France : évaluation et régimes d'assurance

1. Les risques naturels : impact économique et mesures de prévention
2. Descriptif des différents régimes d'assurances aux biens pour les risques naturels (hors risques agricoles)

II. Evaluation du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles en France

1. Le régime cat' nat'
 - 1.1 Comparaisons internationales
 - 1.2 Le fonctionnement du régime
2. Evaluation du régime cat' nat'
 - 2.1 Bilan économique et financier du régime actuel
 - 2.2 Etude des disparités géographiques : détermination de profils de département
 - 2.3 Etude du lien entre assurance et prévention : évaluation de l'efficacité de la modulation des franchises
 - 2.4 Modélisation et propositions de polices de réassurance incitant à la prévention

Conclusion

Bibliographie

Glossaire

Annexes

RÉSUMÉ

Les risques naturels ont un impact direct sur notre vie quotidienne, et notamment sur notre économie, nationale, locale et individuelle. Dans le cadre du développement durable, il s'agit de mettre en place des politiques de prévention cohérentes et des mesures qui y incitent efficacement. Plus que le risque même, c'est la perception du risque qui influence sur les décisions économiques des agents : leur décision d'assurance, de prévention... Toute mesure de prévention, si elle est efficace, permet une diminution des dommages et un moindre coût pour l'assurance et in fine pour la société. Mais l'assurance, instrument de gestion des risques, déresponsabilise-t-elle les agents ou peut-elle inciter à la prévention ? Si oui, dans quelle mesure ?

Après un bref état des lieux de l'impact économique des risques naturels (hors risques agricoles) en France et des mesures de prévention associées, nous décrivons les différents régimes d'assurance aux biens pour les risques naturels et leur articulation.

Nous avons choisi ensuite d'évaluer le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles en France. Nous dressons le bilan de ce régime après 26 années d'existence, et nous étudions spécifiquement l'articulation qu'il établit entre assurance et prévention.

La réforme de ce système est en cours d'élaboration et le lien entre assurance et prévention est au cœur des débats. Par ailleurs, la question très actuelle du changement climatique nous impose de réfléchir à la soutenabilité d'un tel système et à l'efficacité des mesures de prévention. Comment faire de l'assurance un levier économique incitant à la prévention ?

ABSTRACT

Natural risks have major impact on our daily life and on our national, local and individual economy. In the framework of the sustainable development, consistent and effective means of prevention have to be set up. The risk recognition is one of the main factors affecting economic decisions, such as insurance subscribing and prevention actions. Every effective mean of prevention is reducing damages, insurance costs and thus, the cost for the whole society. Could insurance create good incentives to prevention?

After describing briefly natural risks and their economic impacts in France and the corresponding means of prevention, we describe the natural risk insurance in France and explain the links between the different insurance policies.

We have chosen to assess the French natural disasters insurance system. After setting up its statement of 26 years of existence, we focus on the link between insurance and prevention.

The reform of this system is in progress and the link between insurance and prevention is a key question. Besides, climate change is questioning the system equilibrium and sustainability. How to make from insurance an effective economic incentive to prevention?

INTRODUCTION : LES RISQUES ET CATASTROPHES NATURELS DANS LE MONDE

D'après Swiss Re, plus de 20 000 personnes ont péri en 2007 lors de catastrophes naturelles¹ et technologiques. Le dommage total imputable aux catastrophes dans le monde se chiffrerait à environ 61 milliards de dollars.

La facture pour les assureurs dommages se monte à environ 25 milliards de dollars pour l'ensemble des catastrophes naturelles et technologiques. Sur ces 25 milliards, plus de 22 milliards de dollars correspondent à des catastrophes naturelles.

Les catastrophes les plus meurtrières en 2007

Victimes (morts et disparus)	Date (début)	Événement	Pays
4 140	15.11.2007	Cyclone Sidr, fortes pluies, inondations	Bangladesh
1 500	16.07.2007	Inondations causées par de fortes pluies	Inde, Bangladesh
913	15.08.2007	Séisme (MW 8,0), répliques	Pérou
678	02.08.2007	Moussons, inondations, glissements de terrain	Bangladesh
610	07.08.2007	Inondations causées par de fortes pluies	Corée du Nord

Source : Sigma Re[19]

Les sinistres assurés les plus coûteux en 2007

Dommages assurés (en millions USD)	Date (début)	Événement	Pays
5 859	18.01.2007	Tempête hivernale Kyrill avec vents jusqu'à 190 km/h	Europe
2 597	25.06.2007	Pluies, inondations (niveau 1)	Grande-Bretagne
2 077	20.07.2007	Pluies, inondations (niveau 2)	Grande-Bretagne
1 562	13.04.2007	Tempête, pluies, inondations	Etats-Unis
1 100	21.10.2007	Feux de forêt en zone urbanisée de Witch en Californie	Etats-Unis
1 000	07.06.2007	Tempête, inondations en NSW	Australie

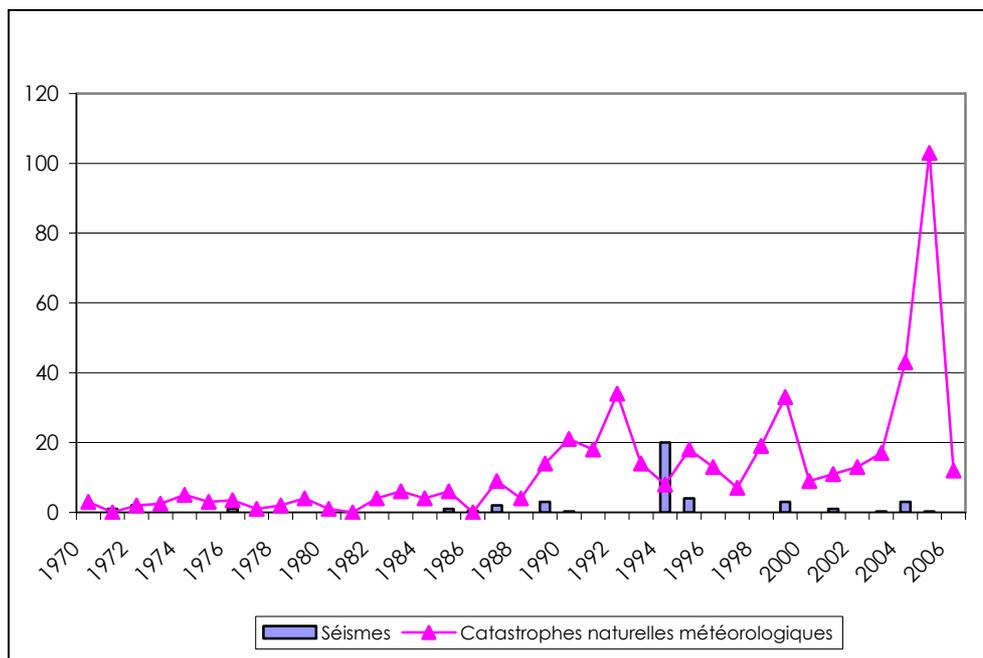
Source : Sigma Re[19]

On constate au niveau mondial une forte amplitude et une tendance à la hausse de l'impact économique des catastrophes naturelles (voir graphique ci-contre). En annexe 1 figure un tableau récapitulatif des principaux périls naturels dans une sélection de pays et le montant des dommages économiques créés. Il est

¹ D'après Swiss Re, les catastrophes naturelles sont les événements dommageables provoqués par les forces de la nature. Plusieurs définitions sont possibles. Celle-ci diffère notamment de la définition « française ».

important de noter que la part assurée des dommages économiques dépend fortement du pays, mais aussi des circonstances concrètes de l'événement².

Dommmages assurés dus aux catastrophes naturelles dans le monde de 1970 à 2006 (en milliards USD aux prix 2006)



Source : Swiss Re, rapport Sigma numéro 2/2007

Note de lecture : L'année 2006 a été clémente, alors qu'en 2005, le secteur assurantiel a fait face à des dommages records. En effet, en 2005, de violents séismes (notamment le tremblement de terre du 8 octobre 2005 au Cachemire) ont fait de nombreuses victimes et les dommages dus aux cyclones et ouragans ont été particulièrement élevés (Caraïbes et Etats-Unis : ouragans Katrina, Rita et Wilma).

² Lors d'un séisme au Japon ou en Californie par exemple, le fait que les constructions touchées soient principalement industrielles ou résidentielles, ou que les dommages soient dus aux incendies consécutifs au séisme ou au séisme lui-même serait déterminant. Voir annexe 1.

I – LES RISQUES NATURELS EN FRANCE : EVALUATION ET REGIMES D'ASSURANCE

Les risques naturels : impact économique et mesures de prévention

1.1 Quelques rappels et définitions

Les risques naturels³ recouvrent tous les risques liés aux phénomènes naturels. Le MEEDDAT fournit une typologie officielle exhaustive des différents risques naturels : inondations, mouvements de terrain, séisme, avalanches, éruptions volcaniques, feux de forêt et phénomènes liés à l'atmosphère (tempêtes, ouragans, cyclones, foudre, grêle...) L'annexe 2 détaille cette typologie. L'annexe 3 présente l'état de la connaissance et l'avancement de la cartographie des différents risques. Ces risques sont le résultat d'un aléa et d'une vulnérabilité. Un glossaire rappelle quelques définitions relatives aux risques, à l'assurance et à la finance.

Risque (ou exposition au risque), aléa, vulnérabilité

L'**aléa** est un phénomène d'occurrence et d'intensité données auquel on associe une certaine probabilité de réalisation dans une durée et une zone fixées.
La **vulnérabilité** est le niveau de conséquences prévisible d'un phénomène sur la population et sur ses équipements.
Le **risque** est la combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences. Il est donc le produit de l'aléa par la vulnérabilité.
L'**exposition au risque** d'une zone donnée résulte de la combinaison de l'aléa dans cette zone avec la vulnérabilité de la zone. On confond donc, par abus de langage, « l'exposition au risque » et « le risque ».
Un **sinistre** est un événement catastrophique qui entraîne des pertes importantes.
La **sinistralité** d'une période historique et d'une zone géographique est la somme des dommages constatés aux biens et aux personnes, sur cette période et dans cette zone.

Des mesures de précaution, de prévention et de prévision sont recommandées.

Précaution / Prévision / Mitigation / Prévention

La **précaution** désigne l'ensemble de mesures visant les risques hypothétiques, non encore confirmés scientifiquement.
La **prévision** est l'estimation de la date de survenance et des caractéristiques (intensité, localisation) d'un phénomène naturel.
La **mitigation** désigne les mesures visant à réduire la vulnérabilité des enjeux. Elle concerne essentiellement les biens économiques : les constructions (privées et publiques), les bâtiments industriels et commerciaux, ceux nécessaires à la gestion de crise, les réseaux de communication, d'électricité, d'eau...
La **prévention** est l'ensemble de mesures visant les risques avérés, ceux dont l'existence est démontrée ou connue empiriquement (parfois assez connue pour pouvoir en estimer la fréquence d'occurrence). L'incertitude ne porte pas sur le risque, mais sur sa réalisation. Ces mesures peuvent être de nature très différente : information préventive, renforcement de la connaissance et de la conscience du risque, entretien des ouvrages de protection et des systèmes de prévision... Leur but est de réduire les effets dommageables des phénomènes naturels avant qu'ils ne se produisent.
Ainsi, la prévention englobe notamment le contrôle de l'occupation du sol, la mitigation, la protection, la surveillance, la préparation.

³ La description des différents risques naturels et des mesures de prévention associées (pages 7 à 18) s'inspire très largement des dossiers d'information du MEEDDAT/DGPR en ligne sur le site <http://pilote-prim.debussac.net/catalogue/>. L'auteur remercie également la DGPR pour les explications que lui ont fournies les différents bureaux chargés des risques naturels.

1.2 Aperçu global des mesures de prévention et de l'impact économique pour l'ensemble des risques naturels

Quelles mesures ? Quels documents ?

Dans le cadre de la gestion des risques naturels, deux documents traduisent la maîtrise de l'urbanisme : les plans locaux d'urbanisme (PLU) et le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Un autre point clef de la prévention est bien sûr l'information préventive.

Maîtrise de l'urbanisation

Le code de l'urbanisme impose la prise en compte des risques dans les documents d'urbanisme. Ainsi, les **plans locaux d'urbanisme (PLU)** permettent de refuser ou d'accepter sous certaines conditions un permis de construire, notamment dans des zones inondables.

Les **Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR)** sont institués par la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement. Ils sont le principal outil de la politique de prévention pilotée par le MEEDDAT.

Le PPR est un document prescrit et réalisé par l'Etat qui régit l'utilisation des sols à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions.

Le PPR est une servitude d'utilité publique annexée au document d'urbanisme, qui fait connaître les zones à risques et définit les mesures pour réduire les risques encourus. Le PPR appartient donc aux **mesures de sécurité mises en place face aux risques majeurs**. Il prévoit l'information préventive des citoyens, la protection par les collectivités et l'Etat des lieux habités, les plans de secours et d'évacuation. Il régit l'occupation des sols, tient compte des risques naturels dans l'aménagement, la construction et la gestion des territoires.

3 zones sont définies dans les PPR :

- la zone blanche : zones constructibles
- la zone bleue : zones constructibles sous condition
- la zone rouge : zones inconstructibles.

L'élaboration d'un PPR est **prescrite** par le Préfet qui détermine le périmètre et la nature des risques étudiés. La procédure, conduite par l'Etat (directions départementales de l'Équipement, DDE), comprend une phase de concertation avec les collectivités sur la détermination des aléas, des enjeux et le règlement qui en résulte. Le projet est ensuite soumis formellement à l'avis des communes et à enquête publique. Puis le projet, éventuellement modifié, est **approuvé** par le Préfet avant d'être annexé au PLU.

L'information préventive

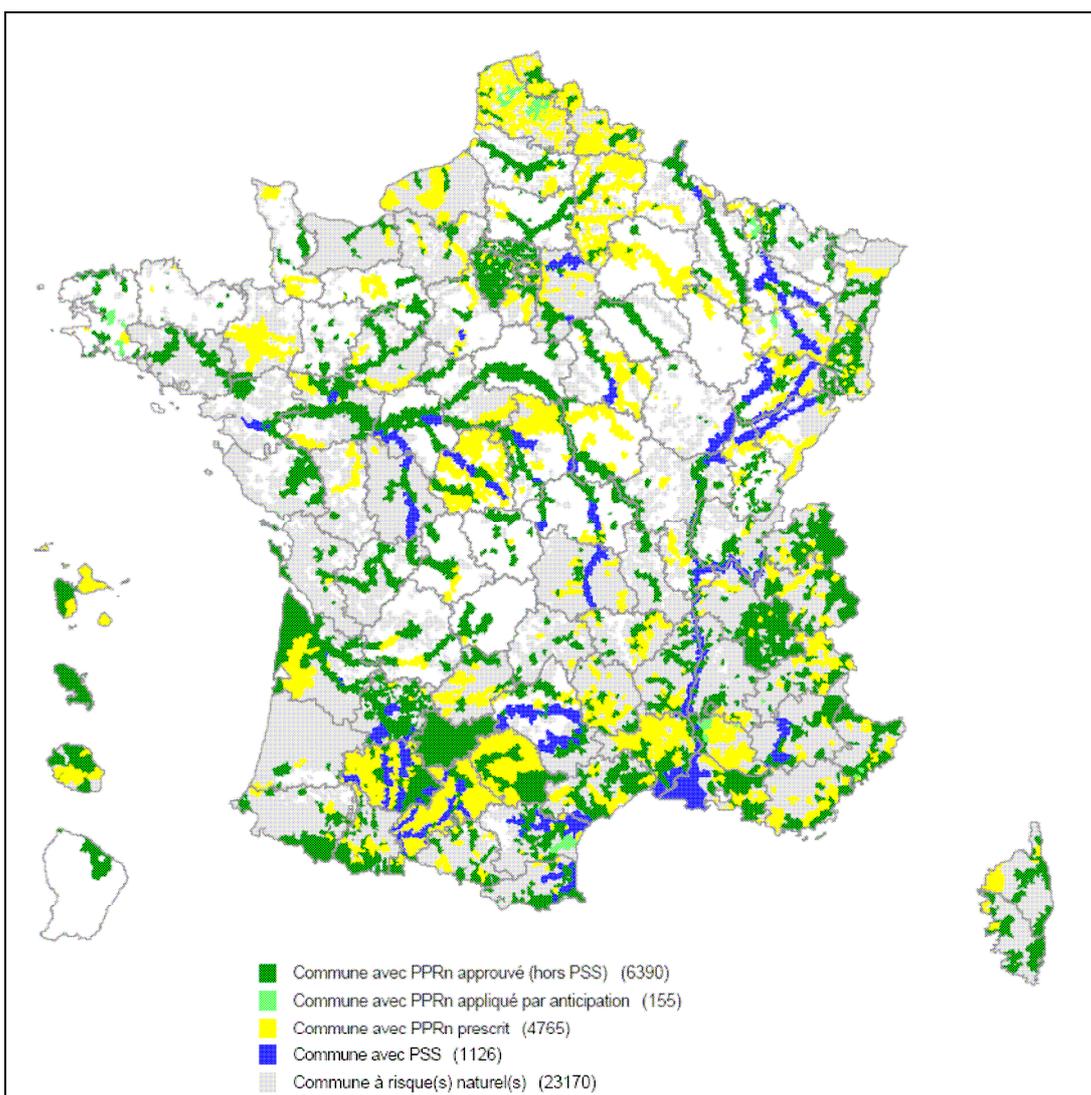
La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent.

Deux documents, disponibles en mairie, sont à citer :

- le **dossier départemental des risques majeurs (DDRM)**, établi sous l'autorité du préfet, recense à l'échelle d'un département l'ensemble des risques majeurs par commune
- le **plan communal de sauvegarde (PCS)** qui **comprend le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM)**, élaboré par le maire, qui présente les mesures de prévention et les mesures spécifiques prises en vertu des pouvoirs de police du maire.

La carte ci-contre permet de comparer les zones d'aléa et les zones avec PPR, éclairant ainsi sur l'étendue de la couverture en matière de prévention.

Risques naturels : aléa et prévention



Source : MEEDDAT/DGPR, base de données GASPARD avril 2008

Lecture des cartes « Aléa et prévention » : Ces cartes ont pour but de superposer l'aléa (représenté en gris) et les mesures de prévention (en couleur). Les communes ne présentant pas le (ou les) risque(s) naturel(s) concerné(s) ni aucune mesure de prévention sont représentées en blanc. Une commune qui présente le (ou les) risque(s) considéré(s) et des mesures de prévention associées apparaît en couleur. Note : Anciennes prescriptions, les Plans de Surfaces Submersibles (PSS) sont progressivement remplacés par les PPR.

Budget de la prévention : quelques chiffres

Nous ne dressons pas ici le budget de la prévention et de la gestion des risques naturels de façon exhaustive. En effet, de nombreuses sources de financement interviennent, notamment :

- le fonds Barnier (Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs, FPRNM), sur lesquels peuvent être données des subventions
- les crédits budgétaires avec également possibilité de subventions
- la Dotation Globale de Fonctionnement (DGF) pour les communes
- les programmes d'urbanisme
- les contrats de projet Etat-région
- les autres financements d'ingénierie...

Nous décrivons ici essentiellement le fonds Barnier et les autorisations d'engagement de l'Etat.

Maîtrise d'ouvrage Etat	Collectivités territoriales et particuliers	
	Collectivités territoriales	Particuliers
<p>1. Outils réglementaires : Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)+ Information préventive (12,72 millions d'euros en 2007)</p> <p>Financement à 75% par le FPRNM (9,54 millions d'euros en 2007)</p> <p>Financement à 25% par les autorisations d'engagement (AE) (3,18 millions d'euros en 2007)</p> <p>2. Connaissance (études Etat non directement liées aux PPR)</p> <p>Financement à 100% par les autorisations d'engagement (AE) (4,15 millions d'euros en 2007)</p> <p>3. Surveillance Séchilienne</p> <p>Financement à hauteur de 25% ou 50% par subventions du FPRNM (0,75 millions d'euros en 2007)</p>	<p>1. Etudes et travaux</p> <p>Financement à hauteur de 25% ou 50% par subventions du FPRNM (33,8 millions d'euros en 2007)</p>	<p>1. Expropriations</p> <p>Financement à 100% par des subventions du FPRNM (10,57 millions d'euros en 2007)</p> <p>2. Evacuations et relogements</p> <p>Financement à 100% par des subventions du FPRNM (0,25 millions d'euros en 2007)</p> <p>3. Travaux obligatoires dans les PPR</p> <p>Financement à hauteur de 20% ou 40% par subventions du FPRNM (Pas de financement en 2007)</p>

Source : MEEDDAT/DGPR - Légende : Les cases bleues correspondent à un financement par le Fonds Barnier (FPRNM) ; les cases jaunes à un financement par autorisations d'engagement (AE).

Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), dit « fonds Barnier »⁴

La loi du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement, a créé le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), appelé fonds Barnier. Ce fonds avait pour objectif initial de financer l'expropriation de biens exposés à certains risques naturels menaçant gravement des vies humaines (indemnités d'expropriation, mesures de sécurisation des sites). Par le financement d'actions de prévention, le FPRNM intervient avant les catastrophes et a pour **objectif d'assurer la sécurité des personnes et de réduire les dommages aux biens exposés à un risque naturel majeur**. Sauf exceptions (expropriations), il bénéficie aux personnes qui ont assuré leurs biens et qui sont donc elles-mêmes engagées dans une démarche de prévention. **Le lien avec les assurances est fondamental**. Il repose sur le principe selon lequel des mesures de prévention (travaux notamment, mais également prise en compte des risques dans l'aménagement, diffusion de l'information, développement d'une culture du risque) permettent de réduire les dommages et donc notamment les coûts supportés par les assureurs et le système d'indemnisation des catastrophes naturelles (voir II).

Depuis 1995, le FPRNM est alimenté par un **prélèvement sur le produit des primes et cotisations additionnelles relatives à la garantie cat' nat'**, figurant dans les contrats d'assurances (voir « Exposition financière des assureurs » dans II.2.1). Ce prélèvement s'élevait à 52,8 millions d'euros en 2006 pour un taux de 4%. Il sera porté à 105,6 millions d'euros à partir de 2009, le taux de prélèvement ayant été porté à 8% en août 2008.

⁴ Ces informations proviennent du document *Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM)*, MEEDDAT, DGPR, 2007, http://www.herault.pref.gouv.fr/securite/securite_civile/FPRNM/FPRNM.pdf. Les chiffres de dépenses financées en 2007 sur le FPRNM ont été fournis par la DGPR. L'auteur tient à remercier les bureaux de la sous-direction des risques naturels et hydrauliques pour ces chiffres et les explications fournies.

Il est important de noter la forte progression des moyens déployés pour la prévention des risques naturels : **de 36 millions d'euros en 2005, les dépenses sont passées à 85 millions d'euros en 2006 et à 100 millions en 2007**. Un tableau détaillant les dépenses du fonds en 2005, 2006 et 2007 est situé en annexe 4.

Rapide bilan du fonds Barnier

Au 1er janvier 2008, le total des recettes du fonds depuis sa création, s'élevait à environ 330 millions d'euros (dont 305 au titre du produit des prélèvements et 25 au titre des produits de placement). Le total des dépenses s'élevait à la même date à environ 320 millions d'euros. Le solde positif s'élevait à environ 10 M€.

Le solde de trésorerie du fonds, jusque là en augmentation constante depuis la création du fonds, baisse depuis 2005, première année où ont pu être engagées l'ensemble des catégories de dépenses ouvertes par la loi du 30 juillet 2003. Le solde de trésorerie au 1er janvier 2008 est le plus bas depuis 1996.

(en millions d'euros)

	2005	2006	2007
Solde en début d'année	100	117	57
Recettes	53	25	53
Dépenses	36	85	100
Solde en fin d'année	117	57	10

Ce déséquilibre, durable, ne peut être compensé que par une augmentation des ressources du Fonds. C'est pourquoi le taux de prélèvement a été porté à 8% en août 2008.

Source : MEEDDAT/DGPR

Cependant, malgré toutes ces mesures, des dégâts ont lieu et sont indemnisés par différents régimes d'assurance, détaillés au I.2. Par exemple, l'indemnisation des sinistres de catastrophes naturelles se répartit essentiellement entre les inondations, qui représentent 60% de du montant total des sinistres indemnisés sur la période 1982-2006 et la sécheresse, aussi appelée « tassements différentiels » (33%). Ce régime spécifique sera analysé dans la seconde partie.

Indemnisation des sinistres cat' nat' sur la période 1982-2006, par type d'aléa

Inondations	Sécheresse	Evènements cycloniques
7.3 milliards	4 milliards	0.8 milliards
60%	33%	7%

Source : FFSA

Nous présentons ici les deux principaux risques, leur impact économique et les mesures de prévention associées. Une étude similaire des autres risques (avalanches, feux de forêt, tempêtes, cyclones, séismes, éruptions volcaniques) est présentée dans les annexes 5 à 10.

1.3 Risque inondation

Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit mineur et l'homme qui s'installe dans l'espace inondable pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités. On distingue trois types d'inondation :

- la montée lente des eaux en région de plaine (dont inondation par remontées de nappe)
- la formation rapide de crues torrentielles
- le ruissellement pluvial.

La connaissance du risque inondation est avancée. Les communes disposant d'un Atlas des Zones Inondables (AZI) sont, en mai 2008, au nombre de 14 873. (voir carte de l'état d'avancement des AZI en annexe 2).

Les inondations constituent un risque majeur sur le territoire national, et plus généralement dans le monde entier. Au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde, elles font environ 20 000 victimes par an. Certaines résultent de phénomènes récurrents tels que la mousson, d'autres de circonstances particulières (cyclones, typhons, violents orages).

En France, le risque inondation concerne 46 % des communes françaises de métropole à des degrés divers. Parmi les communes concernées, on compte environ 300 grandes agglomérations. Pour 160 000 km de cours d'eau, une surface de 22 000 km² est reconnue particulièrement inondable. Dans le cas des inondations rentrant dans le champ des catastrophes naturelles, le coût annuel moyen sur la période 1982-2006 s'élève à 290 millions d'euros (voir II.2 pour plus de détails). Ce coût a présenté pendant cette période de 25 ans une forte variabilité et une tendance à la hausse. En 2003, il a atteint 900 millions d'euros.

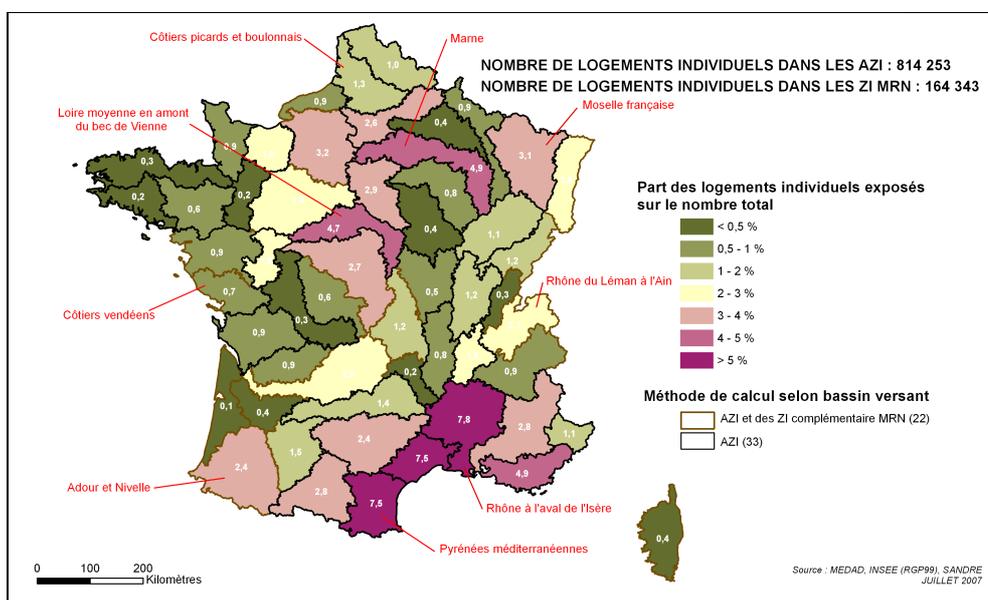
Inondations majeures en France : dégâts économiques et dégâts assurés au titre des catastrophes naturelles

Année	Localisation	Dégâts	Dommages assurés au titre des inondations cat' nat' cette année-là	Victimes
Inondations majeures en France				
1910	Paris (débordements de la Seine)	1,07 milliards d'euros		Moins de 5 morts
1930	Montauban et Moissac (Tarn-et-Garonne)	3000 maisons détruites, 11 grands ponts détruits. Cruce la plus dommageable du XX ^{ème} siècle en France	<i>Pas de données (le système cat' nat' a été instauré en 1982)</i>	Plus de 200 morts
1940	Pyrénées-Orientales	Destructions généralisées		50 morts
1987	Grand Bornand (Haute-Savoie)		15 millions d'euros	23 morts
1988	Nîmes (Gard)	500 millions d'euros	300 millions d'euros	10 morts
1992	Vaucluse (Vaison-la-Romaine), mais aussi Ardèche et Drôme	Plus de 500 millions d'euros	300 millions d'euros	47 morts (dont 34 à Vaison)
1995	43 départements touchés (Basse-Normandie, Bretagne, Champagne-Ardenne, Pays de la Loire, Île-de-France)	610 millions d'euros	410 millions d'euros	15 morts
Inondations récentes les plus graves				
1999	Crues dans l'Aude, le Tarn, les Pyrénées-Orientales et l'Aveyron	533 millions d'euros	540 millions d'euros	36 morts
2001	Somme, Oise et Eure (inondations par remontées de nappe)		300 millions d'euros	
2002	Gard et départements limitrophes	1,2 milliards d'euros	780 millions d'euros	23 morts
2003	Débordements affectant le Centre-Est et Sud-Est de la France et principalement la Drôme, la Loire, la Lozère, le Rhône	1,5 milliards d'euros : 800 millions d'euros de dommages assurés	900 millions d'euros	7 morts

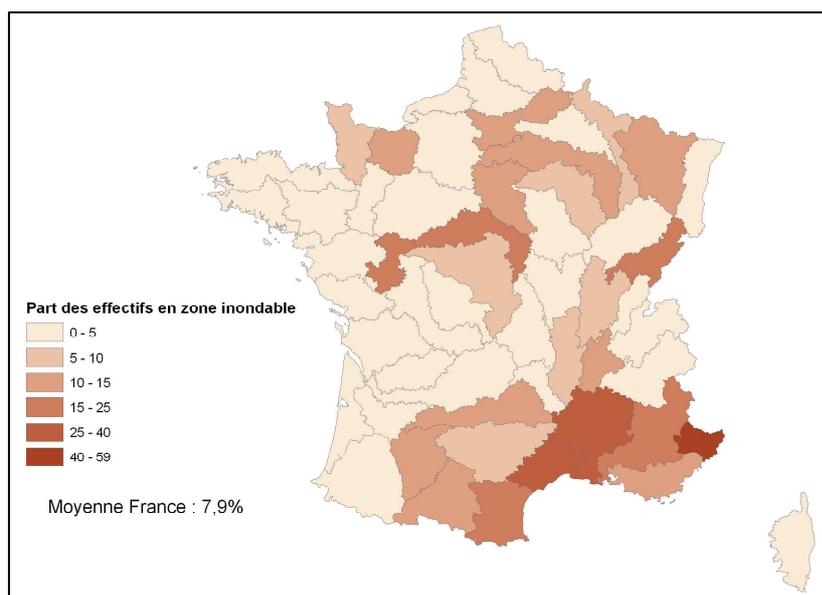
Sources : MEEDDAT/DGPR, Caisse Centrale de Réassurance (CCR)

Il est difficile d'empêcher une inondation de se produire! Par ailleurs, les ouvrages de protection collectifs (digues...) ne peuvent garantir une protection absolue. Le meilleur moyen de prévention reste donc d'éviter d'urbaniser les zones exposées. Cependant, de nombreuses habitations existent en zone inondable. La zone méditerranéenne présente une forte vulnérabilité au risque inondation (voir cartes ci-dessous). L'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles, AFPCN, estime à 5 millions le nombre de personnes habitant en zone inondable en France (8 % de la population française) et signale qu'« un million de Franciliens habitent en zone inondable, mais des villes comme Orléans ou d'autres du sud de la France, où l'on continue de construire en zone inondable, sont au moins autant exposées »⁵. Pour les inondations reconnues catastrophes naturelles, d'après le nombre d'arrêtés cat' nat' pour inondation, les communes du Nord et Nord-Est de la France apparaissent les plus exposées à ce risque depuis 25 ans.

Part des logements individuels exposés au risque inondation par bassins versants en France en 2007



La proportion des salariés en zone inondable en 2007



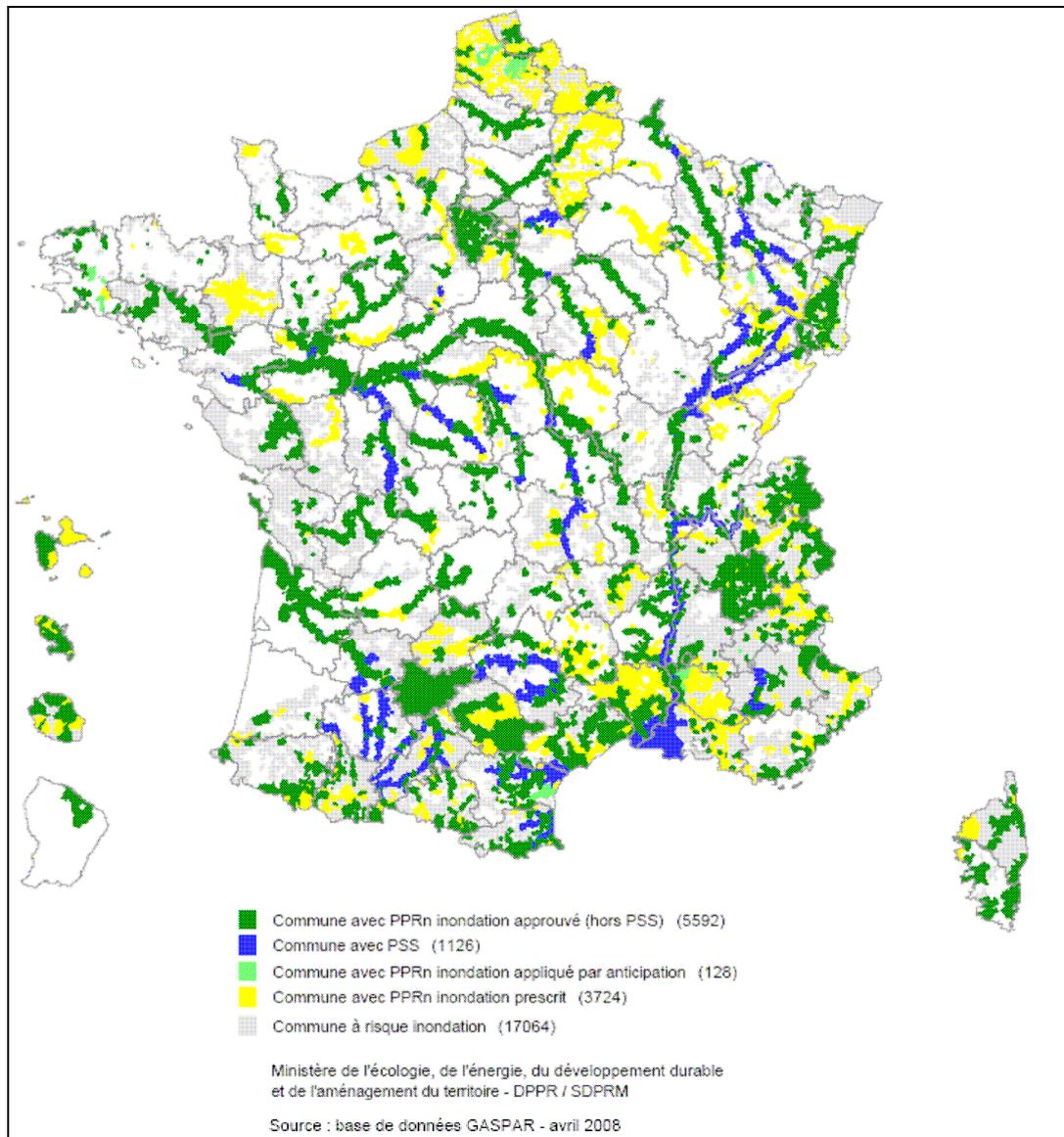
Source des ces deux cartes : MRN (2007)

⁵ « La France se prépare à une crue centennale », Le Figaro, 15/10/2007
 Commissariat Général au Développement Durable
 Service de l'Economie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Des premiers résultats d'estimation des populations et des logements en zone inondable ont été publiés en janvier 2008 par le MEEDDAT⁶.

Face à ce constat, le risque est pris en compte en amont, dans l'aménagement du territoire.

Risque inondation : aléa et prévention



Note : voir Lecture des cartes « Aléa et prévention » en I.2, p.9.

1.4 Mouvements de terrain et le cas particulier de la sécheresse géotechnique

Les mouvements de terrain désignent des phénomènes de déplacement plus ou moins brutaux du sol ou du sous-sol d'envergure et de cinétique très variables. Les mouvements de terrain sont fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Ils peuvent être dus à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme. On distingue :

- le glissement de terrain
- les chutes de blocs et les éboulements

⁶ Disponible sur le site <http://pilote-prim.debussac.net/catalogue/>. Un document technique détaille la méthodologie : voir *Méthodologie d'estimation des enjeux exposés aux inondations*, Philippe Dorelon et Bernard Poupat, Document de travail, IFEN, février 2008.

- les coulées de boues
- l'effondrement de cavités souterraines
- les tassements et les affaissements
- l'érosion littorale
- et le retrait-gonflement des argiles (aussi appelé en France tassements différentiels des argiles ou sécheresse, sécheresse géotechnique, ou subsidence).

La connaissance de ces risques est avancée. Le BRGM (www.bdmvt.net) donne une cartographie détaillée du risque mouvements de terrain, argiles et cavités (www.bdcavite.net) qui devrait couvrir la totalité de la France fin 2010 (voir annexe 2).

Les mouvements de terrain sont en général des phénomènes ponctuels de faible ampleur et d'effet limité, mais par leur diversité et leur fréquence, ils sont responsables de préjudices importants et sont la cause d'une moyenne de quelques milliers de morts par an dans le monde⁷.

Le risque « mouvements de terrain » concerne en France environ 7 000 communes, et cela avec un niveau de gravité fort pour la population dans un tiers des cas. En France, le risque mouvements de terrain est généralement plus grand en montagne ou sur des reliefs accentués qu'en plaine, sauf si certaines conditions géologiques sont réunies localement (glissement des pentes argileuses ou marneuses, effondrement des cavités naturelles ou artificielles). En 1970, une coulée de boue d'un volume de 30 000 à 50 000 m³ balaya un sanatorium sur le plateau d'Assy en Haute-Savoie et provoqua 71 morts.

Sécheresse géotechnique, le deuxième risque naturel en France

Certains **sols argileux peuvent gonfler ou se tasser selon leur variation de teneur en eau**. Lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface : on parle de retrait. À l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces terrains produit un phénomène de gonflement. Des tassements peuvent également être observés dans d'autres types de sols (tourbe, vase, loess, sables liquéfiables) lors des variations de leur teneur en eau.

L'apparition des tassements différentiels peut occasionner des **dégâts parfois importants aux constructions** et en particulier à celles dont les fondations sont superficielles.

Les 3 vagues de sécheresse...

Depuis la fin des années 1980, 3 vagues de sécheresse sont identifiables : 1989-1993, 1995-1999, 2003.

- La première vague de sécheresse a débuté en 1989 et a touché environ 65 départements à raison d'une quarantaine de communes par département avec un coût moyen par commune de l'ordre de 500 000 €.
- La deuxième vague a commencé en 1995 et a touché 70 départements avec toujours une quarantaine de communes par département mais un coût moyen par commune supérieur, 600 000 €.

Pour les deux vagues, le coût moyen par sinistre était environ de 10 500 €. Le coût total de la sécheresse pour le marché a été de 3 milliards d'euros sur la période 1989-2002. La sécheresse de 2003 (voir encadré ci-contre) se distingue nettement des deux vagues précédentes.

⁷ Ce chiffre ne prend pas en compte les séismes.

... dont la sécheresse de 2003

Le coût de la sécheresse de 2003 n'est toujours pas connu au moment de la rédaction de ce document, car les demandes d'indemnisation au titre du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles pouvaient être reçues jusqu'au 30 juin 2008 (voir II.2.1 pour plus de détails). D'après la CCR, si la totalité des communes demandant une indemnisation au titre de ce régime avait été acceptée, le risque financier global aurait pu atteindre près de 3,5 milliards d'euros.

Ces trois vagues sont facilement identifiables dans le tableau ci-dessous.

Mouvements de terrain majeurs (dont sécheresse) en France : dégâts économiques ; dégâts assurés au titre des catastrophes naturelles

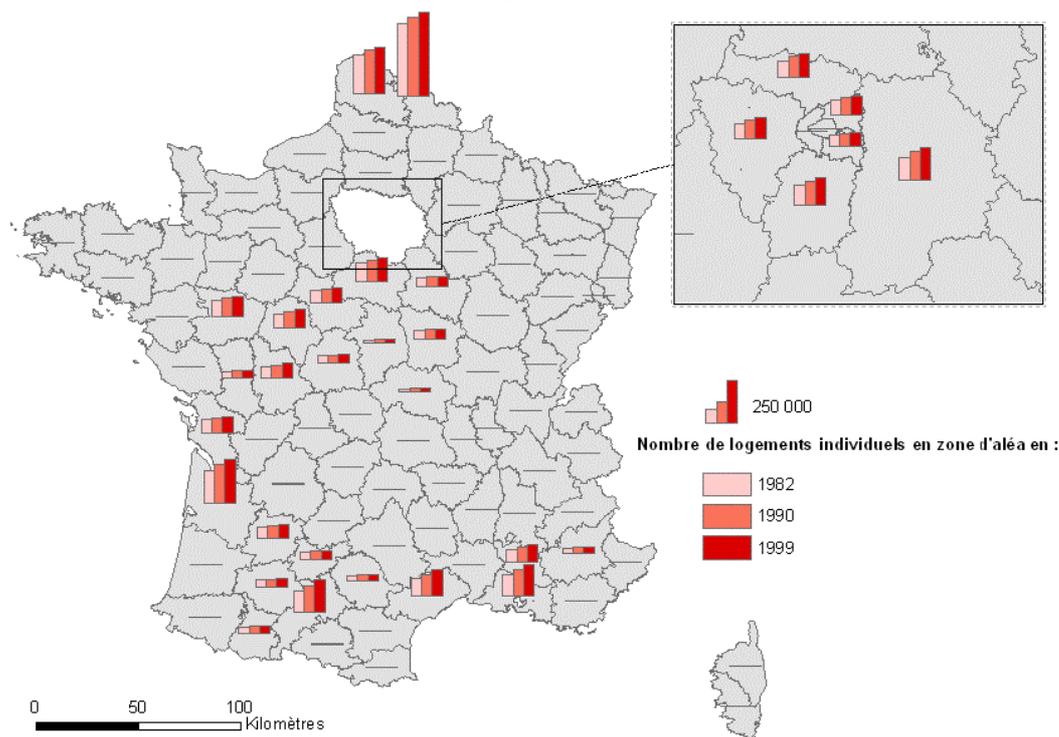
Année	Localisation	Type	Dégâts	Domages assurés au titre des mouvements de terrain cat' nat' cette année-là	Victimes
24 nov. 1926	Roquebillière, Alpes-Maritimes	Glissement de terrain		<i>Pas de données (système cat' nat' instauré en 1982)</i>	28 victimes
13 nov. 1932	Colline des Balmes, Lyon, Rhône	Glissement de terrain			40 victimes
8 mai 1932	Lyon, Rhône	Glissement de terrain			30 victimes
1 juin 1961	Clamart, Hauts-de-Seine	Effondrement	8 ha surplombant une carrière de craie s'effondrent		21 victimes
16 avril 1970	Plateau d'Assy, Haute-Savoie	Coulées boueuses			71 victimes
1980	Grand-Îlet, cirque de Salazie, La Réunion	Glissement de terrain et coulées boueuses			10 victimes
27 août 1987	Modane, Savoie	Coulées boueuses	Environ 80 000 m3 de matériaux déversés dans la ville : 6 millions d'euros de dégâts	?	-
1989-1992 et localement 1996	France métropolitaine (surtout Sud-Ouest, Centre, Nord et région parisienne)	Sécheresse géotechnique	Phénomène de retrait-gonflement dans les sols argileux sensibles : Plus de 2 milliards d'euros de dommages	1,4 milliards d'euros	-
9 janvier 1994	La Salle-en-Beaumont, Isère	Glissement de terrain	1,3 million de m3 de matériaux détruit, 9 maisons	?	4 victimes
1 avril 2000	Remire-Montjolly, Guyanne	Glissement de terrain		?	10 victimes
Juillet-Septembre 2003	France métropolitaine	Sécheresse géotechnique	Plus de 4 500 communes reconnues en état de cat' nat' (hors procédures exceptionnelles). Près de 2 milliards d'euros de dommages	1,3 milliards d'euros	-

Source : MEEDDAT / DGPR

La répartition géographique du nombre de communes sinistrées par la sécheresse au titre des catastrophes naturelles depuis 1988 révèle que la moitié Ouest de la France (sauf la Bretagne) a été la plus exposée à la sécheresse. Une forte corrélation s'observe entre la répartition des zones sinistrées et la présence à faible profondeur de formations argileuses riches en minéraux gonflants dont le volume varie fortement si la teneur en eau est modifiée.

On note une répétition importante du phénomène de sécheresse pour certaines communes. En effet, de 1988 à fin septembre 2007, 19.6% des communes sinistrées sécheresse ont été touchées exactement 2 fois et que plus de 450 communes ont été touchées plus de 5 fois. Le Gers et la Haute-Garonne concentrent une très grande proportion de communes sinistrées par la sécheresse (voir II.2).

Nombre de logements individuels en zone d'aléa retrait gonflement des argiles
en 1982 - 1990 - 1999



Source : MRN (2007)

Le simple respect des réglementations en construction suffit souvent à éviter les dommages. On peut ainsi agir sur le nouveau bâti⁸, mais cet investissement a bien sûr un coût. Il est également possible d'agir sur l'existant, par des mesures simples, telles que l'étanchéification des pourtours des maisons ou la destruction d'arbres trop proches des habitations en zone sensible.

Les mesures préventives pour réduire les effets de la sécheresse géotechnique

Les fondations doivent être profondes, car c'est en surface que le sol subit les plus fortes déformations. Un ancrage homogène des fondations, même sur un terrain en pente, permet de répartir équitablement le poids de l'habitation.

La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas. De même, si deux éléments de construction sont accolés et fondés de manière différente, ils doivent être désolidarisés et munis de joints de rupture sur toute leur hauteur, pour permettre des mouvements différentiels.

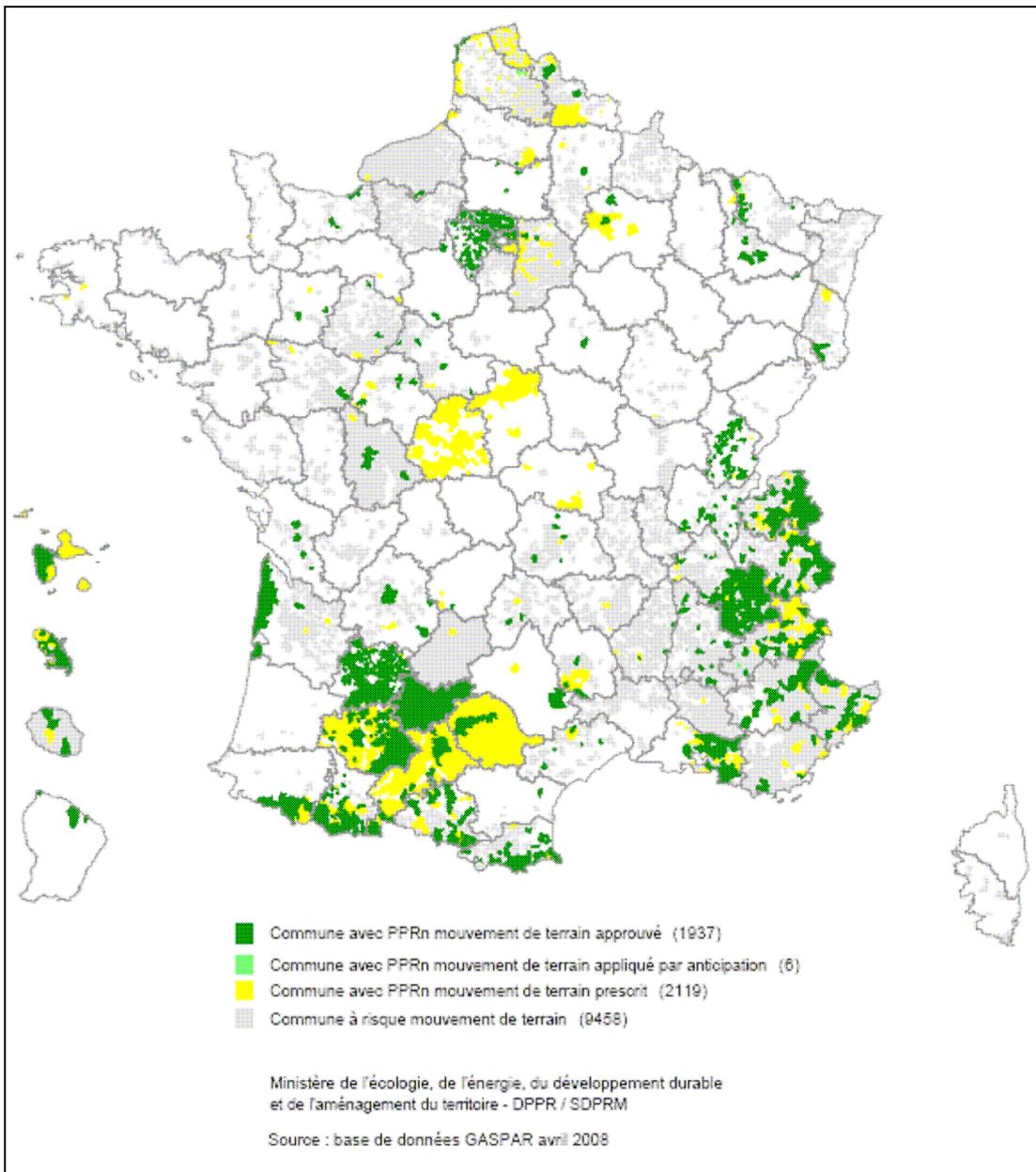
L'environnement immédiat de l'habitation : les variations d'humidité provoquées par les arbres, les drains, les pompages ou l'infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées, doivent être le plus éloignées possible de la construction. Pour éviter l'évaporation saisonnière, entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, sous forme de trottoir périphérique ou de géomembrane enterrée, protège sa périphérie immédiate de ce phénomène.

Source : MEEDDAT/DGPR

Comme pour les inondations, on observe une couverture conséquente des zones d'aléa par les PPR (voir carte ci-contre).

⁸ Le MEEDDAT estime à 220 000 le nombre de maisons individuelles construites par an en France, Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Risque de mouvement de terrain (y compris tassements différentiels) : aléa et prévention



Note : voir Lecture des cartes « Aléa et prévention » en I.2, p.9.

Si cette partie et les annexes associées avaient vocation à dresser un rapide bilan des risques, de leur impact économique et des mesures de prévention associées, il est important de rappeler que deux facteurs vont être sources de grands bouleversements de la situation actuelle.

- Le changement climatique peut provoquer une augmentation à la fois de l'ampleur des phénomènes, mais aussi de leur fréquence.
- L'évolution de l'urbanisation, qui dépend notamment du coût des constructions, détermine l'exposition au(x) risque(s) et donc l'importance des dommages.

Actuellement, malgré l'efficacité des mesures de prévention, des dommages sont constatés et plus ou moins partiellement indemnisés. La partie suivante détaille les différents régimes d'assurance aux biens pour les risques naturels.

2. Descriptif des différents régimes d'assurances aux biens pour les risques naturels (hors risques agricoles)

Pour la France, les dommages qui se rattachent aux phénomènes naturels relèvent des régimes d'assurance suivants :

- un dispositif assurantiel classique pour les risques considérés comme assurables, car statistiquement répartis ;
- le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles (inondations, mouvements de terrain, etc.) institué par la loi du 13 juillet 1982 modifiée.

Il existe par ailleurs des fonds d'indemnisation tels que le Fonds de Prévention des Risques naturels Majeurs (FDPRM) (voir 1.1.2), qui permet d'indemniser les personnes expropriées lors d'une menace grave de mouvements de terrain, avalanche ou crue torrentielle. Nous ne décrivons dans ce document que les différents régimes d'assurances aux biens pour les risques naturels, hors risques agricoles.

On rappelle que l'assurance relative aux biens est un contrat d'indemnité. Ce schéma simplifié rappelle les différentes branches de l'assurance et la place de l'assurance de dommages aux biens pour les risques naturels au sein de celles-ci.

	Assurance de personnes	Assurances de dommages (aussi appelée assurance de biens et de responsabilité)
Objet	Protéger la personne même de l'assuré.	Donner droit à une indemnité, normalement égale au montant du préjudice dû à un événement accidentel et involontaire, appelé « sinistre ».
Types	Exemples : Assurance en cas de vie, de décès, assurance-maladie, accidents corporels	Assurance de tiers (responsabilité civile...)
		Assurance de dommages aux biens (dont incendie, risques naturels...)

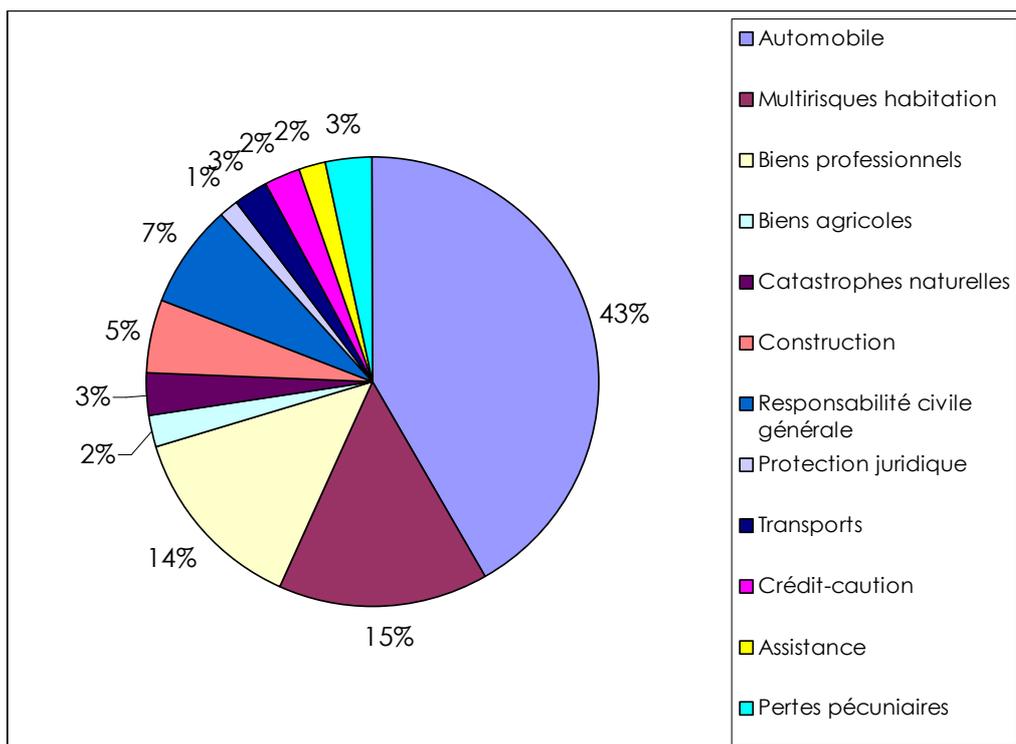
Le graphique ci-contre détaille la composition en chiffre d'affaires de l'assurance de biens et de responsabilité.

Pour les risques naturels hors risques agricoles, **l'assurance des risques naturels s'inscrit au sein des contrats multirisques habitation (MRH)**, et correspond aux garanties contractuelles pour les risques naturels :

- l'assurance **incendie** (pour les feux de forêt et la foudre quand elle crée des incendies), assurance à laquelle donne droit un contrat MRH
- l'assurance **tempête-grêle-neige** (rattachée obligatoirement à l'assurance incendie, donc au contrat MRH)
- au régime d'indemnisation des **catastrophes naturelles**. Cette assurance est obligatoirement associée aux contrats d'assurance garantissant les dommages d'incendie, mais aussi aux contrats d'assurance garantissant tous autres dommages aux biens situés en France ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur.
- l'assurance **dommages électriques** (pour la foudre quand elle ne crée pas d'incendie)
- l'assurance **dégâts des eaux** (s'il s'agit d'infiltrations d'eau sous les éléments des toitures par l'effet du vent sans dommage aux toitures).

Structure du chiffre d'affaires directes en assurances de biens et de responsabilité

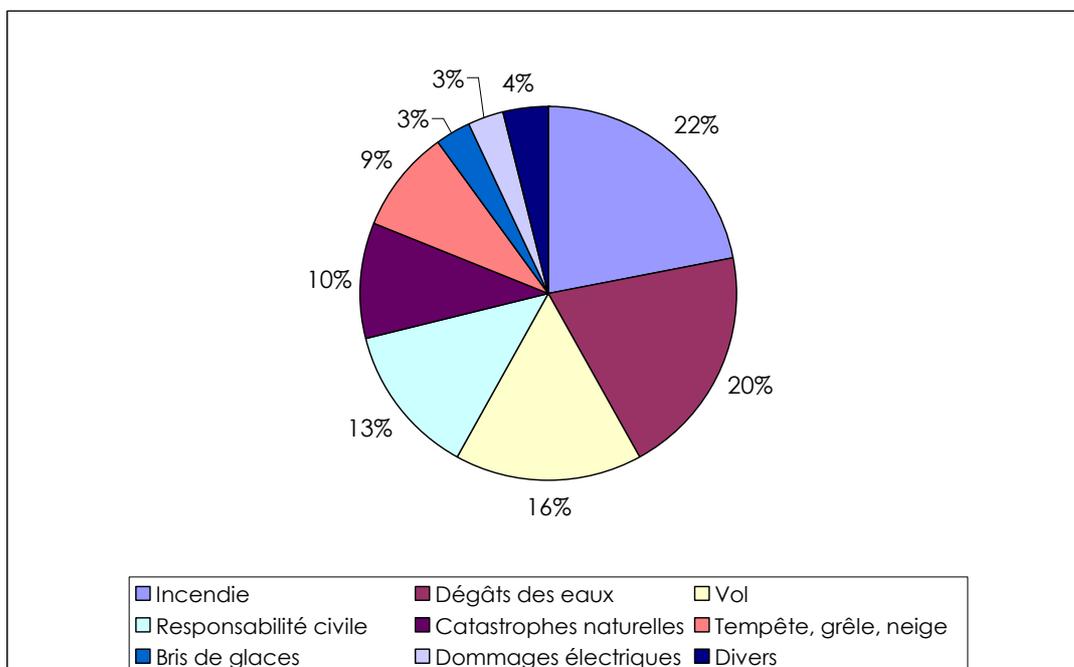
en 2006 (Total de 42,8 milliards d'euros de cotisations en 2006)



Source : FFSA⁹

Le graphique ci-dessous détaille la répartition des garanties au sein des contrats multirisques habitation en 2006. Les garanties portant spécifiquement sur les risques naturels (catastrophes naturelles et tempête-grêle-neige) représentent 19%, auxquels s'ajoutent les garanties dont seule une partie correspond à des risques naturels (incendie, dégâts des eaux, dommages électriques) et qui représentent 45%.

Répartition des garanties au sein des contrats multirisques habitation en 2006



Source : FFSA¹⁰

⁹ Bien que rattachée aux contrats multirisques habitation et automobile, l'assurance des catastrophes naturelles est présentée volontairement à part dans ce camembert.

2.1 Garanties contractuelles pour les risques naturels

Ces garanties s'appliquent aux risques considérés comme assurables, car statistiquement répartis :

- Les actions directes du vent ou des chocs de corps projetés par le vent, la grêle, le poids de la neige et les dommages de mouille consécutifs sont pris en charge par les garanties **tempêtes, grêle et neige sur les toitures**.
- De la même façon, les infiltrations d'eau sous les éléments des toitures par l'effet du vent sans dommage aux toitures elles-mêmes sont couverts par la garantie **dégâts des eaux**.
- Les dommages causés par la foudre sont couverts par la garantie **incendie** si la foudre crée un incendie, sinon par la garantie **dommages électriques**.

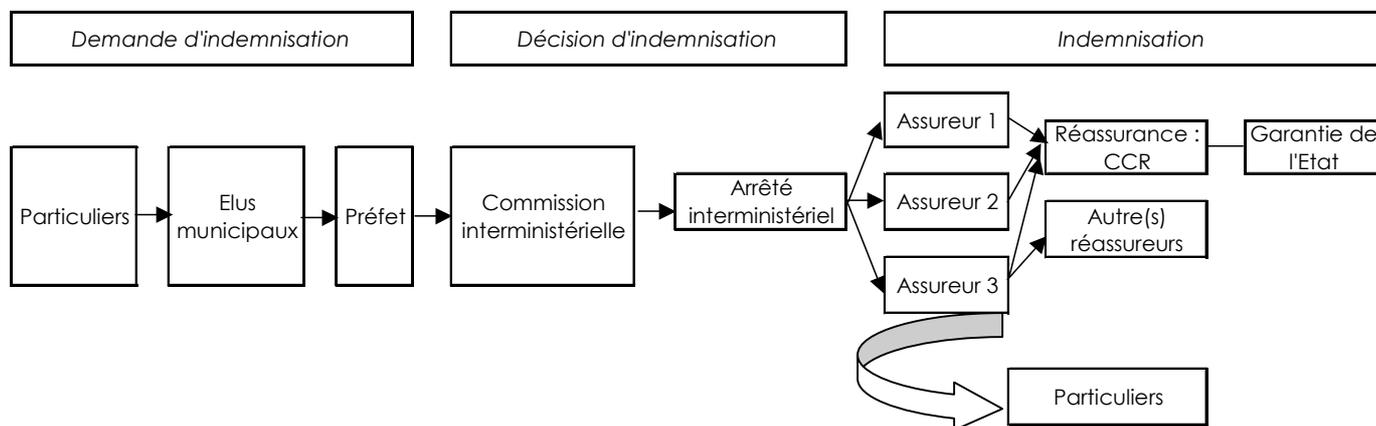
2.2 Catastrophes naturelles

En France métropolitaine, le régime a été instauré par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (article L.125-1 à L.125-6 et L.431-9 du code des assurances). La loi crée une obligation légale d'assurance des catastrophes naturelles. L'indemnisation des biens assurés suite à une catastrophe naturelle se fonde sur le principe de solidarité nationale.

Le financement est assis sur une prime additionnelle s'appliquant à toutes les primes afférentes aux contrats d'assurance. L'indemnisation est assurée directement par les compagnies d'assurance.

Pour les sociétés FFSA, les cotisations relatives à ce régime ont représenté, entre 1997 et 2006, une part annuelle constante égale à 3% du montant total de cotisations perçues pour les assurances de biens et responsabilité.

L'organisation du système actuel



Source : MINEIE / DGTPE

¹⁰ La surprime pour les catastrophes naturelles est égale à 12% de la prime incendie. Etant ici calculée sur l'ensemble de l'encaissement multirisques habitation, on trouve un pourcentage inférieur (10%).

Le régime cat' nat' actuel en France métropolitaine

<p>Biens couverts</p>	<p>Les contrats d'assurance garantissant les dommages d'incendie ou les dommages aux biens situés en France ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur ouvrent droit à la garantie contre les catastrophes naturelles (article L.125-1 du code des assurances).</p> <p>La garantie couvre tous les biens mobiliers ou immobiliers assurés sauf les biens susceptibles d'être indemnisés au titre des calamités agricoles (récoltes non engrangées, cultures, sols).</p> <p>Cette garantie est étendue aux pertes d'exploitation, si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré.</p> <p>L'Etat est exclu de la garantie puisqu'il est son propre assureur. Les biens communaux ne sont pas assurables (voirie, ponts...).</p>
<p>Définition des catastrophes naturelles</p>	<p>Sont considérées comme des catastrophes naturelles les « dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel ¹¹ » (article L.125-1).</p> <p>Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie « catastrophes naturelles », il faut que l'agent naturel en soit la cause déterminante. L'agent naturel doit par ailleurs présenter une intensité anormale, quelle que soit son importance (dommage très localisé ou non).</p> <p>Les évènements cycloniques relèvent de ce régime en Outre Mer, dans le cas où le vent dépasse une certaine force. Les tempêtes sont des risques assurables et ne relèvent donc pas du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles.</p> <p>Les incendies résultant de cataclysme (éruptions de volcans, tremblements de terre et autres cataclysmes) ne sont pas à la charge de l'assureur (article L122-6).</p>
<p>Les 3 acteurs du régime</p>	<p>Les assureurs</p> <p>La Caisse Centrale de réassurance (CCR), société de réassurance publique qui réassure les entreprises d'assurance¹²</p> <p>L'Etat qui apporte sa garantie illimitée à la CCR</p>
<p>Les conditions nécessaires pour être indemnisé</p>	<p>L'assuré possède un contrat d'assurance de dommage aux biens qui comporte obligatoirement une extension permettant la couverture des catastrophes naturelles.</p> <p>L'état de catastrophe naturelle est constaté par un arrêté interministériel (des ministères de l'Intérieur, et de l'Économie et des Finances) qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages couverts par la garantie (article L.125-1). L'arrêté interministériel est pris après avis d'une commission interministérielle, saisie par le Préfet sur demande d'une commune, reconnaît, sur la base de rapports scientifiques, le caractère exceptionnel du phénomène naturel ayant généré les dommages.</p>

¹¹ Parmi les dommages non couverts par ce régime, on peut citer : les dommages indirects, les dommages causés aux récoltes non engrangées, aux cultures, aux sols et au cheptel vif hors bâtiment (cf. calamités agricoles), les dommages subis par les corps de véhicules aériens, maritimes, lacustres et fluviaux, ainsi que par les marchandises transportées par ces véhicules et les dommages aux bâtiments en travaux.

¹² Article L.431-0 « La caisse centrale de réassurance est habilitée à pratiquer les opérations de réassurance des risques résultant de catastrophes naturelles, avec la garantie de l'Etat, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'Etat. »

La solidarité nationale

L'indemnisation des biens assurés suite à une catastrophe naturelle se fonde sur le principe de solidarité nationale, exprimé par 3 canaux :

- La loi crée une **obligation légale d'assurance** des catastrophes naturelles.
- La **surprime cat' nat'**, payée par tout assuré, est fixée à un **taux uniforme**¹³.
- La Caisse centrale de réassurance bénéficie de la **garantie de l'Etat**¹⁴.

Ce régime, couramment appelé « régime cat' nat' », sera détaillé dans le II.2.

2.3 Notion et seuil d'assurabilité

Ainsi, certains aléas peuvent selon le caractère assurable du phénomène relever du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles ou de garanties contractuelles lorsqu'elles existent. L'assurabilité et le seuil d'assurabilité sont des notions difficiles à définir. L'assurabilité dépend de la connaissance du risque, des capacités de modélisation des aléas, et des effets de spatialisation. D'après Gollier[7], « un risque est défini comme inassurable, si, compte tenu de l'environnement économique, aucun transfert de risque mutuellement avantageux entre le consommateur et les assureurs ne peut être exploité »¹⁵.

Plusieurs critères « techniques » peuvent être définis¹⁶ :

- la nature des périls : caractère dénommé ou non du péril et caractère spatialisé de l'aléa
- la fréquence des aléas et donc l'amplitude des dommages
- la nature et le degré de vulnérabilité (apprécié par exemple selon la conformité aux normes de construction...) des enjeux
- le degré de mutualisation des risques, en fonction des cumuls d'expositions pour un marché donné : degré de compensation économique entre natures de périls d'une part, territoires et durées de mutualisation d'autre part.

On peut, à la lumière de ces critères, classer les différents risques naturels.

1. Pour la **nature des périls**, la subsidence est considérée comme un péril non **dénommé** ou, du moins, difficile à définir.
2. Pour l'effet spatialisé,
 - La tempête (et donc la tornade, catégorie de tempête¹⁷) est considérée comme non spatialisée. En France, la tempête est un risque assurable (garantie tempête-grêle-neige). Cela tient notamment à l'effet non spatialisé de la tempête qui peut toucher tout le territoire. On peut, en effet, à première approximation considérer que le territoire de la France métropolitaine présente un aléa tempête uniforme. (Bien sûr, un département comme le Finistère présente par son caractère littoral un plus fort aléa). Au contraire, la vulnérabilité varie d'une zone à l'autre. Cet effet non spatialisé permet la mutualisation des risques entre les différentes zones géographiques et la définition d'un seuil d'assurabilité. Il explique ainsi le développement de la garantie tempête.

¹³ Cependant, si le taux est uniforme, le montant de la surprime est a priori variable (voir encadré « La surprime cat' nat' uniforme s'applique sur la prime variable de dommages incendie » en II.1.2, p.32). Le taux appliqué est détaillé dans l'encadré « Le financement du régime » en II.2, p. 31).

¹⁴ Voir encadré « La garantie de l'Etat » en II.2, p.42-43.

¹⁵ "We define a risk as uninsurable, if given the economic environment, no mutually advantageous risk transfer can be exploited by the consumer and the suppliers of insurance." Source : Gollier[7].

¹⁶ CEA[17].

¹⁷ Voir annexe 7.

- Ouragans, cyclones, typhons sont considérés comme peu spatialisés. En France, un seuil d'assurabilité existe pour les événements cycloniques en Outre-Mer.

- Les tremblements de terre sont assez spatialisés, puisque limités aux zones de faille actives.

- Les aléas très spatialisés comprennent les inondations (dans les lits majeurs de bassins versants), les avalanches, le volcanisme, les mouvements de terrain.

Ainsi, les inondations, la sécheresse, et autres mouvements de terrain, les avalanches, le volcanisme... présentent un effet spatialisé et la couverture hors régime cat' nat' de ces aléas est quasi-inexistante.

3. Pour le critère de **fréquence des aléas**, le domaine d'efficacité optimale de l'assurance correspond aux aléas peu fréquents à rares. Il existe pour ces aléas un effet de levier économique et social lié aux options de mutualisation entre les différentes catégories d'assurés (particuliers, entreprises...), conciliant accessibilité de l'assurance et incitation des acteurs à la prévention, mobilisation des capacités d'assurance directe et de réassurance de marché.
4. Pour la **nature et le degré de vulnérabilité des enjeux**, on ne peut établir pour chaque risque un constat global valant pour le territoire entier.
5. Le **degré de mutualisation des risques** est le dernier critère, et non le moindre. Les marchés européens qui ont développé l'assurance des catastrophes naturelles pour les périls les moins assurables l'ont regroupée dans une « extension de couverture » multipérils, qui ne permet pas à l'assuré de choisir « à la carte » d'être couvert seulement pour les périls pour lesquels il se considère le plus exposé.

Un tableau récapitule les différents régimes d'assurance existant en France¹⁸ selon les aléas. Puis sont détaillés le cas de l'assurance de la sécheresse qui s'articule avec l'assurance construction puis l'absence actuelle de mécanisme d'assurance propre pour l'assurance des forêts et autres bois sur pied.

¹⁸ Les différents régimes européens d'assurance des catastrophes naturelles sont décrits dans la partie II.1.

**L'assurance des risques naturels hors risques agricoles en France métropolitaine
et quatre départements d'outre-mer (Martinique, Guadeloupe, Réunion et Guyane)¹⁹**

ALEAS	Garanties contractuelles (souvent rattachées à l'assurance incendie)	Régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (assurance obligatoire rattachée à l'assurance incendie)
1. Dommages assurables		
Grêle	Assurance « tempête, grêle, et neige sur les toitures »	NON
Neige	Assurance « tempête, grêle, et neige sur les toitures »	NON
Poids de la neige sur les toitures	Assurance « tempête, grêle, et neige sur les toitures »	NON
Gel	Assurance « tempête, grêle, et neige sur les toitures »	NON
Foudre	Si provoque un incendie, assurance incendie. Sinon, assurance « dégâts électriques ».	NON
Feux de forêt	Assurance incendie.	NON
	Pas de mécanisme d'assurance propre pour la forêt. (Voir ci-après pour plus de détails sur l'assurance pour la forêt)	Seuls les effets du vent dû aux tempêtes sont considérés comme non-assurables et peuvent déclencher le régime cat' nat' en métropole.
Tempêtes (incluant les tornades) : France métropolitaine²⁰	Assurance « tempête, grêle, et neige sur les toitures »	NON
Tempêtes (incluant les tornades) : DOM	<u>Critères :</u> - vents d'une intensité anormale (plus de 100 km/h), - à l'origine de nombreux dommages affectant des bâtiments de bonne construction (i.e. en mesure de résister à l'action habituelle des vents). - ampleur exceptionnelle des dommages (destructions nombreuses dans la commune où se situent les biens sinistrés et dans les communes environnantes).	NON Loi n° 90-509 du 25 juin 1990 : les dommages résultant des effets du vent dû aux tempêtes sont écartés du champ d'application du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles. Seuls les effets dus à la pluie et à l'action de la mer peuvent être déclarés catastrophes naturelles.
	Garantie spécifique volontaire de la part de l'assuré, alors annexée aux contrats classiques d'assurance (dommages aux biens et pertes financières induites)	

¹⁹ Dans les territoires d'Outre-Mer, les dispositions relatives à la France métropolitaine s'appliquent pour Wallis et Futuna, pour Mayotte et Saint-Pierre-et-Miquelon, mais pas pour les autres territoires d'Outre-Mer. La Nouvelle-Calédonie et la Polynésie française demeurent hors du champ d'application de la loi de 1982.

²⁰ Les tempêtes de 1999 et les tornades d'Haumont en août 2008 n'ont pas été indemnisées dans le cadre du régime cat' nat' en tant que telles, mais au titre des inondations respectivement causées par ces actions du vent et qui ont été reconnues comme catastrophes naturelles.

ALEAS	Garanties contractuelles (souvent rattachées à l'assurance incendie)	Régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (assurance obligatoire rattachée à l'assurance incendie)
2. Dommages pouvant être assurables ou non assurables		
2.1 Sans effet spatialisé ou avec un faible effet spatialisé		
Evènements cycloniques (DOM)	<u>Seuil</u> : Assurable dès lors que la force du vent ne dépasse pas 145 km/h en moyenne sur 10 minutes et ne dépasse pas 215 km/h en rafales.	<u>Seuil</u> : Non assurable si force du vent > 145 km/h en moyenne sur 10 minutes ou 215 km/h en rafales.
	Couverture obligatoire par les contrats d'assurance de type classique garantissant les dommages d'incendie ou de perte d'exploitation après incendie.	OUI Loi n° 2000-1207 du 13 décembre 2000 : Evénements susceptibles de générer des indemnités « catastrophes naturelles ».
Infiltration d'eau sous les éléments des toitures par l'effet du vent sans dommage aux toitures	Garantie « dégâts des eaux »	OUI
2.2 Avec effet spatialisé		
Mouvements de terrain Dont sécheresse (mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols) Dont cavités souterraines	Inexistant Pour constructions de moins de 10 ans, assurance dommage-ouvrage et responsabilité civile décennale (voir ci-après).	OUI Mais sont exclus de l'application du régime cat' nat' les dommages résultant de l'exploitation passée ou en cours d'une mine.
Inondations -par débordement de cours d'eau -par ruissellement -consécutives aux remontées de nappes phréatiques -crues et laves torrentielles -phénomènes liés aux variations du niveau de la mer	Existents chez certains assureurs (par exemple la MAÏF), mais globalement peu développées.	OUI
Avalanches	Inexistant	OUI
Volcanisme	Inexistant	OUI
Séisme	Inexistant	OUI

2.4 Assurance construction

La **Responsabilité Civile décennale** (ou Responsabilité Civile du constructeur) qui rend le constructeur responsable les dix premières années de la construction en cas de malfaçons.

L'**assurance dommage ouvrage** est une assurance obligatoire pour les constructions neuves, instituée par la loi n°78-12 du 4 janvier 1978.

Elle doit être souscrite par le maître d'ouvrage avant le début des travaux effectués par une entreprise. Elle a pour objet de garantir le remboursement ou la réparation des désordres relevant de la garantie décennale sans attendre les décisions de justice. La compagnie fournissant cette garantie doit faire effectuer les travaux nécessaires déterminés par une expertise unique. A charge pour elle de se retourner ensuite contre le ou les responsables des désordres constatés, par l'intermédiaire de leur assureur de responsabilité civile décennale respectif²¹.

Elle garantit le propriétaire ayant fait réaliser les travaux, mais aussi les propriétaires suivant dans la limite de la durée de la garantie décennale.

Cette assurance est **obligatoire**. Etant d'ordre public, on ne peut y déroger par contrat et la non-souscription est donc passible de sanctions pénales, exception faite des personnes physiques construisant un logement pour elles-mêmes ou pour le conjoint, leurs ascendants ou descendants ou ceux de leurs conjoints, et peut entraîner des difficultés en cas de revente du bien concerné pendant la durée de la garantie décennale. Dans ce cas, le vendeur doit impérativement souscrire une assurance pour la durée restant à courir.

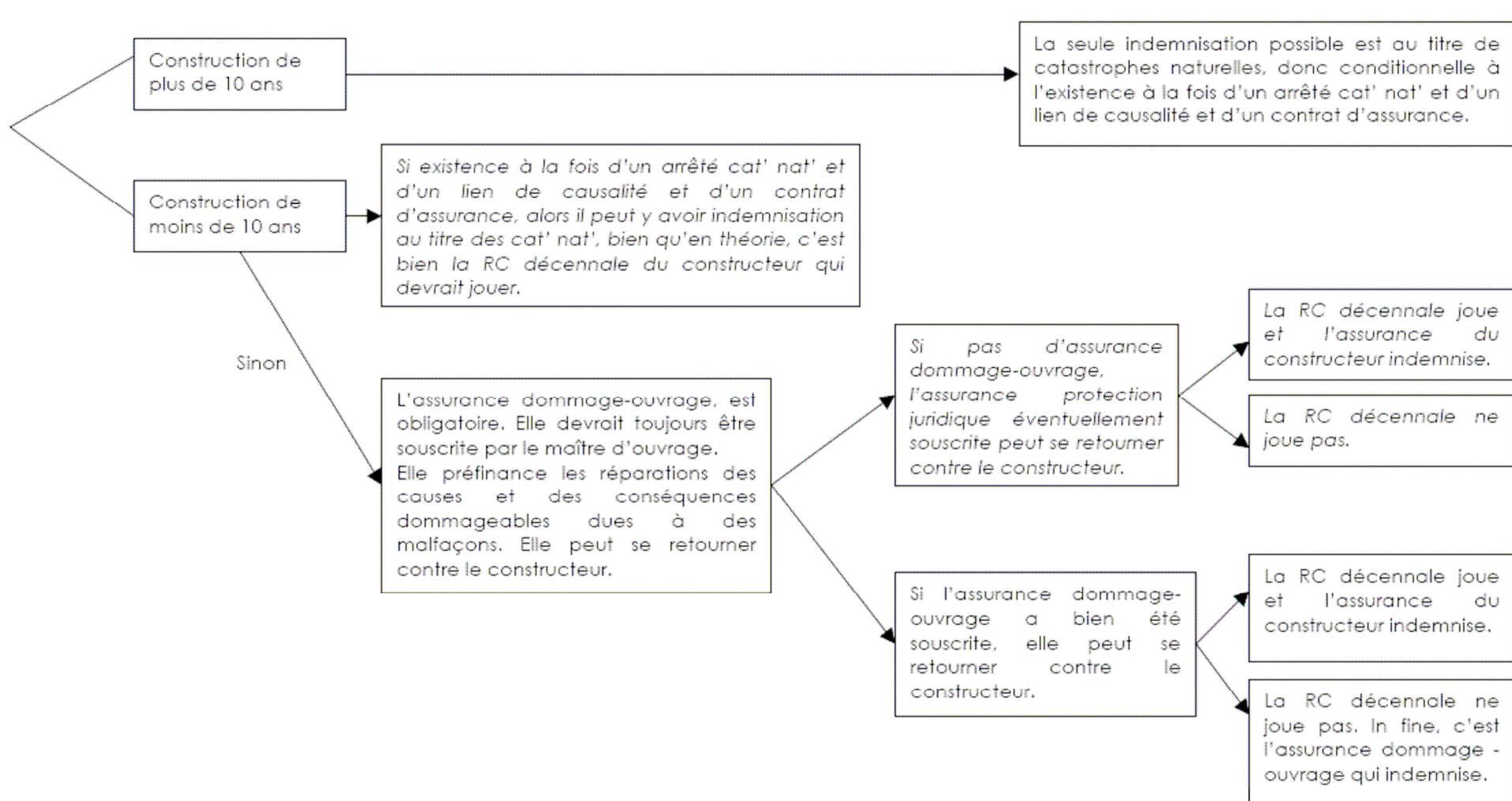
Les cotisations pour l'assurance dommage-ouvrage sont estimées à un montant variant entre 2% et 5% du coût de la construction, ce qui représente actuellement un montant très élevé. Cependant, cette prime n'est versée qu'une seule fois et correspond à une assurance non plafonnée sans franchise. En effet, les franchises sont interdites.

Le marché est peu développé et se concentre actuellement sur 4 à 5 assurances. Deux principales raisons peuvent être identifiées. D'une part, les agents sont réticents à verser une prime élevée, malgré la couverture étendue offerte. D'autre part, les assureurs estiment souvent que cette unique prime ne suffit pas à couvrir les éventuels dommages.

Le schéma ci-contre résume l'articulation de ces assurances entre elles et avec le régime cat' nat'.

²¹ Le point de départ de la garantie débute au terme de la première année suivant la réception des travaux, elle prend ainsi la suite de la garantie de parfait achèvement et prend fin au terme de la garantie décennale.

Assurance construction



RC= Responsabilité Civile

En italique, apparaissent les situations qui ne devraient pas exister !

2.5 Assurance des forêts et autres bois sur pied²² : absence de mécanisme d'assurance propre

Les préjudices causés par les feux de forêt figurent parmi les risques assurables et peuvent donc faire l'objet d'un dédommagement, au titre du régime de **l'assurance incendie**. Contrairement à d'autres risques naturels, ce n'est pas donc la garantie « catastrophes naturelles » qui s'applique. Les tempêtes, étant des dommages considérés comme assurables relèvent de garanties contractuelles et non du régime cat' nat'. Seuls les événements cycloniques dans les DOM peuvent déclencher l'indemnisation au titre des catastrophes naturelles. Dans le cadre des tempêtes de décembre 1999, 69 départements ont été déclarés en état de catastrophe naturelle, mais au titre des inondations, glissements de terrains, submersion... La majeure partie des dommages résultant des tempêtes de décembre 1999 n'ont pas bénéficié du régime cat' nat'.

En France métropolitaine, les dégâts causés aux bois et aux forêts ne bénéficient pas du régime d'indemnisation des calamités agricoles.

Les tempêtes de la fin 1999 ont révélé **l'ampleur des lacunes existant en matière d'assurance des forêts**. Il n'existe en effet à l'heure actuelle aucun mécanisme d'assurance propre à la forêt. Certains professionnels préconisent la création d'un dispositif de type " calamités forestières " similaire à ce qui existe dans le secteur agricole et qui n'a jamais été transposé au secteur forestier.

On estime la surface forestière actuellement assurée à 5 % de la surface forestière totale, cette surface étant inférieure à celle assurée avant les tempêtes de 1999. Les assureurs proposent essentiellement²³ une garantie pour frais de reconstitution de la forêt qui assure le déblaiement des arbres abattus et la replantation.

Le désengagement des assureurs est aujourd'hui réel. Les tempêtes sont une cause majeure de ce désengagement. Le projet de loi d'orientation sur la forêt du 16 janvier 2001 estimait à 45 milliards de francs le coût total annuel des dégâts causés par les tempêtes en France, dont 1 milliard de francs pour la seule forêt. Or l'encaissement annuel des assureurs de la forêt s'élevait à 20 millions de francs. S'ensuit une hausse des primes d'assurance corrélée à une baisse des garanties offertes par les contrats.

Suite à la loi no 2001-602 du 9 juillet 2001 d'orientation sur la forêt, le gouvernement devait présenter au Parlement un rapport dressant un bilan des intempéries de décembre 1999 sur les propriétés forestières et présentant des propositions en matière d'assurance contre les risques de chablis. Ce rapport est toujours en attente de publication. En effet, les obstacles au développement de l'assurance en forêt sont nombreux : sous-rentabilité de l'investissement forestier, absence de mécanismes fiscaux attractifs mais aussi morcellement de la forêt française.

Dès lors, la solution consistant à développer l'épargne apparaît la plus adaptée, compte-tenu du contexte budgétaire actuel. Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, il a été proposé de permettre la création d'un compte aléas pour les propriétaires forestiers privés (personne physique ou morale). Ce compte aurait vocation à recueillir des fonds issus des produits de la forêt, sur une durée limitée ; les fonds déposés et les intérêts perçus ne pourraient être utilisés que pour des opérations de traitement, de nettoyage en cas d'aléas dans les forêts du titulaire du compte.

²² Je remercie mon collègue Pascal Blanquet, chargé de mission Forêts et Océans, pour ses explications et son aide précieuse dans la rédaction de cette sous-partie.

²³ Les contrats en valeur d'avenir permettent une indemnisation des dommages réellement subis par les propriétaires et donc des pertes de recettes en termes de capital futur. Ils sont très peu développés. 29

II – Evaluation du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles en France

1. Le régime cat' nat'

1.1 Comparaisons internationales

Avant de décrire et d'étudier le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles en France, il est intéressant de rappeler brièvement comment le régime français se positionne par rapport aux différents systèmes européens et américain.

En Europe

D'après le rapport de synthèse de la mission d'enquête sur le régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles de 2005 [2], trois modèles dominants peuvent être distingués au sein des différents régimes d'indemnisation des catastrophes naturelles :

- un modèle privé avec un marché libre et concurrentiel (ex : la Grande Bretagne),
- un modèle basé sur les interventions publiques sans marché assurantiel conséquent (ex : Italie),
- et un modèle avec un dispositif public obligatoire et monopolistique d'assurance, souvent complété par des aides publiques directes (ex : Espagne avec le Consorcio de Compensación de Seguros, organisme public d'assurance).

Les systèmes français et suisse sont hybrides, mi-publics, mi-privés, et s'apparentent à la troisième famille. Ce double caractère public et privé se traduit en France par la combinaison de l'expertise des sinistres apportée par l'assurance avec un fort degré de couverture de l'Etat. Et, si le système français est proche des systèmes espagnol et suisse de par le caractère obligatoire de sa couverture, il présente la particularité d'être à péril non-dénommé : contrairement aux autres systèmes, il n'exclut aucun type de risque.

Aux Etats-Unis

Les Etats-Unis ont une position intermédiaire entre le schéma anglais du marché privé, et le schéma français, basé sur la solidarité nationale. La loi, HR 3355, *The Homeowner's Defense Act of 2007*, votée par la chambre des représentants le 8 novembre 2007, implique une part croissante de la solidarité dans l'indemnisation des catastrophes naturelles. Les catastrophes naturelles se sont d'ailleurs invitées dans la campagne présidentielle américaine.

En effet, les Etats-Unis sont très exposés aux catastrophes naturelles, et tout particulièrement aux ouragans et tempêtes qui représentent la moitié des dommages catastrophiques, d'origine naturelle ou non. Face au retrait des assureurs et à l'envolée des tarifs, certains politiques proposent la mise en place d'une couverture fédérale.

1.2 Le fonctionnement du régime

Le texte fondateur et sa genèse

Les risques naturels sont exclus des contrats d'assurance jusqu'en 1982 du fait de l'absence de statistiques, d'une répartition inégale des risques, et du risque trop important pour les assureurs en cas de catastrophe de grande ampleur : « seul ce qui est mesurable est assurable ». Avant 1982, les sinistrés ne pouvaient compter que sur des aides publiques, limitées et inférieures au montant réel des dommages subis.

Des inondations catastrophiques de la Saône, du Rhône et de la Garonne marquent l'hiver 1981. La majorité des assureurs acceptent de participer volontairement à l'effort national en faveur des victimes.

La proposition de loi du 05/11/1981 par M. Colonna, député des Alpes-Maritimes visant à créer un droit à l'indemnisation des conséquences de catastrophes naturelles à la charge de l'Etat, serait à l'origine de la loi de 1982.

Il est important de rappeler que le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles instauré par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles en France métropolitaine s'inscrit dans un contexte favorable à son instauration :

- un contexte politique favorable : il est envisagé à l'époque de nationaliser l'ensemble du secteur de l'assurance, ce qui explique l'importance de la solidarité dans le système actuel ;
- un contexte assurantiel favorable en France métropolitaine : une grande majorité des particuliers et entreprises sont déjà assurés et souscrivaient un contrat MRH ou assurance automobile. Il n'y a donc aucun problème d'accès général à l'assurance en France métropolitaine. On estime actuellement le taux d'assurés à plus de 90% de la population en France métropolitaine. Ce taux est nettement inférieur en Outre-Mer.

L'évolution du régime

Des modifications ont été apportées au régime depuis la loi de 1982.

Parmi celles-ci, il semble important de mentionner les modifications du champ d'intervention du régime cat' nat' quant à la nature des risques couverts et à son étendue géographique (voir annexe 11 pour détails).

Nous nous limitons ici aux évolutions concernant le régime assurantiel. Celles-ci ont été décidées dans le cadre de la réforme de 1999-2000. En 1999-2000, les pouvoirs publics sont confrontés à une baisse sensible des provisions de la CCR. Ils modifient donc significativement les différents paramètres du système : le taux de surprime, les franchises et les conditions de réassurance.

Le financement du régime

Le financement du régime repose, en premier lieu, sur un **taux de prime unique** pour tous les assurés qu'ils habitent ou non dans des zones fortement menacées.

Au titre de l'extension obligatoire pour les catastrophes naturelles, l'assuré paye une prime supplémentaire (appelée surprime) calculée en appliquant un taux unique (variable selon les catégories de contrat) à la prime du contrat d'assurance de base.

- De 12 % de la prime pour un contrat multirisque habitation
- De 6 % de la prime pour un contrat d'assurance d'un véhicule

Ces surprimes « cat' nat' » sont partagées entre l'assureur et la Caisse Centrale de réassurance et le Fonds de prévention des risques naturels majeurs.

Par ailleurs, l'assuré conserve à sa charge une partie de l'indemnité due par l'assureur. La **franchise** prévue aux articles A.125-1 à 3 du code des assurances est valable pour les contrats « dommage » (incendie, autres dommages aux biens et corps de véhicules terrestres à moteur) et « pertes d'exploitation ». (Voir tableau Augmentation et modulation des franchises (arrêtés du 05/09/2000) pour les différents montants selon les catégories, en II.2.3, p.53)

L'évolution des primes

L'arrêté du 3 août 1999 augmente le taux de surprime de 9% à 12% pour les contrats de dommages aux biens. Cette hausse concerne la majeure partie de la masse des primes de catastrophes naturelles. Le reste est prélevé sur les contrats automobiles (qui représentait environ 13% des primes), pour lesquels la surprime reste à 6%. La masse totale de primes augmente ainsi de 29%.

Le « particulier moyen » voit concrètement son assurance augmenter de 3% (environ 4.6 euros), sa surprime passant de 14 euros à 18 euros. Cette facture très limitée s'explique par la solidarité entre l'ensemble des assurés français²⁴.

On rappelle à cette occasion que si la surprime cat' nat' correspond à un taux unique, son montant est a priori variable.

La surprime cat' nat' uniforme s'applique sur la prime variable de dommages incendie

La prime incendie est établie librement, dans le cadre du contrat entre un assureur et un assuré. Donc, **si le taux de surprime cat' nat' est uniforme, le montant de la prime ne l'est pas.**

La première différence s'établit entre catégorie d'assurés. Le **montant de la prime incendie d'une entreprise** est bien supérieur à celui de la prime d'un particulier²⁵.

Une différence peut s'établir entre des particuliers, mais surtout au sein des entreprises. En effet, les sociétés d'assurance envoient sur les sites des entreprises des experts. Ces derniers prennent en compte les mesures de prévention contre l'incendie effectuées par les entreprises et diminuent en conséquence la prime incendie. Ainsi, une entreprise potentiellement exposée à une inondation, dotée d'extincteurs automatiques à ses plafonds, paie une surprime cat' nat' bien moins forte, grâce, non pas à une mesure de prévention contre le risque inondation, mais contre l'incendie...

L'augmentation et la modulation des franchises

Deux arrêtés du 5 septembre 2000 augmentent les franchises pour les biens à usage professionnel ou non, en distinguant s'il s'agit d'un cas de sécheresse pour lequel l'augmentation est bien plus forte. Les franchises sont également modulées à la hausse pour les communes « récidivistes » non-dotées d'un PPR.

Les communes à risques ont donc une forte motivation à obtenir qu'un PPR soit prescrit. Le problème est que rien ne les oblige à le mettre en oeuvre immédiatement ! Au bout de 5 ans, les franchises modulées deviennent à nouveau cependant applicables si le PPR n'a pas été approuvé.

L'arrêté du 4 août 2003 ramène ce délai d'approbation des PPR à 4 ans.

Ces mesures seront détaillées et analysées dans la partie II. 2.3.

²⁴ Cette augmentation date de l'été 1999 et est donc antérieure aux graves inondations de l'Aude et aux inondations liées aux tempêtes de décembre 1999, prises en charge par le régime cat' nat'. Ses motivations ont été analysées comme suit : un point d'augmentation pour rétablir les comptes de la CCR ; un point pour couvrir l'augmentation des sinistres sécheresse ; un point pour anticiper l'extension du régime aux départements d'outre-mer.

²⁵ Le montant de la prime d'un contrat MRH pour un particulier est environ 200 euros. La surprime cat' nat' de 12% représente donc 24 euro. Pour une entreprise, il est difficile de donner une estimation, car le montant de la prime varie avec la taille de l'entreprise et la valeur des biens assurés.

L'évolution de la réassurance

La réassurance en quote-part

Dans un traité en quote-part, l'assureur et le réassureur se partagent proportionnellement les risques : l'assureur cède au réassureur q% des primes collectées et le réassureur rembourse q% des indemnités versées par l'assureur. L'assureur retient ainsi (1-q) % des primes et des sinistres.

La réforme de la quote-part a concerné les taux, le champ d'application et la commission de réassurance. Les assureurs ont été ainsi amenés à céder équitablement le risque et le coût de la quote-part a très nettement augmenté.

Evolution de la réassurance en quote-part

	Avant 2000	Après 2000
Taux de cession	Le taux de cession maximum était de 90% en 1982. Il était compris entre 40% et 60% en 1997. On constatait une moyenne de 42%.	Depuis 2000, les contrats imposent aux assureurs de céder exactement 50% de leurs risques.
Champ considéré	Les contrats MRH et automobile représentaient respectivement 87% et 13% des primes. Ils constituaient deux portefeuilles distincts.	Le champ considéré est l'ensemble du portefeuille pour éviter qu'un assureur ne cède que ses « mauvais risques » (sélection adverse).
	Dans les contrats automobile, la sinistralité due à une catastrophe naturelle est bien inférieure à la prime correspondant à l'indemnisation des catastrophes naturelle. Ainsi, avant 2000, les assureurs se gardaient bien de se réassurer sur le portefeuille automobile.	
Commissions de réassurance	Les commissions de réassurance reversées par la CCR étaient de 24% en 1982.	Les commissions de réassurance reversées par la CCR ont disparu. En d'autres termes, le partage des frais entre assureur et réassureur a été supprimé, aux dépens des assureurs.

Source : Erhard-Cassegrain, Massé et Momal[5]

La réassurance en stop loss

L'assureur complète la couverture en quote-part par un traité en excédent annuel de pertes (ou « stop loss »), afin de se protéger d'une forte pointe de sinistralité et du risque de fréquence.

Dans un traité en stop loss, le réassureur rembourse l'assureur de sa charge de sinistre au-delà d'un montant fixé appelé priorité du traité (comparable à une franchise dans un contrat d'assurance ordinaire) et jusqu'à une certaine limite définie par la portée du traité (comparable au remboursement maximal prévu dans un contrat ordinaire). L'effet du stop loss pour l'assureur est donc de tronquer les pertes retenues en quote-part.

Dans le cas des contrats de réassurance proposés par la CCR, le stop loss s'applique à partir d'un montant annuel de sinistres bruts égal aux primes reçues et sans limite. En effet, la CCR bénéficie de la garantie de l'Etat et offre donc des contrats sans limite supérieure de couverture.

La franchise du stop loss est fixée contractuellement au montant du chiffre

d'affaire de l'assureur correspondant aux catastrophes naturelles (c'est-à-dire au montant annuel des primes reçues au titre du régime cat' nat'). Ainsi, la CCR oblige l'assureur à se couvrir.

Exemple fourni par la CCR

Hypothèses sur l'encaissement de l'assureur et données contractuelles	
Encaissement de l'assureur : 1 000 000 €. <ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de cession en quote-part : 50 % Et rétention de l'assureur : 50 % soit 500 000 €. - Franchise du stop-loss : 200 % de 500 000 € = $200\% \times 50\% \times 1\,000\,000 = 1\,000\,000$ €. 	
Hypothèse sur la sinistralité annuelle (en un ou plusieurs sinistres)	
<i>1ère hypothèse : sinistralité = 50 000 €</i>	<i>2e hypothèse : sinistralité = 10 000 000 €</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Répartition au titre de la quote part : <ul style="list-style-type: none"> o Assureur 50 % = 25 000 €. o CCR 50 % = 25 000 €. - La partie restant à charge de l'assureur (25 000 €) étant inférieure à la franchise du stop-loss, celui-ci n'intervient pas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Répartition au titre de la quote part <ul style="list-style-type: none"> o Assureur 50 % = 5 000 000 €. o CCR 50 % = 5 000 000 €. - Répartition au titre du stop-loss : <ul style="list-style-type: none"> o Assureur = 1 000 000 € (montant de la franchise). o CCR = $5\,000\,000 - 1\,000\,000 = 4\,000\,000$ €. - La charge totale de la CCR s'élève donc à 9 000 000 € tandis que celle de l'assureur reste à 1 000 000 €.

Source : www.ccr.fr

On retrouve bien dans cet exemple une franchise fixée contractuellement à 200% de la rétention de l'assureur. En effet, l'assureur conserve 50% des risques et 50% des primes à la suite de la cession en quote-part. La franchise s'élève donc à $200\% \times 50\%$ de son encaissement initial, c'est-à-dire exactement son encaissement initial. Ainsi, par construction des contrats assureur/CCR, l'exposition maximale de l'assureur représente exactement son l'encaissement.

Le coût du traité en stop loss est tarifé par la CCR en fonction de la qualité du portefeuille cédé. En moyenne, le coût est de 5% des primes perçues.

L'Information Acquéreur Locataire (IAL)

Entrée en vigueur le 01/06/2006, l'IAL oblige le vendeur ou bailleur d'un immeuble ayant subi un sinistre relevant de la garantie cat' nat' ou situé dans une zone couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles d'en informer par écrit l'acquéreur ou le locataire (loi du 30/07/2003).

Dans un souci de clarté, voici un schéma récapitulant les conditions actuelles de réassurance.

Schéma résumant les conditions actuelles de réassurance

<p>En cas de sinistre, les charges sont réparties entre l'assureur et la CCR. Si la charge de sinistre devient trop importante et que la CCR n'a pas assez de réserves financières, l'Etat est appelé en garantie. Les assureurs ont ainsi la possibilité de transférer par un système de réassurance une partie de leurs risques à l'Etat. La réassurance s'effectue par une cession en quote-part et pour les sinistres importants par un contrat stop loss.</p>	
<p>Cession en quote-part : l'assureur est en droit de céder une partie des risques (et les surprimes y afférents) à la CCR. Le taux de cession maximum était de 90% en 1982, les assureurs sont actuellement contraints contractuellement de céder exactement 50% de leurs risques.</p>	<p>Contrat stop loss : Dans le cas où le coût des sinistres dépasse le montant des surprimes perçues, la CCR prend en charge et sans limite tous les remboursements en excès.</p>
<p>Source : CCR</p>	

2. Evaluation du régime cat' nat' en France métropolitaine

2.1 Bilan économique et financier du régime actuel

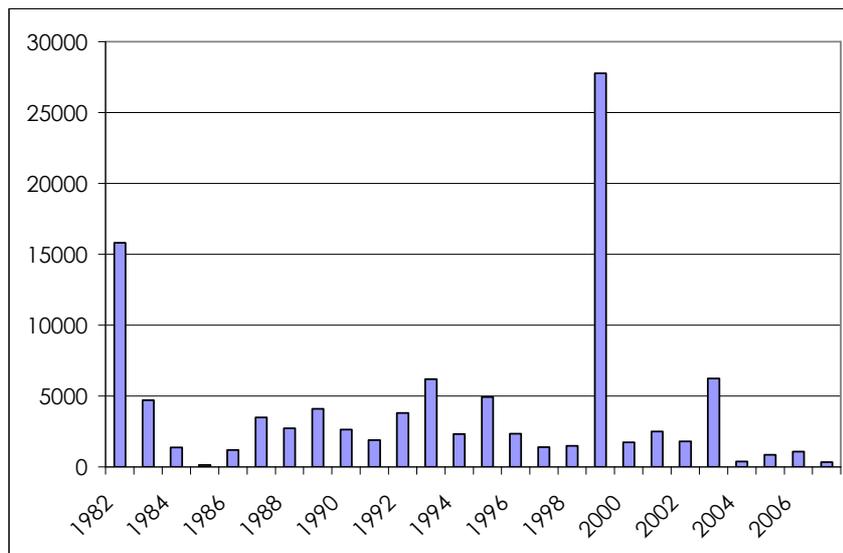
Le dispositif actuel d'indemnisation des catastrophes naturelles permet une couverture étendue des différents risques en France métropolitaine et est globalement bénéficiaire en situation courante, mais il est vulnérable en cas d'évènement très dommageable.

Une couverture étendue des différents risques

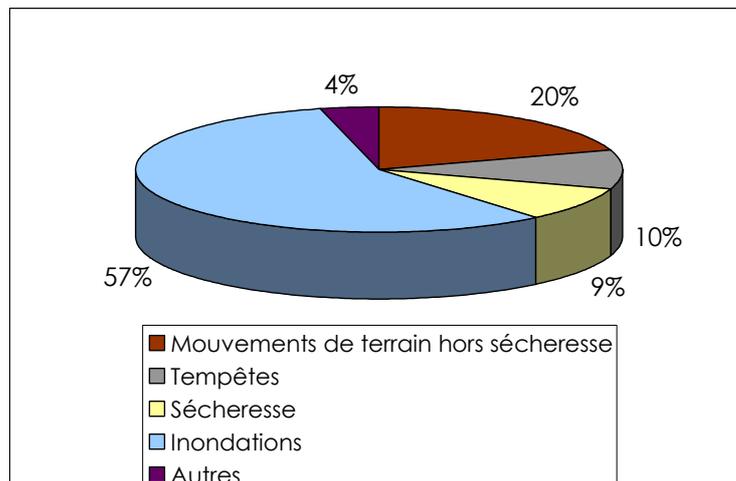
Au total, sur les 36 679 communes de France, 99% ont fait l'objet d'au moins un arrêté catastrophes naturelles depuis 1982. Depuis 1982, l'ensemble des arrêtés totalise 103 278 communes (tous types de périls répertoriés). Nombreuses communes ont donc fait l'objet de plusieurs arrêtés.

En ne comptabilisant les communes qu'une seule fois sur toute la période 1982-2006, 64% des arrêtés publiés concernent des inondations. Les inondations représentent donc le premier des risques en nombre de communes touchées.

Evolution du nombre de communes sinistrées par année de début d'événement depuis 1982

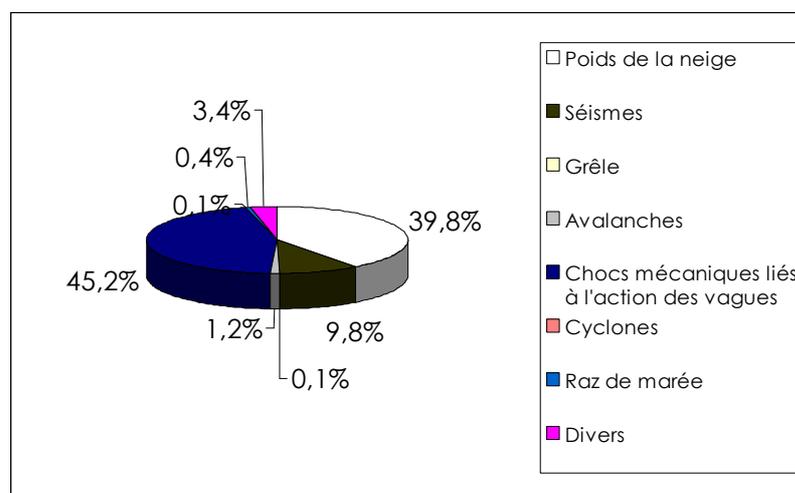


Répartition des communes par type de périls (cumul 1982-2006)



Le détail des autres risques est décrit ci-dessous.

Ventilation des autres périls



Source des trois graphiques : FFSA²⁶

²⁶ Dans les deux camemberts, une commune sinistrée est comptée une seule fois par année. Si elle peut être sinistrée plusieurs années, elle est comptée plusieurs fois.

Les données « financières » du régime

Les indemnisations : le fort poids des inondations et de la sécheresse

Sur la période 1982-2006, les inondations, la sécheresse et les évènements cycloniques représentent respectivement 60%, 33% et 7% de la charge cumulée des sinistres cat' nat' indemnisés qui s'élève à 14 milliards d'euros. L'indemnisation des sinistres de catastrophes naturelles se répartit essentiellement entre les inondations et la sécheresse²⁷.

Inondations

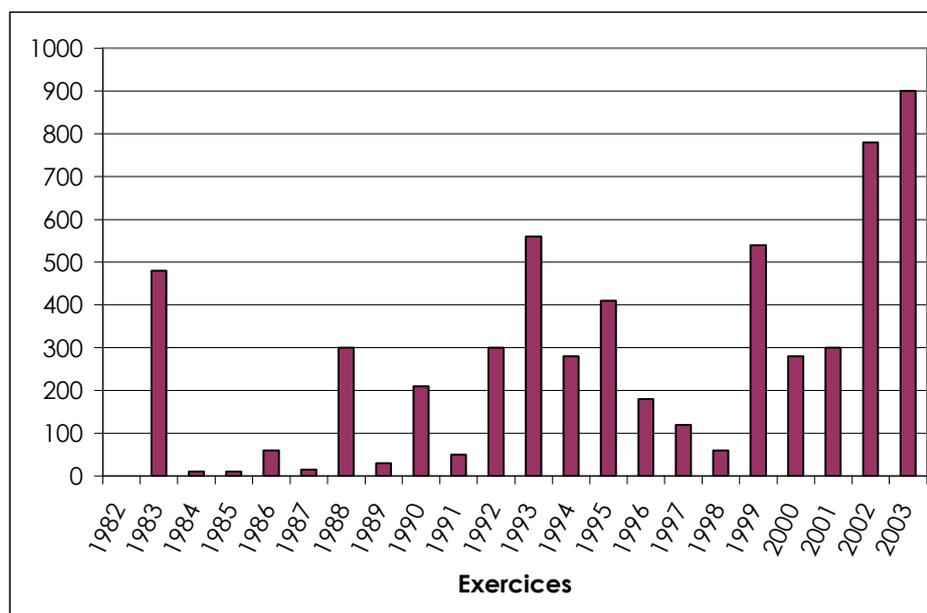
Le **coût annuel moyen** sur la période 1982-2006 s'élève à 290 millions d'euros²⁸. Ce coût présente cependant une forte volatilité et une **forte tendance à la hausse**. Si le coût annuel moyen sur la période 1983-1987 est de 115 millions d'euros, il affiche une progression constante et atteint 581 millions d'euros pendant la période 2003-2006.

Coût annuel moyen par période (en millions d'euros, après actualisation)

1983-1987	1988-1992	1993-1997	1988-2002	2003-2006
115	178	310	392	581

Source : CCR

Montant annuel cumulé des dommages indemnisés dans le régime cat' nat' au titre des inondations (en millions d'euros, après actualisation)

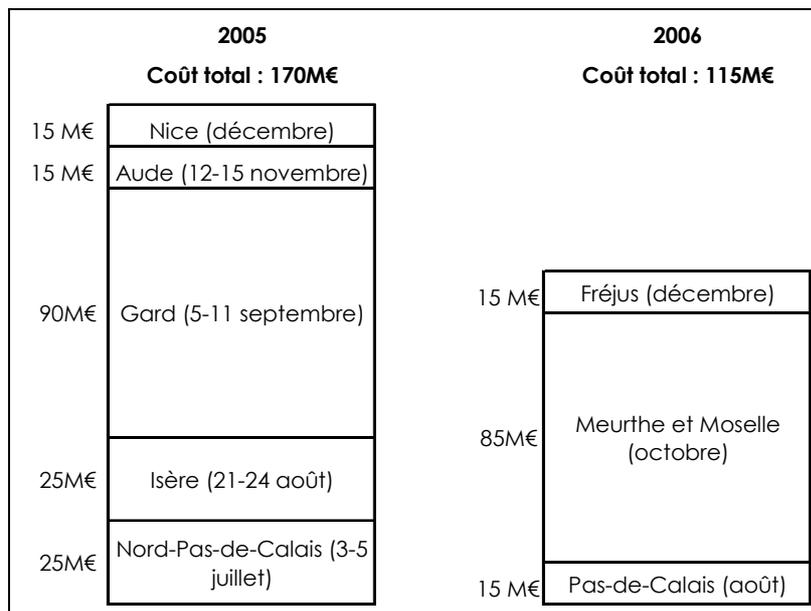


Source : CCR

²⁷ Voir Tableau Charge cumulée des sinistres cat' nat' indemnisés sur la période 1982-2006 au I.1.2, p.11.

²⁸ Puisque le coût cumulé sur la période 1982-2006 est de 7,3 milliards d'euros.

**Coût des dommages aux biens consécutifs aux inondations (millions d'euros, M€):
Coulées de boue survenues en 2005 et en 2006
Estimation par la CCR du coût des évènements d'au moins 10 M€ pour le marché**



Source : Rapport d'activité 2006 de la CCR

Sécheresse

On distingue 3 vagues de sécheresse : 1989-1993, 1995-1999, 2003 (voir I.1.4).

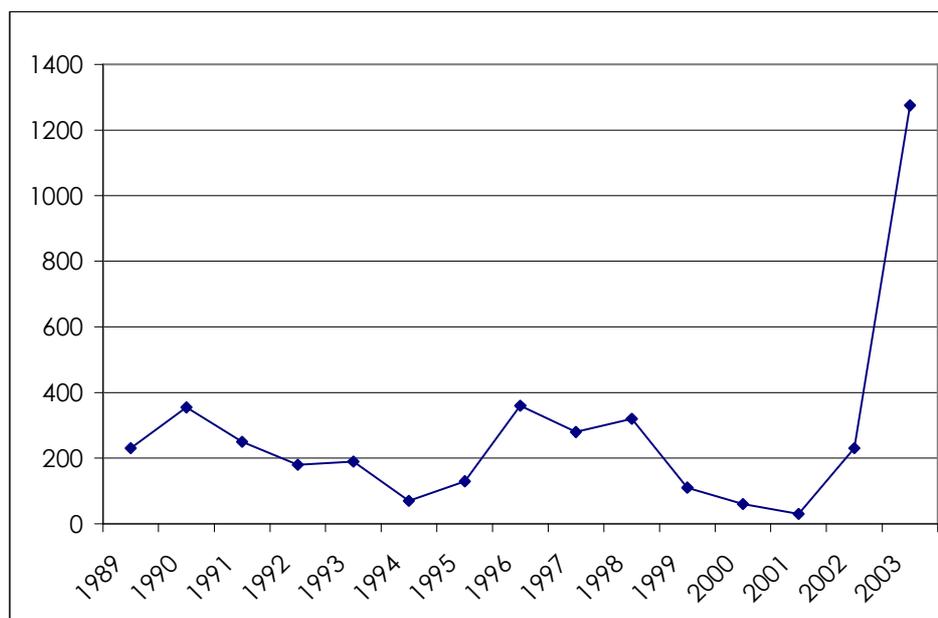
Malgré la forte volatilité du coût sécheresse, son poids est indéniable, puisque fin 2006, 34% des indemnités catastrophes naturelles (paiement et provisions) depuis 1982 concernent des sinistres sécheresse.

On rappelle que le montant moyen d'une indemnisation sécheresse est évalué par la MAÏF entre 6 000 et 7 000 euros mais peut aller jusqu'à 200 000 euros, en cas de reprise en sous-œuvre (c'est-à-dire reprise des fondations). En effet, une reprise en sous-œuvre correspond à un budget moyen de 160 000 euros.

Depuis 2004, on constate un renchérissement du coût des sinistres de l'exercice 2003. En effet, des demandes d'indemnisation pour la sécheresse 2003 ont été reçues plusieurs années après l'évènement²⁹.

²⁹ Voir annexe 4. L'article 95 de la loi de finances rectificative n° 2007-1824 du 25 décembre 2007 (J.O. n° 0301 du 28.12.07), entré en vigueur le 1er janvier 2008, limite le délai de demande d'indemnisation (la demande doit être reçue dans les 18 mois après le début de l'évènement naturel). Et fixe le 30 juin 2008 comme date limite pour effectuer une demande sur des évènements naturels survenus avant le 1er janvier 2007.

Coût provenant de la sécheresse à la fin 2006 par année de survenance (en millions d'euros 2006 courants)³⁰

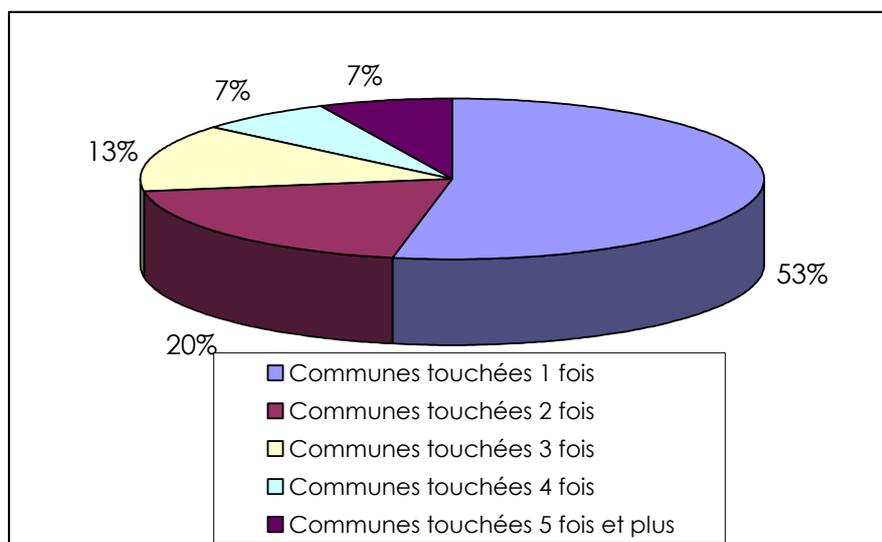


Source : FFSA

De 1988 à fin septembre 2007, 14 076 arrêtés cat' nat' sécheresse ont été publiés. Ils ont touché 6 999 communes. Ainsi, de nombreuses communes ont été touchées plusieurs fois. Le graphique ci-dessous montre que 19,6% des communes sinistrées sécheresse ont été touchées exactement 2 fois et que plus de 450 communes ont été touchées plus de 5 fois.

Si on calcule le rapport entre le nombre de communes touchées par un arrêté sécheresse entre 1988 et 2006 (soit 19 années) sur 19 fois le nombre de communes répertoriées du département, on constate que le Gers et la Haute-Garonne concentrent une très grande proportion de communes sinistrées par la sécheresse.

Répartition en % des 6 999 communes touchées par un sinistre sécheresse de 1988 à fin septembre 2007



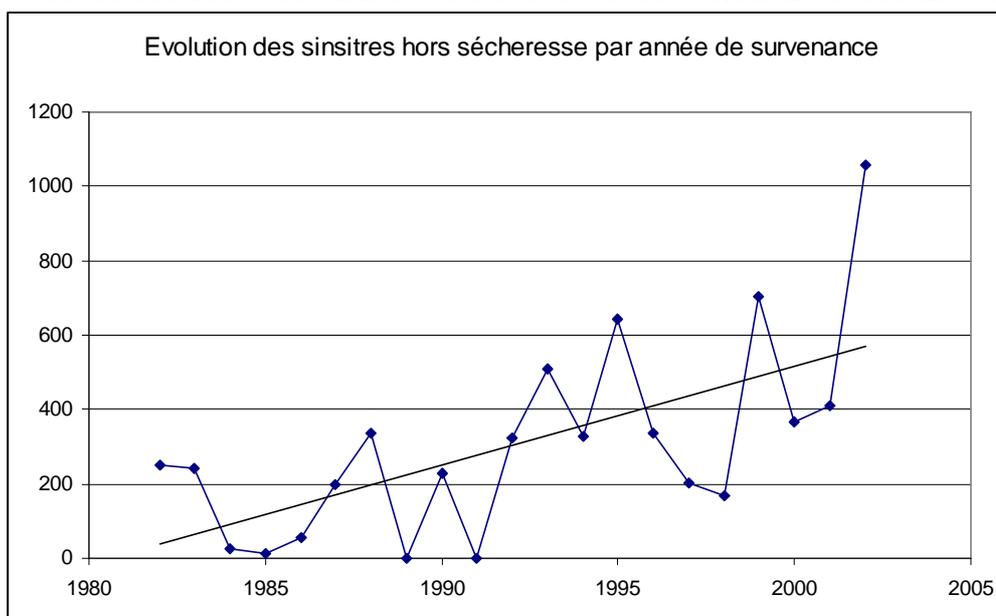
Source : FFSA

³⁰ Par coût, on entend paiements et provisions des sinistres connus.
 Commissariat Général au Développement Durable
 Service de l'Economie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Hors sécheresse

On observe une augmentation tendancielle des montants des sinistres hors sécheresse³¹ mais les données présentent d'une année sur l'autre une grande volatilité. Cette augmentation tendancielle peut avoir pour causes :

- le pessimisme des assureurs qui augmentent leurs réserves pour des coûts futurs,
- un accroissement réel du nombre de catastrophes naturelles³²,
- un accroissement du montant des dédommagements (celui-ci pourrait provenir d'une augmentation du nombre de contrats socles souscrits sur les résidences secondaires³³ ou d'une richesse croissante des assurés).



Source : FFSA

Le coût des principaux récents évènements

Deux évènements ont particulièrement marqué ces dix dernières années : les intempéries de 1999 et la sécheresse de 2003 (voir I.1.4). Nous donnons ici un bilan financier de ces évènements.

Intempéries de décembre 1999

Les tempêtes Lothar et Martin des 26 et 29 décembre 1999 ont à elles seules coûté plus de 44 milliards de francs aux assureurs selon la FFSA : 42 milliards pour les tempêtes et 2 milliards pour les catastrophes naturelles. 69 départements ont été l'objet d'arrêtés de catastrophes naturelles du fait d'inondations³⁴.

³¹ Un modèle linéaire donne une augmentation annuelle d'environ 30 millions d'€ par an des sinistres (€ courants). Source de ces chiffres et de l'analyse présentée dans ce paragraphe : Erhard-Cassegrain, Massé et Momal[5].

³² L'hypothèse d'un accroissement du nombre d'évènements qualifiés au titre de l'indemnisation des catastrophes naturelles semble peu réaliste, d'après le nombre de dossiers acceptés chaque année par la CCR.

³³ Les contrats multirisques habitations ne sont pas obligatoires. On ne peut prendre le nombre d'arrêtés comme paramètre, car ce chiffre n'est pas toujours représentatif. En effet, un arrêté peut toucher une habitation ou toute une commune !

³⁴ En effet, la tempête ne rentrent pas dans le champ du régime cat' nat', mais dans celui de la garantie tempête-grêle-neige. Les évènements cycloniques rentrent dans le champ du régime cat' nat' en Outre-Mer. 40
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Les 3 vagues de sécheresse : 1989-1993, 1995-1999 et la sécheresse de 2003³⁵

Sur la période 1989-2002, le coût total de la sécheresse pour le marché a été de 3 milliards d'euros, soit 215 millions d'euros par exercice de survenance en moyenne avec des pointes en 1990 (367 millions d'euros) et en 1996-97-98 (respectivement 438, 307 et 381 millions d'euros).

Le coût de la sécheresse de 2003 n'est toujours pas connu³⁶. D'après la CCR, si toutes les demandes d'indemnisation des communes au titre du régime avaient été acceptées, le risque financier global aurait pu atteindre 3,5 milliards d'euros.

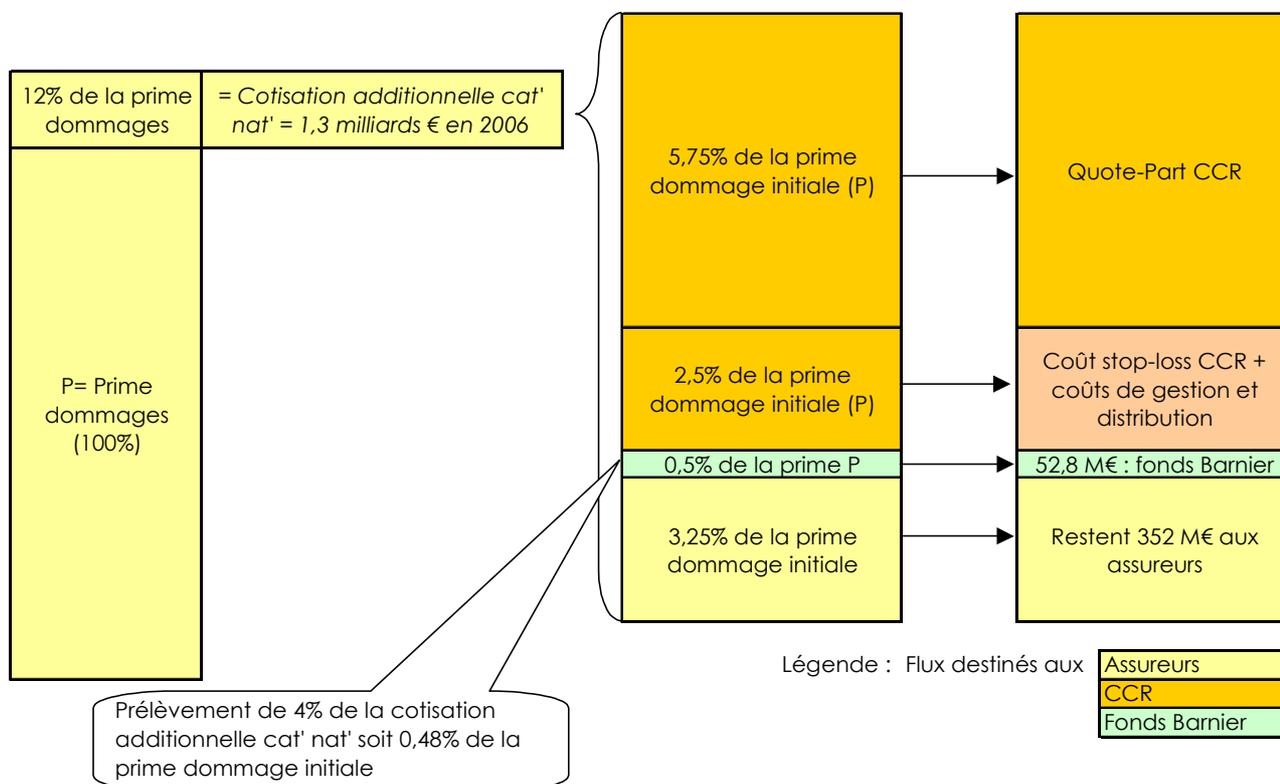
Les cotisations et l'exposition des assureurs

Le montant des cotisations émises en 2006 au titre de l'assurance des catastrophes naturelles s'élève à 1,32 milliards d'euros, représentant 3,1% des cotisations de l'ensemble des assurances de biens et de responsabilités. D'après la FFSA, les cotisations des particuliers représentent la moitié du total des cotisations, les 50% restant correspondent aux entreprises et entreprises agricoles.

La prime qui reste en 2006 pour l'indemnisation est de 352 millions d'euros (hors réassurance sous-jacente) pour une exposition maximale de 1,32 milliards d'euros. On rappelle que l'exposition maximale correspond bien à l'enveloppe globale de cotisations, car, par construction des contrats assureur/CCR, l'encaissement de l'assureur représente exactement son exposition (voir II.1.2).

D'après Dominique Santini, Président du Comité Prévention de la FFSA, « les assureurs sont donc bien financièrement exposés aux risques catastrophes naturelles, leur solde net étant négatif dès que le ratio sinistres à primes dépasse 50% environ ».

Exposition financière des assureurs en 2006



³⁵ Voir I.1.4 pour plus de détails.

³⁶ Voir annexe 4.

Source : FFSA - Note : en 2006, le taux de prélèvement pour le fonds Barnier était de 4%. Il a été porté à 8% en août 2008.

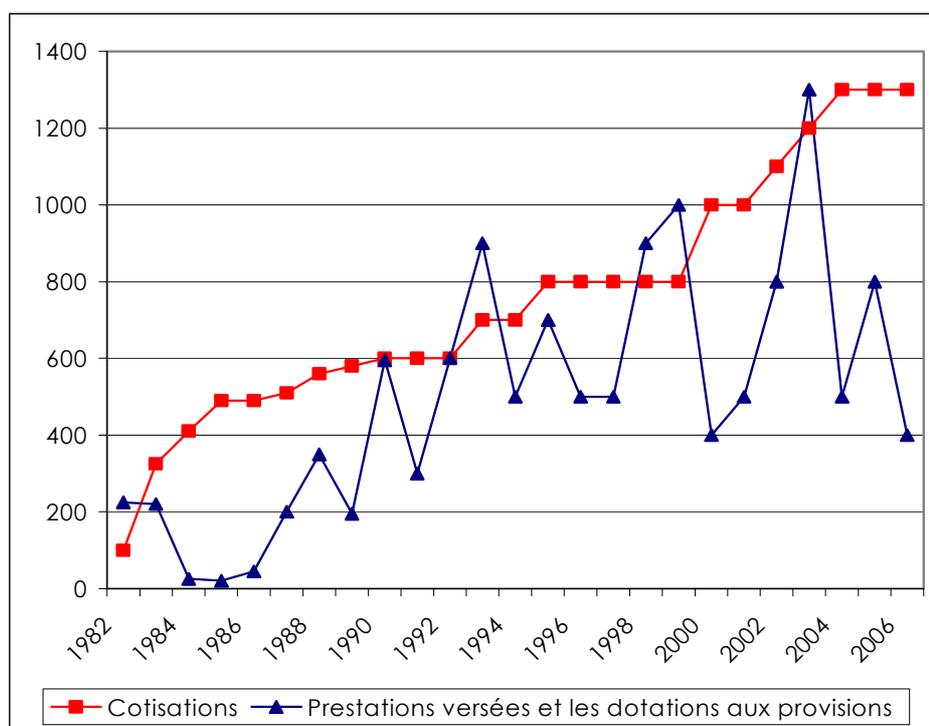
L'équilibre du système

En 2006, le montant des cotisations s'élevait à 1,3 milliards d'euros, et les prestations versées et dotations aux provisions à 400 millions d'euros.

L'évolution du montant des sinistres par année de survenance depuis 1984 semble indiquer une augmentation régulière des coûts. Celle-ci peut être en partie attribuée à la prise en charge à partir de 1989 d'une partie des sinistres pour sécheresse dans le régime d'assurance des catastrophes naturelles.

Depuis 2003, aucun événement n'a menacé l'équilibre du système. Si l'équilibre entre recettes et dépenses est aujourd'hui réalisé, on ne peut le garantir en cas de nouvel événement majeur.

Catastrophes naturelles : cotisations / prestations et dotations aux provisions (en millions d'euros)



Source : FFSA

La réassurance et la garantie de l'Etat

La garantie de l'Etat

La CCR est habilitée à réassurer les risques de catastrophes naturelles depuis l'origine du système. Elle bénéficie de la garantie de l'Etat par une convention passée avec les Pouvoirs publics mais elle n'a pas de monopole. La garantie de l'Etat s'applique au risque de catastrophes naturelles, aux risques d'attentats et de terrorisme et aux risques de guerre.

Suite aux événements de 1999, la CCR a fait jouer la garantie de l'Etat en septembre 2000 pour un montant de 262,8 millions d'euros. Cependant, cet appel à la garantie de l'Etat est dû à l'ensemble des sinistres survenus en 1999, dont les intempéries de décembre 1999 mais aussi la sécheresse et aux inondations du sud de la France (du 12 au 14 novembre 1999).

Le coût de la **sécheresse 2003** n'est toujours pas connu (voir note 29). D'après la CCR, si toutes les demandes d'indemnisation avaient été acceptées, le risque financier global aurait pu atteindre près de 3,5 milliards d'euros. 60 à 70% de ce montant aurait été supporté par la CCR elle-même (traités en quote-part et en stop loss). **La CCR aurait alors été amenée à faire appel en 2005 à la garantie de l'Etat pour des sommes évaluées entre 500 millions et un milliard d'euros.**

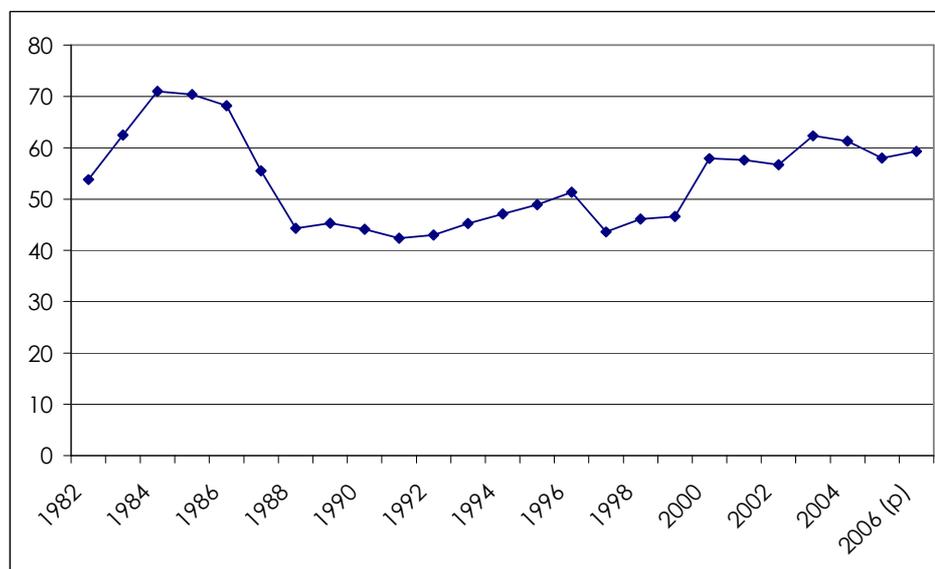
Si la CCR a dû faire appel à la garantie de l'Etat en 1999 et a failli devoir renouveler cette demande en 2003, la situation semble s'être stabilisée depuis. En effet, depuis 2003, la part des catastrophes naturelles dans le chiffre d'affaires et la part des cotisations cédées à la CCR ont été très stables.

La part des catastrophes naturelles dans le chiffre d'affaire de la CCR

Chiffre d'affaires (millions d'euros) \ Année	2004	2005	2006
Chiffre d'affaires total par activités	1308	1298	1189
Réassurance sans garantie de l'Etat	542	540	427
En % du CA total	41%	42%	36%
Réassurance avec garantie de l'Etat	766	758	762
En % du CA total	59%	58%	64%
Risque de catastrophe naturelle	680	695	669
En % du CA avec garantie Etat	89%	92%	88%
En % du CA total	52%	54%	56%

Source : Rapports d'activité de la CCR

Part des cotisations catastrophes naturelles cédées aux réassureurs (en %)

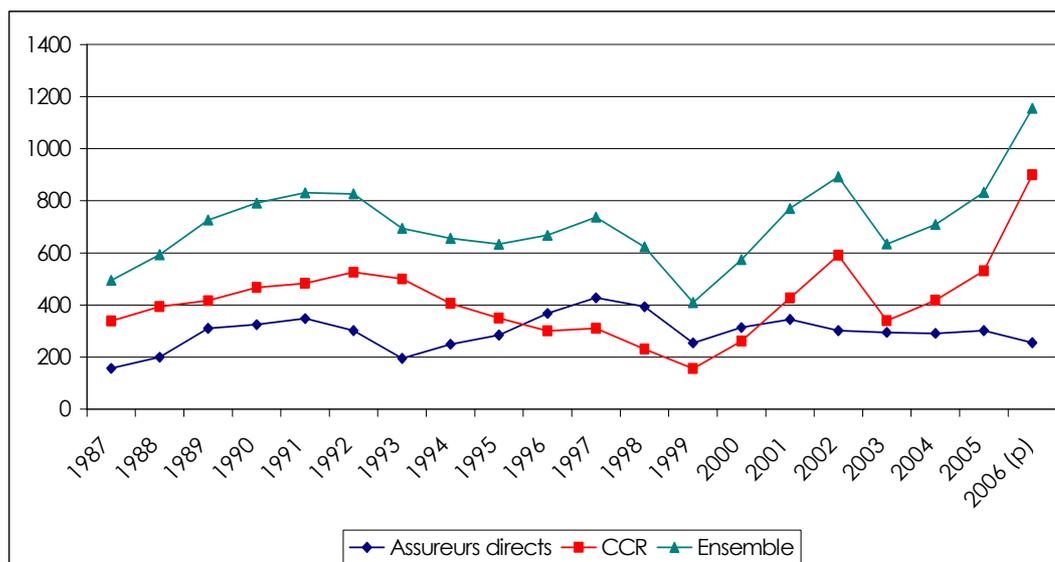


Source : FFSA³⁷

Cependant, cette stabilité tient à l'absence d'évènements exceptionnels ces dernières années. Il semble que le système en soit conscient puisque les provisions d'égalisation, des assureurs comme de la CCR, continuent d'augmenter.

³⁷ A partir de 1994, les chiffres de l'ACAM n'intègrent pas les succursales étrangères d'un pays de la CEE. Les résultats sont donc extrapolés sur la base des primes du marché national.

Provisions d'égalisation (en millions d'euros, à la clôture de l'exercice inventorié)



Source : FFSA

Malgré ces efforts, l'équilibre entre recettes et dépenses n'est a priori pas pérenne et relance le débat du couplage entre indemnisation et prévention.

2.2 Etude des disparités géographiques : détermination de profils de département

D'après la FFSA, sur la période 1988-2006, quatre départements enregistrent un ratio sinistres à primes ³⁸ supérieur à 300 % : le Gard, les Ardennes, l'Hérault et l'Aude et quatre autres départements ont un ratio sinistres à primes compris entre 100 et 300 % : le Vaucluse, la Corse, le Tarn et la Lozère. Le solde net des assureurs étant, d'après la FFSA, négatif dès que le ratio sinistres à primes dépasse 50%, le Finistère, quelques départements du Nord et la région du Sud (et notamment le Sud-Est) exposent fortement les assureurs.

Certes, ces disparités géographiques révèlent la nécessité de mutualiser les risques, et illustrent le principe de solidarité nationale. Cependant, ces chiffres nous amènent également à nous interroger sur les historiques des différents départements.

Le croisement des données assurantielles de la FFSA (1988-2006) et des données relatives aux arrêtés cat' nat' et à la prévention de la DGPR (1982-2007) a permis de déterminer différents **profils de départements en métropole**³⁹.

Méthodologie

La typologie des départements s'appuie sur deux types de variables :

- les variables ex-ante relatives à la prévention,
- et les variables ex-post relatives au nombre d'arrêtés catastrophes naturelles et au coût assurantiel.

Les variables suivantes sont retenues :

³⁸ Rapport du montant des sinistres sur le montant des primes.

³⁹ L'analyse de données correspondante a été entièrement réalisée par l'auteur.

Variables utilisées dans l'analyse des données

Variable	Nom de la variable	Unité
FREQ	Fréquence ⁴⁰	Pour mille
IND_MOY	Indemnité moyenne ⁴¹ (ou sinistre moyen ou coût moyen).	Milliers d'euros (euros 2006)
RATIO_SP	Ratio sinistres à primes : rapport du montant des sinistres sur le montant des primes	Pour cent
IND_MOY_PART_INOND	Indemnité moyenne des particuliers pour le risque inondation	Milliers d'euros (euros 2006)
IND_MOY_PART_AUTR	Indemnité moyenne des particuliers pour les autres risques	Milliers d'euros (euros 2006)
CM_MAX	Indemnité moyenne pour la fréquence annuelle maximale observée	Milliers d'euros (euros 2006)
ARR	Nombre d'arrêtés cat' nat' par commune	Sans unité
ARR_INOND	Nombre d'arrêtés cat' nat' au titre des inondations par commune	Sans unité
ARR_SECHE	Nombre d'arrêtés cat' nat' au titre de la sécheresse par commune	Sans unité
PPRN	Nombre de PPR par commune	Sans unité
PPR_INOND	Nombre de PPR inondations par commune	Sans unité
PPR_SECHE	Nombre de PPR sécheresse par commune	Sans unité

La variable Effectif correspond au nombre de départements de la classe considérée.

Première étape : Analyse en Composantes Principales (ACP)

A partir d'un ensemble n d'objets dans un espace de p descripteurs, le but de cette méthode de projection linéaire est de trouver une représentation dans un espace réduit de k dimensions ($k \ll p$) qui conserve "le meilleur résumé" (au sens du maximum de la variance projetée).

Cette méthode nous permet de passer de 14 variables corrélées à 12 axes principaux orthogonaux. Il est décidé de se limiter aux 7 premiers axes principaux représentant 92,5% de l'inertie totale.

Deuxième étape : Classification hiérarchique ascendante (CAH)

L'objet de cette méthode de classification est de regrouper à chaque étape les deux éléments (individus ou classes) les plus proches, de les fusionner, en continuant jusqu'à qu'il n'y ait plus qu'une seule classe. Le critère de regroupement retenu est celui de WARD qui permet de minimiser la perte d'inertie inter. Ainsi, on fournit un ensemble de partitions emboîtées obtenues par regroupements successifs de parties.

On effectue une CAH sur la matrice des coordonnées des individus (ici les départements) sur les 7 axes factoriels retenus. Suite à l'examen du dendrogramme et du diagramme ci-après, il est choisi de se limiter à 7 classes⁴², qui correspondent à 65% de variance expliquée (ou inertie inter).

Deuxième étape bis : Centres mobiles (Forgy)

A partir d'un nombre K fixé a priori, la méthode de Forgy détermine une partition en K classes maximisant l'inertie inter-classes. L'algorithme se déroule de la manière suivante : on part d'un choix de K centres de classes tirés au hasard dans

⁴⁰ Nombre de sinistres rapporté au nombre de contrats. Cette variable représente donc le taux de contrats touchés par l'événement.

⁴¹ Somme des indemnités pour l'ensemble des sinistres divisée par le nombre de sinistres.

⁴² L'égalité entre le nombre d'axes principaux et le nombre de classes retenu est purement fortuite.

la population. Chaque individu de la population est ensuite affecté à la classe dont il est le plus proche (règle du plus proche voisin). On obtient ainsi une partition en K classes dont on calcule les nouveaux centres de classes (centres de gravité). On recommence le procédé avec les nouveaux centres jusqu'à ce que l'algorithme converge vers une position stable en améliorant, à chaque itération, l'inertie inter-classes.

Il est choisi ici d'effectuer une classification à 7 classes (toujours sur la matrice des coordonnées des départements selon les 7 axes principaux retenus), afin de pouvoir la comparer avec la CAH précédemment réalisée.

Cette autre classification donne une même qualité statistique, mais elle est moins interprétable. Par souci de clarté, seule la première classification est présentée.

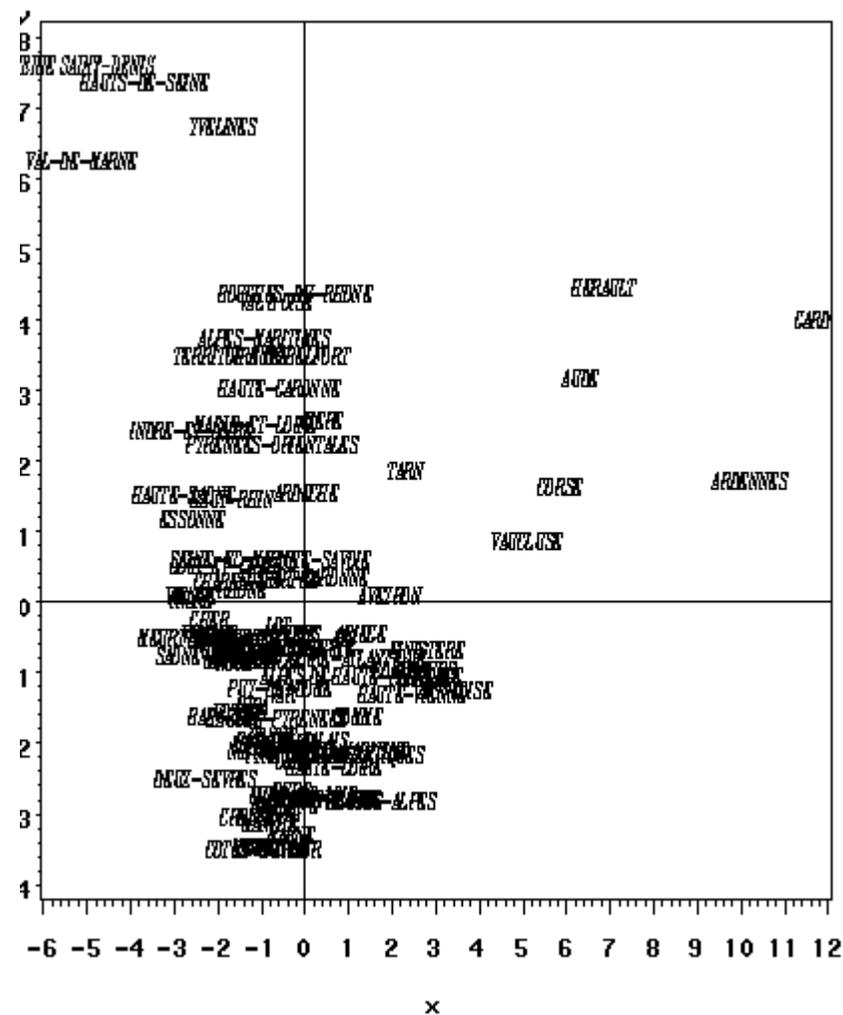
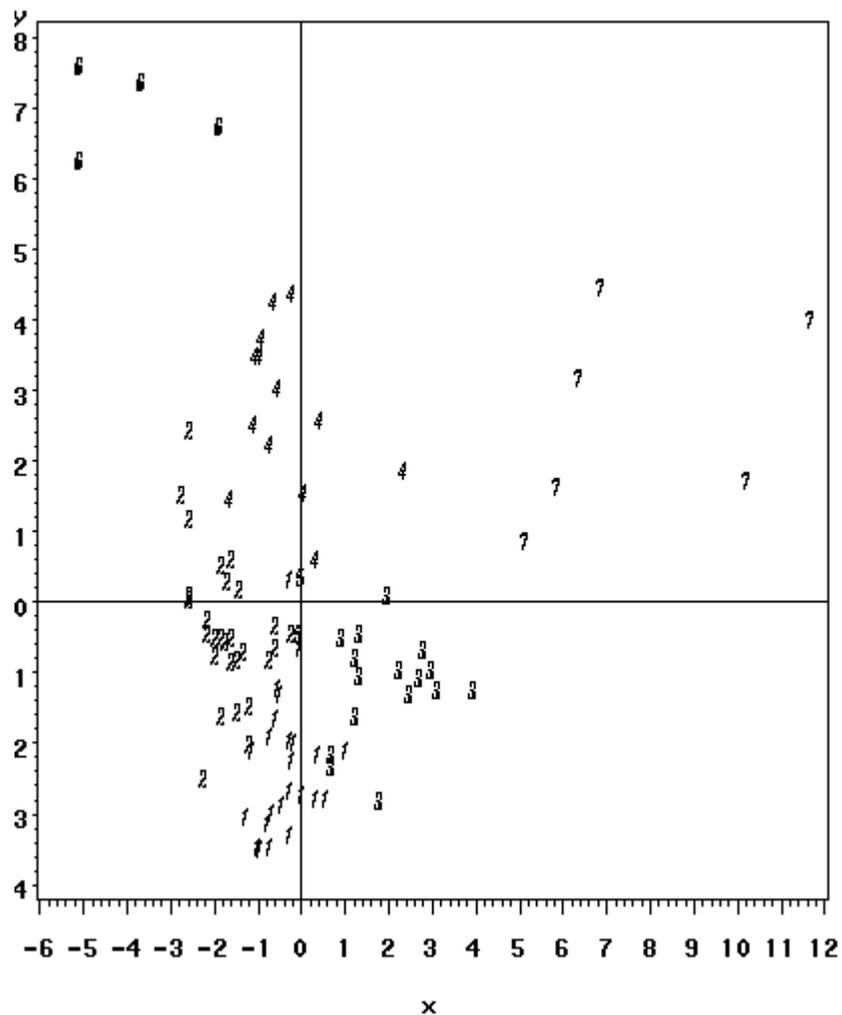
Troisième étape : Analyse factorielle discriminante (AFD)

L'objectif est de proposer un nouveau système de représentation, des variables latentes formées à partir de combinaisons linéaires des variables prédictives, qui permettent de discerner le mieux possible les groupes d'individus.

Cette procédure aboutit ainsi à une représentation des différents individus (départements) en projetant ce nuage de points sur les axes les plus « discriminants », c'est-à-dire permettant la meilleure représentation.

Les deux départements de Paris et du Tarn-et-Garonne ont été écartés. Un premier traitement avec les 95 départements métropolitains aboutissait à 7 classes, dont une classe comportant uniquement Paris, et une autre comportant uniquement le Tarn-et-Garonne. Ce résultat est interprété (voir ci-après).

Analyse factorielle discriminante : représentations obtenues des départements respectivement étiquetés de leur numéro de classe et de leur nom



Interprétation

Le contenu des 7 classes est le suivant :

Moyenne des différentes variables dans chacune des 7 classes, et pour Paris (75) et le Tarn-et-Garonne (82)

CLASSE	1	2	3	4	5	6	7	all	PARIS	TARN-ET-GARONNE
EFFECTIF	24	28	16	13	2	4	6	93		
FREQ	0,7	0,8	1,0	1,4	1,8	0,8	6,5	1,3	0,5	2,2
IND_MOY	6,1	5,9	11,1	8,9	5,1	8,1	13,5	7,8	12,3	8,8
RATIO_SP	15,9	13,9	42,0	45,0	42,6	15,4	368,9	47,2	8,1	92,4
IND_MOY_PART_INOND	4,9	4,3	7,7	7,3	6,4	3,9	8,6	5,8	7,1	9,5
IND_MOY_PART_AUTR	6,4	4,8	6,1	6,6	4,7	7,2	12,1	6,2	15,5	6,5
CM_MAX	5,8	5,0	17,3	11,0	3,3	5,1	16,9	8,9	12,1	15,4
ARR	2,6	4,1	2,6	4,9	5,6	6,7	4,8	3,8	11,0	7,6
ARR_INOND	1,8	2,7	1,8	3,0	2,5	4,4	3,8	2,5	10,0	3,1
ARR_SECHE	0,2	0,7	0,1	0,7	2,3	2,2	0,2	0,5	1,0	3,5
PPRN	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	0,3	0,2	1,0	1,0
PPR_INOND	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	1,0	1,0
PPR_SECHE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Légende : Les classes qui présentent pour une variable une moyenne supérieure/proche/inférieure à la moyenne nationale ont la case correspondant à cette variable colorée en rouge/jaune/vert. Par exemple, la classe 7 présente une moyenne du ratio sinistres à primes (368,9 %) supérieure à la moyenne nationale (47,2%). La case ratio sinistres à primes de la classe 7 est donc colorée en rouge.

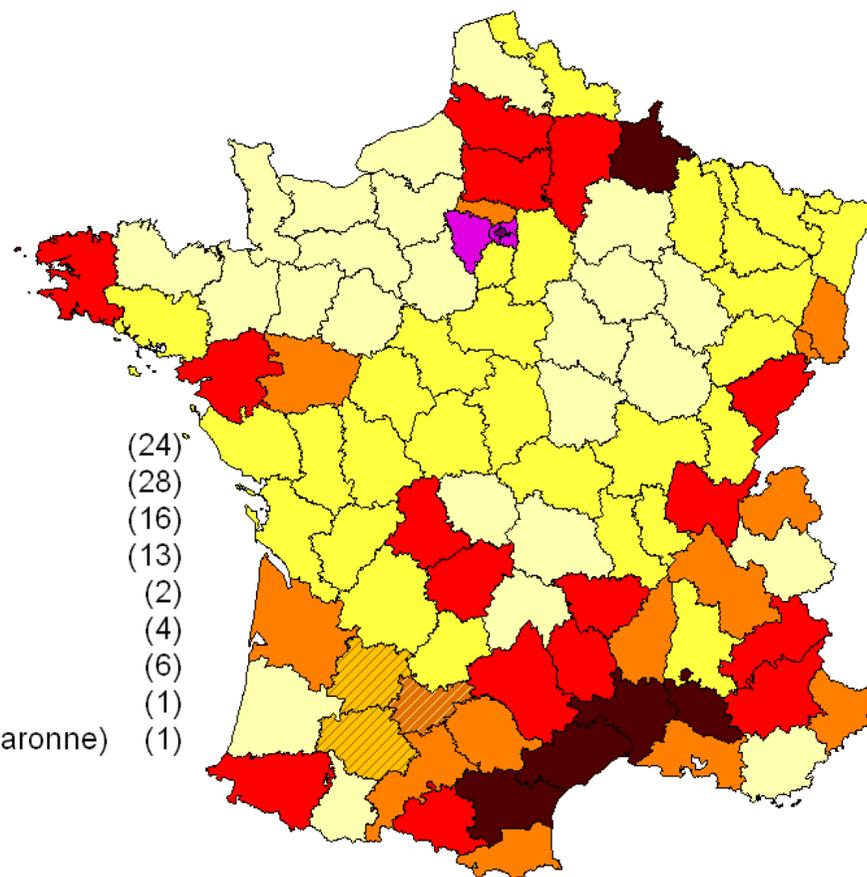
Le tableau suivant détaille l'interprétation de chacune des 7 classes et des départements de Paris et du Tarn-et-Garonne. Nous obtenons ainsi 9 profils de départements. La représentation cartographique⁴³ permet de visualiser le résultat de cette analyse de données.

⁴³ Je remercie mon collègue Ludovic Armand, chargé de mission information environnementale et évaluation du tourisme, qui a réalisé la cartographie de cette analyse.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Classe	Désignation	Interprétation
1	Faible risque et faible prévention	Plaine, faible niveau d'aléa, peu de réclamations pour la sécheresse 2003.
2	Faible risque, davantage d'arrêtés (sécheresse 2003), niveau moyen de prévention	Plaine, faible niveau d'aléa.
3	Pointes de sinistralité, niveau moyen de prévention	Peu d'évènements, mais ceux-ci coûtent cher et touchent plusieurs communes!! Ex : les tempêtes du Finistère, les inondations de plaine.
4	Sinistralité, forte prévention	Zones de montagne et de la deuxième couronne cévenole.
5	Sinistralité et forte prévention sécheresse	Forte concentration de plans de prévention (PPR) pour la sécheresse.
6	Forte concentration d'enjeux (urbanisation), très forte prévention	Forte urbanisation, forte valeur de biens, très forte prévention. Classe constituée des Yvelines et de la Petite Couronne.
7	Coût assurantiel très important! Forts enjeux, forte prévention	Forte indemnisation, forte prévention, nombreux arrêtés. Classe constituée de la zone cévenole (avec les inondations de la ville de Nîmes en 1988), des Ardennes (deux crues centennales en 1993 et 1995).
Paris	<i>Très forts enjeux, prévention extrêmement importante</i>	<i>Forte indemnité moyenne due à une valeur élevée des biens, mais correspondant à un faible coût pour l'assurance. Forte concentration d'arrêtés cat' nat' pour les inondations. Prévention extrêmement importante pour les inondations (peu pour la sécheresse)</i>
Tarn-et-Garonne	<i>Fort coût assurantiel pour la sécheresse, prévention sécheresse extrêmement importante</i>	<i>Fort coût pour l'assurance et nombreux arrêtés pour la sécheresse. Très forte concentration de plans de prévention (PPR) pour la sécheresse.</i>

- Faible risque
- Faible risque, davantage d'arrêtés (sécheresse 2003)
- Pointes de sinistralité
- Sinistralité
- Sinistralité et prévention sécheresse
- Forte concentration d'enjeux (urbanisation)
- Coût assurantiel très important, forts enjeux
- Très forts enjeux (Paris)
- Fort coût assurantiel, sinistralité et prévention sécheresse (Tarn-et-Garonne)

- (24)
- (28)
- (16)
- (13)
- (2)
- (4)
- (6)
- (1)
- (1)



Source : traitement et cartographie CGDD / C. Letrémy & L. Armand
 Fonds de plan : IGN (c) BD Carto

2.3 Etude du lien entre assurance et prévention : évaluation de l'efficacité de la modulation des franchises

Le lien entre assurance et prévention

Le lien entre les plans de prévention des risques naturels prévisibles et le régime cat' nat' est établi par la réglementation elle-même relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles. En effet, l'Etat apporte sa garantie au système via la CCR et est donc légitime pour imposer aux communes une servitude qui s'oppose à d'éventuelles décisions du maire en matière d'urbanisme.

Par ailleurs, la modulation des franchises introduite en 2000 permettait de lier l'indemnisation aux mesures de prévention. Avant de décrire et d'analyser cette modulation, il est important de comprendre son contexte.

Le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles repose sur la solidarité nationale, qui s'exprime notamment par l'uniformité du taux de surprime. Cette uniformité n'incite à aucune mesure de prévention, puisque quelles que soient les mesures prises, cela ne fera pas varier ce taux fixé par avance. La modulation des franchises avait tenté de remédier à ce problème. Elle permettait en effet d'utiliser la franchise, élément du système assurantiel, comme incitation à la prévention.

Cependant, de nombreuses critiques lui ont été adressées : elle aurait incité, non pas à l'approbation de PPR, mais seulement à leur prescription. Ainsi, les règles administratives auraient empêché dans une certaine mesure la modulation de franchises de jouer son rôle d'incitation à la prévention. Nous évaluerons cet effet.

Evaluation de l'efficacité de la modulation des franchises

Deux arrêtés du 5 septembre 2000 augmentent les franchises pour les biens à usage professionnel ou non, en distinguant s'il s'agit d'un cas de sécheresse, pour lequel l'augmentation est bien plus forte. Les franchises sont également modulées à la hausse pour les communes « récidivistes » non-dotées d'un PPR. Par exemple, une commune non dotée d'un PPR inondation, et pour qui trois arrêtés cat' nat' constatent une catastrophe naturelle au titre des inondations, verra sa franchise doubler. Au bout de 5 ans, les franchises modulées deviennent à nouveau applicables si le PPR n'a pas été approuvé.

Ces mesures ont été critiquées car, malgré leur tentative d'articuler indemnisation et prévention, elles ont deux conséquences négatives.

D'une part, le maire réfléchit avant de demander une déclaration cat' nat' car il a en tête la future évolution franchise. D'autre part, ce système incite les maires à exercer une pression sur le préfet pour prescrire des PPR dans le but d'éviter une augmentation de franchise. Mais ces PPR « fictifs » ne sont pas prioritaires (puisque'ils ne correspondent à aucun risque majeur, ni à aucun projet d'urbanisme) et sont donc rarement approuvés. Ainsi, de nombreux PPR prescrits ne sont pas menés à terme, non pas pour des raisons techniques ou circonstancielles, mais car ils correspondent à une « ruse administrative ».

Augmentation et modulation des franchises (arrêtés du 05/09/2000)

Type de contrat	Biens concernés	Franchise pour dommages liés à un risque autre que la sécheresse	Montant concernant le risque sécheresse	Modulation de la franchise en fonction du nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle (commune non dotée d'un PPR pour un risque donné)
Contrat « dommage »	Habitations AVANT 230 euros dans tous les cas	380 euros (au lieu de 230 euros, soit 65% d'augmentation)	1520 euros (au lieu de 230 euros, soit 561% d'augmentation)	1 à 2 arrêtés : pas d'augmentation 3 arrêtés : x2 4 arrêtés : x3 5 et plus : x4 Sont comptés les arrêtés datant des 5 dernières années et concernant ce même risque. (aucune modulation auparavant)
	Usage professionnel AVANT 670 euros dans tous les cas	10% du montant des dommages matériels avec un minimum de 1140 euros (au lieu de 670 euros, soit 70% d'augmentation)	3050 euros (au lieu de 670 euros, soit 355% d'augmentation)	
Contrat « perte d'exploitation »	Recettes liées à l'exploitation AVANT 670 euros dans tous les cas	Franchise équivalente à 3 jours ouvrés avec un minimum de 1140 euros (au lieu de 670 euros, soit 70% d'augmentation)		

Afin de limiter cet effet, l'arrêté du 4 août 2003 ramène ce délai d'approbation des PPR à 4 ans.

A titre indicatif, d'après la circulaire du 21 janvier 2004 relative à la maîtrise de l'urbanisme et adaptation des constructions en zone inondable, « plusieurs années d'expérience ont montré que le délai moyen d'élaboration d'un PPR [inondation] est de l'ordre de trois ans. » La durée d'un PPR mouvement de terrain est comparable.

Les modulations de franchises (fichier arrêté fin septembre 2007)

Franchise applicable	Nombre de communes (sur un total de 36 679 communes)							
	Inondation				Sécheresse			
	Vu fin 2005		Vu fin 2006		Vu fin 2005		Vu fin 2006	
Doublée	531	1,45%	516	1,41%	78	0,21%	79	0,22%
Triplée	180	0,49%	173	0,47%	31	0,08%	32	0,09%
Quadruplée	47	0,13%	45	0,12%	8	0,02%	8	0,02%

Source : FFSA

Ces chiffres - très proches de ceux de 2002 et 2003 -, sont a priori rassurants. En effet, un faible pourcentage de communes est concerné par la modulation.

Nous étudions ici l'ensemble des départements français, c'est-à-dire la France métropolitaine et les départements d'outre-mer.

Les chiffres sont issus de la base de données GASPARD de la DGPR et sont fournis par la DGPR. Il est important de noter qu'on estime seulement à un tiers la proportion des départements qui remplissent et tiennent à jour cette base. Nous disposons des PPR prescrits et approuvés par département. Par PPR prescrits, on entend les PPR prescrits qui ne sont pas aujourd'hui encore approuvés.

Nombre de communes françaises avec un PPR prescrit /approuvé, par risque

ALEA	Nombre de communes		
	ayant prescrit un PPR il y a plus de 4 ans	ayant prescrit un PPR il y a moins de 4 ans	avec PPR approuvé
Affaissement minier	17	20	6
Avalanche	40	64	282
Eruption volcanique	21	25	19
Feu de forêts	88	151	61
Inondation	3688	3327	5869
Mouvement de terrain	1268	2044	2016
Phénomène lié à l'atmosphère	27	23	44
Séisme	68	81	260

Source : Base GASPARD, MEEDDAT/DGPR

Nous étudions ici les inondations et les mouvements de terrain, les deux premiers risques naturels en France et ferons un état des lieux sommaire pour les séismes.

Étude de l'impact de la modulation de franchise au niveau national

La création des PPR date du 2 février 1995 et est établie par la loi relative au renforcement de la protection de l'environnement de ce même jour.

Nombre de PPR prescrits, approuvés sur l'ensemble de la France

	Inondations	Mouvements de terrain	Séisme
Nombre de PPR prescrits avant le 05/09/2000	615	73	13
Nombre de PPR approuvés avant le 05/09/2000	615	73	13
Taux d'approbation des PPR avant le 05/09/2000	50%	50%	50%
Nombre de PPR prescrits entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003	3507	696	40
Nombre de PPR prescrits entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 et ayant plus de 5 ans	3379	683	40
Nombre de PPR approuvés entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003	1825	297	31
Taux d'approbation des PPR entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003	34%	30%	44%
Nombre de PPR prescrits après le 04/08/2003	1692	2124	35
Nombre de PPR prescrits après le 04/08/2003 et ayant plus de 4 ans	299	794	9
Nombre de PPR approuvés après le 04/08/2003	2945	1126	76
Taux d'approbation des PPR après le 04/08/2003	64%	35%	68%

Source : Base GASPARD, MEEDDAT/DGPR

Première analyse et remarques préliminaires

Naturellement, les PPR prescrits étant par définition non approuvés, au vu des dates, la quasi-totalité (96%) des PPR prescrits entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 ont plus de 5 ans. De même, seul un faible pourcentage (18%) de PPR prescrits après le 04/08/2003 ont aujourd'hui plus de 4 ans.

Les variables significatives sont donc le nombre de PPR prescrits et approuvés aux différentes périodes. Nous calculons à partir de ces variables le taux d'approbation, rapport entre le nombre de PPR approuvés et la somme des PPR prescrits et approuvés pendant les différentes périodes.

Sur l'ensemble du territoire, le taux d'approbation diminue significativement après le 05/09/2000 et augmente à nouveau après le 04/08/2003. Une première analyse rapide conduit à interpréter ces variations de la façon suivante : **les arrêtés du 05/09/2000 ont innové en créant la modulation de franchise et ainsi créé un « effet d'annonce ».** L'arrêté du 4 août 2003 tend à réduire l'effet d'aubaine créé en septembre 2000 en réduisant le délai de prescription de 5 à 4 ans. Il permet bien une réduction du nombre de prescriptions non menées à terme et limite ainsi l'effet négatif créé en 2000. Il s'agit maintenant d'affiner ce résultat en calculant la moyenne et l'écart-type du taux d'approbation par département. Nous avons donc construit ces variables et à cette occasion établi une convention (voir annexe 12). Nous donnons le même poids à chaque département, car nous étudions l'évolution du comportement de chacun.

Taux d'approbation des PPR

Taux d'approbation	Inondations			Mouvements de terrain			Séisme		
	Avant le 05/09/00	Entre le 05/09/00 et le 04/08/03	Après le 04/08/03	Avant le 05/09/00	Entre le 05/09/00 et le 04/08/03	Après le 04/08/03	Avant le 05/09/00	Entre le 05/09/00 et le 04/08/03	Après le 04/08/03
Total sur l'ensemble de la France	50%	34%	64%	50%	30%	35%	50%	44%	68%
Moyenne	80%	57%	74%	90%	71%	74%	67%	39%	78%
Ecart-type	25%	40%	31%	20%	42%	37%	25%	31%	27%
Ecart-type relatif	31%	71%	41%	22%	59%	50%	38%	81%	35%

Source : Base GASPAR, MEEDDAT/DGPR

Remarque : L'écart-type relatif est le rapport de l'écart-type sur la moyenne.

Interprétation

Pour les inondations et les mouvements de terrain

La moyenne du taux d'approbation diminue suite aux deux arrêtés du 05/09/2000 et augmente à nouveau après l'arrêté du 04/08/2003, mais sans revenir au niveau initial. L'écart-type relatif augmente après le 05/09/2000 puis diminue après le 04/08/2003 en restant à un niveau supérieur au niveau initial.

Ceci confirme notre première analyse : les arrêtés du 05/09/2000 ont créé un « effet d'annonce » et le taux d'approbation des PPR diminue globalement, avec des comportements très différents d'un département à l'autre. L'arrêté du 4 août 2003 réduit l'effet d'aubaine créé en septembre 2000 et permet ainsi une réduction du nombre de prescriptions non menées à terme et une réduction des écarts de comportements entre départements.

Pour les séismes

La moyenne du taux d'approbation diminue suite aux deux arrêtés du 05/09/2000 et augmente à nouveau après l'arrêté du 04/08/2003, et est supérieure au niveau initial ! L'écart-type relatif augmente après le 05/09/2000 puis diminue après le 04/08/2003 en atteignant à un niveau inférieur au niveau initial.

Ainsi, globalement, les arrêtés de 2000 créent de mauvaises incitations, qui sont corrigées par l'arrêté de 2003. Cet arrêté ne permet pas un retour à la situation initiale dans le cas des inondations et des mouvements de terrain.

Nous étudions séparément les 3 risques. La prescription de PPR séismes ne concerne que 8 départements. Nous décrivons donc sommairement ce risque, après avoir étudié le cas des inondations, puis le cas des mouvements de terrain.

Etude de l'impact de la modulation de franchise au niveau départemental

Le but est de déterminer quels départements ont été des « mauvais élèves » et ont prescrit des PPR « fictifs ». Pour cela, notre critère est l'évolution du taux d'approbation des PPR par département. Si ce taux diminue sensiblement, on peut considérer que le nombre de PPR fictifs est significatif. Le critère que nous prenons est donc la croissance du taux d'approbation après 2000 (c'est-à-dire la différence du taux entre le 09/05/2000 et le 04/08/2003 et du taux avant le 09/05/2000, rapportée au taux avant le 09/05/2000). Nous examinons ensuite l'évolution du taux d'approbation après 2003⁴⁴ (c'est-à-dire la différence du taux après le 04/08/2003 et du taux entre le 09/05/2000 et le 04/08/2003, rapportée au taux entre le 09/05/2000 et le 04/08/2003).

Méthodologie

La question d'une étude simultanée des inondations et des mouvements de terrain se pose. Un examen des cartes d'aléa montre que les départements soumis aux inondations et aux mouvements de terrain sont différents, mais on peut supposer que les mauvaises incitations créées par la modulation de franchise concernent les mêmes personnes dans les départements, quel que soit le risque pour lequel est fait le PPR.

Nous aurions pu traiter ces données par une méthode de classification similaire à celles utilisées pour établir le bilan du régime cat' nat' en déclinant des profils de départements (une classification hiérarchique ascendante (CAH) ou la méthode dite des centres mobiles ; voir II.2.2). Nous avons préféré proposer ici une construction simple de groupes à l'aide de tests logiques et faciles à interpréter. Par ailleurs, ceci nous permet de donner plus de poids au taux de croissance du taux d'approbation après 2000 qu'à celui après 2003, qui est moins significatif. Nous comparons ensuite les groupes obtenus pour les inondations avec ceux

⁴⁴ En effet, le taux d'approbation après 2003 est moins significatif : la durée moyenne d'approbation pour un PPR inondation est par exemple de 3 ans. Donc la majorité des PPR prescrits peuvent être en cours d'approbation.

obtenus pour les PPR sécheresse afin de déterminer si certains départements ont des comportements similaires.

Nous créons ainsi 4 groupes pour les inondations, et 4 groupes pour les mouvements de terrain, dont la composition est respectivement détaillée dans les annexes 13 et 14.

Interprétation des résultats

Notre première analyse se confirme : **les arrêtés du 05/09/2000 ont créé un « effet d'annonce ». L'arrêté du 4 août 2003**, qui tend à réduire l'effet d'aubaine créé en septembre 2000 en réduisant le délai de prescription de 5 à 4 ans, **permet bien une réduction du nombre de prescriptions non menées à terme et limite ainsi l'effet négatif créé en 2000.**

L'effet de cette politique est nettement plus fort sur la prescription des PPR inondations que sur celle des PPR mouvements de terrain. Ceci est certainement dû au fait que les départements concernés par le risque d'inondations sont bien plus nombreux que ceux concernés par le risque de sécheresse.

Pour les PPR inondations, plus de la moitié des départements (54 sur 100) présentent une diminution du taux d'approbation après 2000. Cet effet est corrigé après 2003, puisque pour 48 de ces 54 départements, le taux augmente ensuite après 2003.

Pour les PPR mouvements de terrain, seulement 35 départements présentent une diminution du taux d'approbation après 2000 et 27 voient leur taux ré augmenter après 2003. Par ailleurs, pour 56 départements, le taux d'approbation reste constant après 2000. 38 de ces 56 départements gardent un taux constant égal à 100% sur les 3 périodes.

Le tableau ci-contre détaille ces résultats et les départements qui ont des attitudes similaires face aux deux risques. La représentation cartographique⁴⁵ qui suit permet de visualiser le résultat de cette analyse.

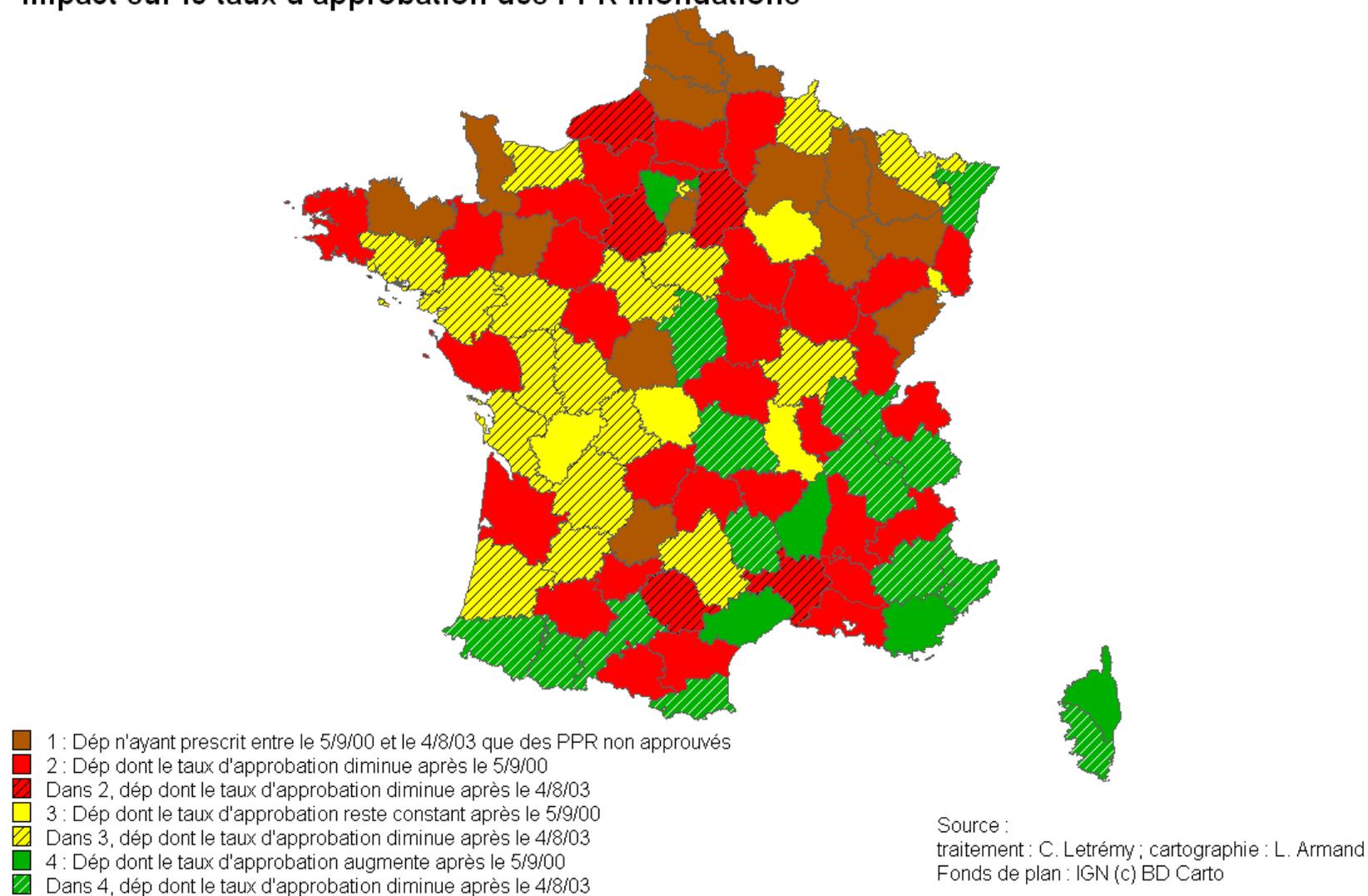
Sur ces cartes, les départements représentés respectivement en jaune et en vert ont un taux d'approbation qui reste constant ou augmente après 2000 et ne réagissent donc pas à la modulation de franchise. Ils constituent donc les « bons élèves ». Si la majorité des départements est peu sensible à la modulation dans le cas des PPR sécheresse, l'effet de cette politique est très net sur les PPR inondations. On constate également que des départements ont des comportements similaires face aux deux risques (voir tableau ci-contre).

Les départements en rouge ont un taux d'approbation qui diminue après 2000 et ceux en marron présentent un taux d'approbation nul ! Parmi ces « mauvais élèves », ceux qui sont hachurés ont un taux d'approbation qui continue de diminuer après 2003. On constate qu'il s'agit d'une minorité. La réduction du délai d'approbation décidée en 2003 est donc efficace.

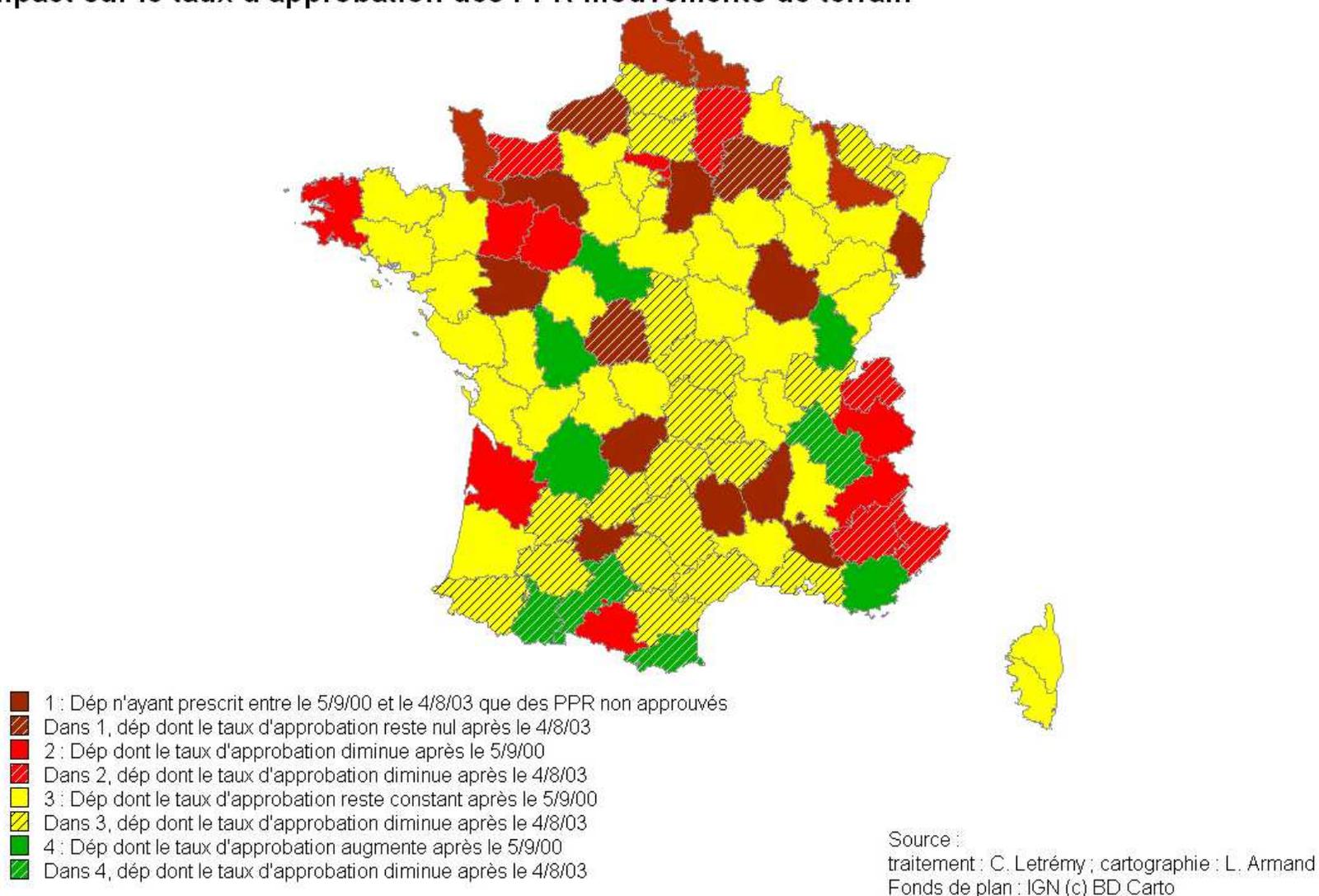
⁴⁵ Je remercie à nouveau mon collègue Ludovic Armand, chargé de mission information environnementale et évaluation du tourisme, qui a réalisé la cartographie de cette analyse.

		Inondations		Mouvements de terrain	
		Nombre de départements			
	Descriptif	Dans le groupe	Dans le groupe pour qui le taux d'approbation augmente après le 04/08/2003	Dans le groupe	Dans le groupe pour qui le taux d'approbation augmente après le 04/08/2003
Groupe 1	Départements n'ayant prescrit entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 que des PPR non approuvés par la suite	17	17, dont 12 qui atteignent un taux d'approbation de 100% après 2003.	20	17, dont 11 qui atteignent un taux d'approbation de 100% après 2003.
		8 départements communs : la Manche, la Meurthe-et-Moselle, le Nord, le Pas-de-Calais, le Val-de-Marne et la Martinique, l'Indre, la Marne. Pour les 6 premiers, le comportement après 2003 est comparable selon le risque considéré.			
Groupe 2	Départements dont le taux d'approbation diminue après le 09/05/2000	37	32	15	10
		9 départements communs : la Guadeloupe, les Hautes-Alpes, le Finistère, l'Ariège, le Val d'Oise, la Gironde, la Haute-Savoie, l'Aisne, la Sarthe. Pour les 6 premiers, le comportement après 2003 pour les inondations est comparable à celui pour les mouvements de terrain.			
Groupe 3	Départements dont le taux d'approbation reste constant après le 05/09/2000	26	1 ; et 8 départements restent constants à 100%	56	38 départements gardent pendant les 3 périodes un taux constant à 100%. Pour les 18 autres, diminution.
		20 départements communs : le Loiret, l'Aube, la Charente, la Creuse, la Loire, Paris, les Territoires de Belfort, les Hauts-de-Seine, la Guyane, l'Aveyron, la Moselle, la Loire-Atlantique, le Lot-et-Garonne, les Deux-Sèvres, la Saône-et-Loire, les Ardennes, la Charente-Maritime, les Landes, le Morbihan, la Haute-Vienne. Pour les 11 premiers, le comportement après 2003 pour les inondations ou pour les mouvements de terrain est similaire.			
Groupe 4	Départements dont le taux d'approbation augmente après le 05/09/2000	20	2 ; et 3 départements restent constants, dont 2 à 100%	9	5
		4 départements sont communs et ont des comportements après 2003 comparables qu'il s'agisse des inondations ou des mouvements de terrain : la Haute-Garonne, les Pyrénées Orientales, le Var et l'Isère.			

Inondations : efficacité de la modulation de la franchise Impact sur le taux d'approbation des PPR inondations



Mouvements de terrain : efficacité de la modulation de la franchise Impact sur le taux d'approbation des PPR mouvements de terrain



Pour les séismes, sur les 8 départements concernés,

- deux d'entre ont un taux d'approbation qui tombe à zéro après 2000, puis qui grimpe à 100% après 2003
- quatre présentent une diminution de leur taux d'approbation après 2000, avec sauf dans un cas une augmentation après 2003
- deux présentent une augmentation après 2000.

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
972	MARTINIQUE	50%	0%	100%
74	HAUTE-SAVOIE	100%	0%	100%
971	GUADELOUPE	50%	13%	58%
04	ALPES DE HAUTE-PROVENCE	50%	38%	33%
09	ARIEGE	100%	33%	100%
73	SAVOIE	100%	71%	100%
13	BOUCHES-DU-RHONE	50%	60%	100%
38	ISERE	50%	90%	45%

Cette mesure de modulation de franchises, quelle que soit son efficacité, pose un problème de fond : comment articuler assurance et prévention ? Peut-on utiliser l'assurance comme un levier économique incitant à la prévention ? Si oui, comment ? Est-ce possible sous l'hypothèse d'un taux de surprime uniforme ? En d'autres termes, faut-il choisir entre solidarité nationale et incitations à la prévention ?

Une réponse a notamment été apportée par P. Picard et L. Latruffe dans leur article intitulé « Assurance des catastrophes naturelles : faut-il choisir entre prévention et solidarité ? »⁴⁶. « Des mécanismes de marché lorsqu'ils sont joints à des transferts compensateurs, permettent sous certaines conditions d'améliorer la prévention, tout en respectant et même en accroissant les exigences en terme de solidarité. » Leur idée est la suivante : « l'accroissement de la prévention induit par la différenciation concurrentielle des primes d'assurance permet de dégager un surplus à l'échelle de la collectivité nationale [...]. » Cette réduction des coûts permet des transferts redistributifs entre différentes zones à risques : l'Etat « peut taxer les contrats d'assurance des catastrophes naturelles dans les zones à bas risque pour subventionner ceux des zones à haut risque », tout en laissant les assureurs fixer les primes par le libre jeu de la concurrence.

Ce mécanisme proposé par P. Picard et L. Latruffe sous-entend la définition d'un zonage par les pouvoirs publics. Si tel n'était pas le cas, et si un impôt de ce type n'était pas envisagé, quelle marge de manœuvre resterait-il à l'Etat dans un système où le jeu de la concurrence entre assureurs fixerait les primes ?

Une première réponse consiste à encadrer le taux de prime pour permettre une incitation à la prévention tout en limitant l'atteinte à la solidarité nationale.

Une réponse complémentaire consiste à faire jouer la réassurance. Puisque la CCR bénéficie de la garantie de l'Etat, on peut imaginer que l'Etat ait un droit de regard

⁴⁶ Voir Latruffe and Picard[10].
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable

sur l'évolution des contrats proposés par la CCR. En effet, une fois l'encadrement de la surprime imposé, et plus généralement, une fois le nouveau système mis en place, l'Etat n'interviendrait plus dans l'indemnisation que par l'apport de sa garantie.

C'est pourquoi nous tenterons ici d'apporter une réponse à la question suivante : comment la réassurance peut-elle inciter les assureurs à développer un marché incitant à la prévention ? Autrement dit, dans quelle mesure la réassurance, par l'intermédiaire de l'assurance, incite-t-elle à la prévention ?

2.4 Modélisation et propositions de polices de réassurance incitant à la prévention

A l'aide d'un modèle très simple, nous présentons trois cas élémentaires et leurs limites : l'optimum de premier rang, le système actuel et le cas dit « forfaitaire ». Nous étudions les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

Après avoir conclu sur leurs limites respectives et illustré ainsi l'importance de l'information, nous proposons deux mécanismes qui pourraient pallier les insuffisances des autres cas.

Modélisation et analyse comparée

La garantie de l'Etat

Si on laisse au marché d'assurance des catastrophes naturelles toute liberté, les assurances factureront leurs assurés au coût marginal et donc au prix idéal. Certes, les assureurs peuvent mutualiser le risque entre les différents risques naturels et entre les différentes régions. Cependant, il existe un risque de faillite pour les assurances, puisqu'il s'agit de couverture de risques catastrophiques nécessitant d'énormes provisions⁴⁷. C'est pourquoi l'Etat apporte sa garantie afin de permettre le développement du marché de l'assurance des catastrophes naturelles. Le but de l'Etat est d'introduire sa garantie en créant le minimum de distorsions. En effet, l'Etat, à la fois dans le souci de l'intérêt général, mais aussi dans un souci de protection de ses deniers, ne souhaite pas voir se développer des comportements de déresponsabilisation de la part des assurés ou des assureurs.

Dans le système actuel, l'apport de la garantie de l'Etat permet à la CCR de proposer aux assureurs des contrats de réassurance sans limite supérieure de couverture. Ainsi, la dépense des assureurs est plafonnée. L'exposition de chaque assureur aux catastrophes naturelles est limitée et il peut y faire face (voir II.1.2)

On suppose l'existence d'un unique réassureur, par exemple la Caisse Centrale de Réassurance. Ceci peut paraître restrictif, mais si la CCR n'a pas le monopole de la réassurance des catastrophes naturelles, elle est le seul réassureur à bénéficier de la garantie de l'Etat et donc à proposer des garanties illimitées. Les autres réassureurs ne peuvent donc concurrencer la CCR. In fine, on peut donc considérer que la politique de réassurance est dictée par la CCR. On confond donc volontairement le réassureur et le planificateur.

⁴⁷ Les assureurs, pour faire partiellement face à ce problème, peuvent par exemple augmenter les primes et/ou diminuer les garanties offertes (c'est-à-dire durcir les conditions de remboursement, diminuer le montant de ces remboursements...). Cela diminue l'accès général à l'assurance, sans pour autant réellement écarter le risque de faillite.

La solidarité nationale

Comme précisé dans l'encadré « La solidarité nationale »⁴⁸, la solidarité nationale s'exprime de trois façons :

- l'obligation d'assurance. Ainsi, l'ensemble des citoyens est a priori mobilisé et paye la surprime cat' nat'.
- un taux de surprime uniforme : tous les assurés paient le même taux de prime d'assurance.
- une indemnisation, versée par la CCR aux assureurs, qui repose sur la garantie de l'Etat. En effet, tous les particuliers paient à leurs assurances une prime d'assurance ; les assurances paient à la CCR une prime de réassurance et l'indemnisation va aux seuls assureurs présentant des assurés sinistrés, selon le montant de leurs sinistres respectifs.

Dans notre modèle, on suppose l'obligation d'assurance dans tous les cas proposés. Par contre, le degré de solidarité nationale peut être plus ou moins fort : selon le caractère la prime (uniforme en montant ou libre) et des remboursements (indemnisation complète ou partielle des assureurs).

Notations et hypothèses

- Soit a l'aléa (ou l'intensité du phénomène naturel). Soit s le seuil sur l'aléa⁴⁹ à partir duquel on considère qu'il s'agit d'une catastrophe naturelle. En dessous de ce seuil, l'assurance s'inscrit dans un marché concurrentiel, non réglementé appelé ici « marché libre ».

$$\left\{ \begin{array}{l} a < s \text{ risque naturel marché libre} \\ a \geq s \text{ catastrophe naturelle régime spécifique} \end{array} \right.$$

Le seuil s correspond donc au seuil d'assurabilité : pour un aléa supérieur à ce seuil, l'événement n'est pas « assurable » et est donc indemnisé au titre des catastrophes naturelles (voir I.2.3).

On confond ici les dommages assurés et les dommages totaux. En réalité, on estime que les dommages assurés représentent la moitié des dommages économiques totaux⁵⁰.

- Soit b la vulnérabilité de l'assuré. Par exemple, l'assuré 1 a une maison de même valeur assurée mais avec des constructions plus profondes qu'un autre assuré 2. La valeur de b pour l'assuré 1 sera alors inférieure à celle de l'assuré 2. On suppose que les différents lieux constructibles et construits sont ainsi classés par ordre croissant de vulnérabilité. On a $b \in B =]0, +\infty[$.
- On suppose que tous les logements correspondent à la même valeur assurée.
- Le coût du sinistre $c(a,b)$ dépend donc de a et de b ⁵¹.

⁴⁸ Voir en I.2.2 p.23.

⁴⁹ Il s'agit d'une hypothèse simplificatrice. En réalité, à part par exemple pour les effets du vent, il n'est pas réaliste de définir un seuil uniquement sur l'aléa. Il s'agit de tenir compte de la vulnérabilité du territoire, des mesures de prévention...

⁵⁰ Cette première estimation est partagée par la Mission Risques Naturels et s'appuie sur diverses enquêtes (voir Torterotot[21]). Plus généralement, la part assurée des dommages économiques dépend fortement du pays, et des circonstances concrètes de l'événement. Voir annexe 1.

⁵¹ On définit la valuation de l'aléa a comme l'espérance du coût $c(a,b)$ sachant que b est distribué équiprobablement. On confond volontairement a et $V(a)$.

$$a \equiv V(a) = \int_B c(a,b) \cdot \frac{1}{|B|} db$$

La prime de risque « idéale » qui permet de réaliser l'équilibre budgétaire est donc

$$\pi(b) = \int_A c(a,b) f(a) da$$

On suppose que $c(a,b)$ est croissante en a , à b fixé : pour une même vulnérabilité, plus l'aléa est fort, plus le dommage est important. Ainsi, l'assureur n'est remboursé que pour un aléa supérieur à s .

- Soit I l'ensemble des assurances.
Soit $p_i(b)$ la population de vulnérabilité b assurée par l'assurance i .

L'ensemble de la population soumise à la vulnérabilité b est donc

$$\int_I p_i(b) di = p(b)$$

L'ensemble de la population totale est p ⁵².

$$\int_B p(b) db = \int_B \int_I p_i(b) di db = p$$

- Pour définir une politique de réassurance, il suffit de définir une prime de réassurance, notée $\Pi(p_i(\cdot))$, et un remboursement en cas de sinistre $R(a, p_i(\cdot))$. On suppose qu'il n'y a pas de franchises.

Ainsi, on peut noter une politique de réassurance comme un couple $Q = (\Pi; R)$. On note $q = (\pi; r)$ une police d'assurance.

On suppose que les différentes polices d'assurance proposent une couverture complète : l'indemnisation couvre la totalité des coûts pour chaque assuré.

- On suppose que l'utilité d'un assuré de vulnérabilité b dépend de la prime d'assurance que doit payer l'assuré et de la congestion de la zone occupée de vulnérabilité b . L'utilité décroît en fonction de deux variables : la prime d'assurance et la distribution de population en zone de vulnérabilité b . En effet, la différence entre le montant des remboursements par l'assurance et les coûts subis n'apparaît pas, puisque ce terme est nul dans le cas d'une assurance complète. On choisit donc comme fonction d'utilité

$$U(\pi(b,i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b,i) - \beta \cdot p(b) + k \text{ avec } \alpha > 0$$

Le signe du paramètre β peut être discuté. Nous avons choisi ici de fixer

$\lambda = \frac{\beta}{\alpha} = 1$, et donc de prendre β positif, mais si les particuliers peuvent vouloir

éviter les zones surpeuplées (congestion, prix du logement...), ils peuvent également chercher à s'installer dans de grandes agglomérations.

Par cette écriture, on ignore toute externalité due au positionnement des particuliers. En effet, la congestion impacte le bien-être individuel (gêne créée par le voisinage...). Après avoir comparé les cas financièrement, nous valoriserons le bien-être de la population, mais sans tenir compte des externalités.

On suppose enfin que, par le libre jeu de la concurrence, tous les assureurs proposent in fine la même prime d'assurance, et que donc $\pi(b,i)$ ne dépende pas de i . Dans un premier temps, on garde cependant une forme générale $\pi(b,i)$. Le calcul de l'équilibre permettra de retrouver ce résultat.

⁵² Ainsi, $f(b) = \frac{p(b)}{p} = \frac{\int_I p_i(b) di}{p}$

Les **principales limites de ce modèle** sont donc la non-distinction entre dommages assurés et dommages économiques, l'absence de prise en compte des externalités et les hypothèses d'assurance complète et d'uniformité de la valeur assurée.

On peut résumer ainsi l'**idée** sous-jacente à notre modèle : dans les différents cas étudiés, les individus sont complètement indemnisés, mais se voient proposés des primes d'assurance, d'un montant variable ou uniforme. C'est via la prime que les assureurs incitent les populations dans leur choix d'installation sur le territoire. Selon la répartition de la population assurée par chaque assureur, sa police de réassurance (prime et remboursement) et la prime d'assurance qu'il propose évoluent.

Calibrage du modèle

Pour les applications numériques, on a

- fixé la population à $P = 30$ (en millions)

En effet, d'après l'INSEE⁵³, au 1^{er} janvier 2005, le nombre de logements en France métropolitaine est de 30,6 millions de logements. Le taux de croissance du nombre de logements étant de 1% ces dernières années, on estime le nombre de ménages au 1^{er} janvier 2008 à 32,6 millions. En métropole, 95% des foyers disposent d'une assurance multirisques habitation et sont donc assurés pour les catastrophes naturelles. On estime ainsi le nombre de foyers assurés à 30 millions en France métropolitaine.

- fixé le nombre de sociétés d'assurance à $card(I) = 100$

- choisi comme fonction de coût : $c(a, b) = C \exp(k \cdot a + l \cdot b)$

On fixe l à 1 et on calibre C et k , en se basant sur les estimations suivantes : Comme dit plus haut, on confond ici les dommages assurés et les dommages totaux. Cependant, dans notre modélisation, nous comparons l'assurance 'cat' nat' à l'assurance non réglementée (marché libre). Il ne s'agit donc que de dommages assurés. Bien sûr, cela n'implique pas que le montant total des dommages soit a priori remboursé, par exemple par le réassureur. Nous supposons par contre que tout foyer de la population P est assuré (voir ci-dessus). Seule une partie des dommages économiques correspond à des catastrophes naturelles. On peut considérer que la Commission Catastrophe Naturelle reconnaît une inondation 'cat' nat' dès lors que sa période de retour est supérieure ou égale à 10 ans. L'auteur estime que les dommages économiques dus aux inondations reconnues catastrophes naturelles sur l'ensemble des dommages économiques dus aux inondations est de 50%⁵⁴. Ceci est une approximation de l'auteur⁵⁵.

$$\text{On obtient } \begin{cases} C \approx 1,25 \\ k \approx 1,28, C \text{ étant donc en millions d'euros.} \\ l \equiv 1 \end{cases}$$

- supposé que l'aléa suit une loi normale centrée réduite :

⁵³ Jacquot et Minodier[8]

⁵⁴ Ce qui s'écrit : $\int_B \int_{a \geq s} c(a, b) f(a) p(b) db da = 0.5 \cdot \int_B \int_A c(a, b) f(a) p(b) db da$

⁵⁵ Les inondations dont la fréquence de retour est inférieure à 10 ans peuvent être importantes en nombre, mais leur poids est a priori plus faible.

$$f(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}a^2\right)$$

- fixé le seuil s à $s \approx 1,28$ en se basant sur les données suivantes :

Nous choisissons de raisonner sur le premier risque naturel en France, le risque inondations. Il s'agit donc d'estimer la part d'inondations reconnues cat' nat'. En simplifiant, on peut considérer qu'une inondation est reconnue cat' nat' dès lors que sa période de retour est supérieure ou égale à 10 ans. Nous en déduisons la probabilité d'occurrence d'une inondation de période de retour de 10 ans ou plus qui est, par définition, de 1/10. Nous fixons la part d'inondations reconnues cat' nat' à 1/10^{ème} ⁵⁶.

On obtient un seuil d'assurabilité $s \approx 1,28$. Ce calibrage sera discuté dans l'analyse comparée des cas.

L'annexe 15 présente le détail des calculs pour chacun des cas.

⁵⁶ Ce qui peut se réécrire ainsi : $F(s) = \int_{X < s} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}X^2\right) dX = 1 - 0,1$

Cas 1 : l'optimum de premier rang, le cas « idéal »

Ce système correspond au cas « idéal », alliant solidarité nationale, couverture complète des assureurs et incitation à la prévention et à l'installation dans des zones à faible vulnérabilité.

Il est basé sur une hypothèse forte : une connaissance parfaite, des assureurs et des réassureurs, de la vulnérabilité des assurés.

Définition de la police de réassurance

Ce premier cas repose sur une **hypothèse forte** : le **réassureur connaît la distribution de la population assurée par chaque assureur**, notée $p_i(b), \forall i \in I$.

La police de réassurance proposée ici est basée sur une **forte solidarité nationale** : les **remboursements correspondent au montant total des dommages (pour la partie catastrophe naturelle) des seuls assurés de l'assureur i .**

Le régime ne joue qu'à partir du seuil, s , sur l'aléa. En dessous de ce seuil, c'est le marché libre d'assurance des risques naturels qui intervient.

$$R_i(a, p_i(\cdot)) = \max \left(\underbrace{\int_B (c(a, b) - c(s, b)) p_i(b) db}_{\text{remboursement sinistre}}; 0 \right)$$

Enfin, on a :

$$\Pi_1(p_i(\cdot)) = \int_A R_i(a, p_i(\cdot)) f(a) da$$

Dans le cas 1, le remboursement et donc la prime de réassurance dépendent de la distribution de la population assurée par l'assureur i en fonction de la vulnérabilité b .

Calcul de la prime d'assurance

Calculons le coût du sinistre pour l'assureur i . De façon générale, le coût du sinistre est égal à la somme du coût des dommages et des primes de réassurance, diminuée des remboursements.

L'assureur demande à son assuré une prime égale au coût marginal⁵⁷ du sinistre. L'assureur estime ce coût marginal par l'espérance du coût marginal sur l'aléa.

De façon générale, le coût marginal se décompose en deux termes : le surcoût « naturel » (quand un assuré se rajoute dans une zone de vulnérabilité b , si l'aléa a se réalise, il y a un surcoût $c(a, b)$ ou $c(s, b)$) ; et le surcoût de réassurance (la prime de réassurance de l'assureur i augmente à chaque nouvel assuré). C'est ce dernier terme qui va dépendre de la forme de la police de réassurance choisie dans chaque cas.

Le coût marginal espéré pour l'assureur i est calculé en espérance sur l'aléa, pour un assuré de vulnérabilité b :

⁵⁷ En effet, si on note p le prix, Y la production, $C(Y)$ le coût et le profit π , $\max_Y \pi = pY - C$ implique

C.P.O. : $\frac{dC}{dY} = p$. Ainsi, la prime d'assurance demandée par l'assureur i à ses assurés est l'espérance sur l'aléa du coût marginal d'un assuré de vulnérabilité b . En effet, avant le sinistre, l'assureur ne peut savoir quel aléa se réalisera. Il calcule donc le coût marginal de chaque assuré de vulnérabilité b pour chaque aléa a et le pondère par la probabilité de réalisation de l'aléa a . Il calcule ainsi l'espérance du coût marginal par assuré de vulnérabilité b , en espérance sur l'aléa a .

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(\cdot)) = \text{Coût marginal espéré}(b, p_i(\cdot)) = \int_A c(a, b) f(a) da \quad (1)$$

Ce terme correspond à la prime idéale. Cela incite ainsi les assureurs à répercuter ce coût, et seulement ce coût, sur leurs assurés. Ce cas ne présente donc **aucun effet distorsif**.

Calcul de l'exposition de l'assureur i en fonction de l'aléa

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est nulle.

L'assureur donne au réassureur toute l'information sur la population qu'il assure et, en contrepartie, il reçoit une couverture complète de la part du réassureur en cas de catastrophe naturelle. Ainsi la responsabilité de l'assureur est limitée et le marché de l'assurance se développe sans difficulté.

La répartition de la population

Chaque assureur propose une prime d'assurance égale à son coût marginal espéré. De cette prime dépend la répartition de la population.

La fonction d'utilité choisie est

$$U(\pi(b, i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b, i) - \beta \cdot p(b) + k \text{ avec } \alpha, \beta > 0$$

En effet, l'utilité d'un assuré de vulnérabilité b décroît avec la prime d'assurance que doit payer l'assuré et avec la congestion de la zone occupée de vulnérabilité b .

Le coût marginal espéré sur l'aléa ne dépend pas de i . Donc la prime d'assurance, égale à ce coût marginal espéré, ne dépend pas de i .

A l'équilibre, par définition, l'utilité doit être la même, là où la population est établie, quelle que soit la vulnérabilité b , sinon les populations se déplaceraient et il n'y aurait pas d'équilibre. Dans les zones inhabitées, l'utilité est inférieure. On obtient :

$$\begin{cases} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b, i) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b, i) > \delta \end{cases} \text{ avec } \delta, \lambda > 0 \quad (2)$$

On retrouve bien que $\pi(b, i)$ ne dépend pas de i et nous la notons $\pi(b)$. Par ailleurs la relation décroissante entre la prime d'assurance et la population s'explique facilement : plus la prime est élevée, moins la population est importante.

Puisque la prime d'assurance est égale au coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa), on obtient un système de deux équations, (1) et (2). On calcule l'équilibre « symétrique », c'est-à-dire pour lequel $p_i(b)$ ne dépend pas de i . En effet, la concurrence implique la symétrie : si les assureurs sont en concurrence, ils proposent les mêmes tarifs et donc attirent les mêmes populations.

Avec la fonction de coût et la distribution de l'aléa choisies, et en posant b^* tel que $p(b^*) = 0$, on obtient :

$$\begin{cases} \forall b < b^*, p(b) = \frac{\delta}{\lambda} - \frac{C}{\lambda} \exp\left(\frac{k^2}{2}\right) \exp(l \cdot b) \\ \forall b \geq b^*, p(b) = 0 \end{cases}$$

La population est donc moins nombreuse en zone à forte vulnérabilité. La police de réassurance crée de bonnes incitations transmises aux assurés par l'intermédiaire des assureurs.

Les conditions aux limites imposent des contraintes sur les constantes.

$$\begin{cases} \int_B p(b) db = p \\ \forall b, p(b) \geq 0 \end{cases}$$

La résolution et l'application numériques⁵⁸ nous permettent de représenter graphiquement la répartition de la population. Cette représentation est faite dans l'analyse comparée des cas.

Discussion de l'hypothèse sous-jacente et conclusion

Le planificateur ou l'unique réassureur bénéficiant de la garantie de l'Etat ne connaît pas la distribution de population assurée par chaque assureur $(p_i(b), \forall i \in I)$.

L'hypothèse que nous avons faite est peu réaliste.

On pourrait imaginer que l'assureur déclare la vulnérabilité de ses assurés à son réassureur et soit remboursé en fonction de cette déclaration. Plus la population déclarée est vulnérable, plus la prime de réassurance et le remboursement augmentent. On pourrait donc garder ce même modèle mais en remplaçant la distribution de population de chaque assureur par une estimation de cette répartition basée sur une déclaration de l'assureur.

Cependant, de nouveaux problèmes apparaissent liés à l'asymétrie d'information (aléa moral). La crainte d'une forte prime de réassurance peut inciter l'assureur à sous-estimer la vulnérabilité de ses assurés.

Par ailleurs, il existe un coût pour l'assureur pour déterminer la vulnérabilité de ses assurés. Dans le cas 1, on suppose que ce coût a déjà été supporté par les acteurs et que l'information est connue. En réalité, ce travail n'a été que partiellement réalisé et il faut tenir compte de ce coût. Le planificateur ou le réassureur souhaite responsabiliser les différents acteurs et les inciter à effectuer ce travail d'information. Si les assureurs connaissent les caractéristiques des populations qu'ils assurent, ils peuvent moduler leurs tarifs et ainsi influencer sur la vulnérabilité respective de leurs assurés en promouvant des comportements de prévention. Ils peuvent ainsi proposer des réductions si les mesures de prévention ont été effectuées. Si on suppose que l'assurance cat' nat' est obligatoire (comme c'est le cas actuellement), les assureurs ne peuvent pas choisir de ne pas assurer des populations habitant dans des zones à forte vulnérabilité, mais ils pourraient par exemple refuser d'assurer des populations habitant dans des zones interdites de construction.

⁵⁸ Voir annexe 15 pour le détail du code sous R.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Cas 2 : Le système actuel et le coût de la solidarité nationale induit

Notre « caricature » du système actuel est basée sur une complète solidarité nationale : chaque assuré paie le même taux de prime (en montant) et, comme dans le cas 1, les assureurs sont indemnisés d'après le montant des dommages de leurs assurés. Le système permet donc une couverture complète des assureurs.

Cependant, le caractère uniforme de la prime d'assurance crée une distorsion qui induit une moindre incitation à la prévention et à l'installation des populations dans les zones à faible vulnérabilité. Ce système génère ainsi un surcoût pour la société.

Définition de la police de réassurance

Ce deuxième cas stylise la **situation actuelle**. La police de réassurance proposée repose sur une **complète solidarité nationale** :

- **Les remboursements sont les remboursements correspondant au montant total des dommages (pour la partie catastrophe naturelle) des seuls assurés de l'assureur i .** Comme dans le premier cas, le régime ne joue qu'à partir du seuil, s , sur l'aléa. En dessous de ce seuil, c'est le marché libre d'assurance des risques naturels qui intervient.

$$R_2(a, p_i(.)) = \max \left(\underbrace{\int_B (c(a,b) - c(s,b)) p_i(b) db}_{\text{remboursement sinistre}}; 0 \right)$$

On a donc

$$R_2(a, p_i(.)) = R_1(a, p_i(.))$$

- On suppose indirectement que tous les assurés paient la même prime d'assurance. En réalité, dans le système actuel, si le taux de surprime est uniforme, le montant ne l'est pas. Cependant, comme nous avons supposé que les différents logements présentent la valeur assurée, alors, sous cette hypothèse, le montant sur lequel est calculé le taux de prime (qui est le montant de la prime incendie) est identique et donc, en appliquant un taux uniforme, on obtient bien un montant uniforme. Ainsi, la prime d'assurance de l'assureur i est proportionnelle au nombre de ses assurés.

$$\Pi_2(p_i(.)) = \left(\int_i \Pi_1(p_i(.)) di \right) \cdot \frac{p_i}{p}$$

Si le total des primes et le total des remboursements s'annulent pour le secteur de l'assurance, ils ne s'annulent pas pour un assureur.

Calcul de la prime d'assurance

L'assureur demande à son assuré une prime d'assurance égale au coût marginal du sinistre. Le coût marginal espéré pour l'assureur i est calculé en espérance sur l'aléa, pour un assuré de vulnérabilité b :

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(.)) = \text{Coût marginal espéré}(b, p_i(.))$$

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(.)) = \int_{a < s} c(a,b) f(a) da + \int_{a \geq s} c(s,b) f(a) da + \frac{\Pi_2}{p_i} (1')$$

$$\text{avec } \frac{\Pi_2}{p_i} = \int_{a \geq s} \int_B (c(a,b) - c(s,b)) \frac{p(b)}{p} f(a) db da$$

Ici, **l'effet distorsif existe**. Les assureurs répercuteront dans les primes d'assurance, non plus seulement le coût du sinistre, mais également une partie de leur prime d'assurance. Cela a un impact sur la répartition de la population. On voit d'ailleurs grâce à ce calcul qu'il existe un lien entre l'effet distorsif et la distribution de population. Nous calculons l'effet distorsif puis la distribution de population selon la vulnérabilité.

L'effet distorsif

Le cas 2 présente un effet distorsif, qui se traduit par la présence d'un terme supplémentaire dans la prime d'assurance. Il est dû à la forme de la prime de réassurance, qui reflète une prime d'assurance a priori⁵⁹ uniforme. En d'autres termes, **le caractère potentiellement uniforme de la prime d'assurance induit une distorsion**.

L'effet distorsif global pour l'assureur i est mesuré par la différence entre le coût pour la société d'un assuré (en espérance sur l'aléa) et le coût facturé à l'assuré par l'assureur (c'est-à-dire la prime d'assurance, donc le coût marginal espéré sur l'aléa).

$$\text{Effet distorsif global}(b, p_i(.)) = \int_A c(a, b) f(a) da - \text{Coût marginal espéré}(b, p_i(.))$$

Si ce terme est nul dans le cas 1, il vaut dans le cas 2 :

$$\text{Effet distorsif global}(b, p_i(.)) = \int_{a \geq s} (c(a, b) - c(s, b)) \left(\int_B \left(1 - \frac{p(b)}{p} \right) db \right) f(a) da > 0$$

Calcul de l'exposition de l'assureur i en fonction de l'aléa

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est nulle.

Ainsi, de même que dans le cas 1, **l'assureur reçoit une couverture complète de la part du réassureur en cas de catastrophe naturelle**. Ainsi la responsabilité de l'assureur est limitée et le marché de l'assurance se développe sans difficulté.

La répartition de la population

Les assureurs vont répercuter dans leur prime cette distorsion et ainsi modifier la répartition de la population par rapport à celle du cas précédent.

L'utilité décroît en fonction de deux variables : la prime d'assurance et la distribution de population en zone de vulnérabilité b .

$$U(\pi(b, i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b, i) - \beta \cdot p(b) + \eta \text{ avec } \alpha, \beta > 0$$

Le coût marginal espéré sur l'aléa ne dépend pas non plus de i , puisque Π_2 est proportionnel à p_i . On obtient, comme dans le cas 1 :

$$\begin{cases} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b, i) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b, i) > \delta \end{cases} \text{ avec } \delta, \lambda > 0 \quad (2)$$

On retrouve bien que $\pi(b, i)$ ne dépend pas de i et on la note $\pi(b)$.

Puisque la prime d'assurance est égale au coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa), on obtient un système de deux équations, (1') et (2). On calcule l'équilibre « symétrique », c'est-à-dire pour lequel $p_i(b)$ ne dépend pas de i .

⁵⁹ En effet, on n'impose pas dans ce modèle à l'assureur le caractère uniforme de la prime d'assurance.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Avec la fonction de coût et la distribution de l'aléa choisies, et en posant b^{**} tel que $p(b^{**}) = 0$, on obtient :

$$\begin{cases} \forall b < b^{**}, p(b) = -\psi(s)\exp(b) + \zeta(s), \text{ avec } \psi(s) > 0, \zeta(s) > 0 \\ \forall b \geq b^{**}, p(b) = 0 \end{cases}$$

La population est donc moins nombreuse en zone à forte vulnérabilité. La police de réassurance crée de bonnes incitations transmises aux assurés par l'intermédiaire des assureurs.

La question est de savoir si cette police de réassurance incite autant que celle proposée dans le cas 1 les populations à s'installer dans les zones à faible vulnérabilité.

Les conditions aux limites imposent des contraintes sur les constantes.

$$\begin{cases} \int_B p(b) db = p \\ \forall b, p(b) \geq 0 \end{cases}$$

La résolution et l'application numériques⁶⁰ nous permet de représenter graphiquement la répartition de la population. Cette représentation est faite dans l'analyse comparée des cas.

Conclusion

Le cas 2 stylise le régime actuel. Il repose sur la solidarité nationale, à la fois par les modalités des remboursements de réassurance, mais aussi par la prime de réassurance qui reflète a priori l'uniformité de la prime d'assurance.

Ce régime offre une couverture complète aux assureurs. Ainsi la responsabilité de l'assureur est limitée et le marché de l'assurance se développe sans difficulté.

Le caractère potentiellement uniforme de la prime d'assurance induit un effet distorsif. Cette distorsion est répercutée par les assureurs sur les assurés via la prime d'assurance. Cela a pour effet d'inciter la population à s'installer davantage dans les zones à forte vulnérabilité. Le coût total est donc supérieur à celui dans le cas précédent et nous chiffrons ce surcoût dans l'analyse comparée des cas.

⁶⁰ Voir annexe 15 pour le détail du code sous R.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Cas 3 : le cas forfaitaire

Le système forfaitaire permettrait d'éviter l'effet distorsif induit dans le cas 2 et le coût associé.

La police de réassurance proposée inciterait les assureurs à dissuader les populations de s'installer en zone à forte vulnérabilité et réduirait ainsi le coût pour la société.

Si le secteur des assurances est globalement couvert, chaque société d'assurance individuellement ne l'est pas.

C'est pourquoi nous proposons (voir Proposition 1) de coupler ce système avec un mécanisme de marché (titrisation).

Définition de la police de réassurance

Ici, on fixe la **prime proportionnellement au nombre d'assurés de l'assurance i . On ne tient pas compte de leur vulnérabilité respective.**

$$\Pi_3(p_i(\cdot)) = \Pi_3\left(\int_B p_i(b)db\right) = \Pi_3(p_i)$$

Le régime ne joue qu'à partir du seuil, s , sur l'aléa. En dessous de ce seuil, c'est le marché libre d'assurance des risques naturels qui intervient.

Le remboursement est proportionnel au dommage total (sur l'ensemble du territoire) et au nombre d'assurés de l'assureur i . L'idée est de donner à chaque assureur un même montant pour tout assuré, touché ou non. L'assureur reçoit un remboursement calculé en fonction de la totalité des dommages sur l'ensemble du territoire et ce proportionnellement au nombre de ses assurés. Il est libre de répartir cet argent comme il le souhaite parmi ses assurés. Le jeu de la concurrence l'amène à dédommager les sinistrés et à faire payer ses assurés au coût marginal. C'est une répartition « forfaitaire ».

$$R_3(a, p_i(\cdot)) = \max\left(\underbrace{\left[\int_I \int_B (c(a, b) - c(s, b)) p_i(b) db di\right]}_{\text{remboursement sinistre}} \cdot \frac{p_i}{p}; 0\right)$$

Enfin, on a :

$$\Pi_3(p_i) = \int_A R_3(a, p_i) f(a) da$$

Donc R_3 et Π_3 sont proportionnels à p_i . Plus généralement, cette relation entre la prime et le remboursement exprime que la prime de réassurance est égale à l'espérance du remboursement sur l'aléa.

Dans le cas 3, le remboursement et donc la prime de réassurance dépendent du nombre total d'assurés de i , et non plus de la distribution de la population assurée par l'assureur i en fonction de la vulnérabilité b , comme dans le cas 1.

Calcul de la prime d'assurance

L'assureur demande à son assuré une prime d'assurance égale au coût marginal du sinistre. Le coût marginal espéré pour l'assureur i est calculé en espérance sur l'aléa, pour un assuré de vulnérabilité b :

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(.)) = \text{Coût marginal espéré}(b, p_i(.)) = \int_A c(a, b) f(a) da \text{ }^{61}(1)$$

Ici, le coût marginal espéré est égal à la prime idéale, qui correspond au coût réel. Cela incite ainsi les assureurs à répercuter ce coût, et seulement ce coût, sur leurs assurés. Ce cas ne présente donc **aucun effet distorsif** : comme dans le premier cas, les assurés sont tarifés au « juste coût du risque », donc en fonction de leur vulnérabilité.

Calcul de l'exposition du secteur de l'assurance

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour le secteur de l'assurance par rapport à a est nulle.

Globalement, le secteur de l'assurance est couvert en cas de catastrophe naturelle : aucun risque systémique ne pèse sur le secteur de l'assurance.

Calcul de l'exposition de l'assureur i en fonction de l'aléa

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est non nulle.

Ainsi, **si le secteur des assurances est couvert, chaque assureur peut potentiellement être exposé de façon illimitée !**

La répartition de la population

Puisque le coût marginal espéré est le même que dans le cas 1, la prime d'assurance est celle du cas 1 et nous obtenons le même résultat que dans le cas 1, à savoir :

$$\begin{cases} \forall b < b^*, p(b) = \frac{\delta}{\lambda} - \frac{C}{\lambda} \exp\left(\frac{k^2}{2}\right) \exp(l \cdot b) \\ \forall b \geq b^*, p(b) = 0 \end{cases}$$

La population est donc moins nombreuse en zone à forte vulnérabilité. La police de réassurance crée de bonnes incitations transmises aux assurés par l'intermédiaire des assureurs.

Conclusion

Dans le cas forfaitaire, l'assureur ne reçoit pas un remboursement en fonction des dommages de SES propres assurés, mais en fonction de la totalité des dommages sur l'ensemble du territoire et ce proportionnellement au nombre de ses assurés. La CCR ne protège pas les assureurs individuellement, mais l'ensemble du secteur.

Cela implique une forte incitation à la prévention : l'assureur souhaite que ses assurés soient peu exposés et aient donc peu de dommages, puisqu'il est toujours remboursé du même montant, quelle que soit leur vulnérabilité ! Ce système non distorsif incite clairement les assureurs à pénaliser les assurés à forte vulnérabilité et donc à favoriser la prévention⁶².

⁶¹ En effet,

$$\begin{aligned} \text{Coût marginal espéré}(b, p_i(.)) &= \int_{a < s} c(a, b) f(a) da + \int_{a < s} \frac{\Pi_3}{p_i} f(a) da + \int_{a \geq s} c(a, b) f(a) da + \int_{a \geq s} \frac{\Pi_3}{p_i} f(a) da - \int_{a \geq s} \frac{R_3}{p_i} f(a) da \\ \text{Coût marginal espéré}(b, p_i(.)) &= \int_A c(a, b) f(a) da + \underbrace{\int_A \frac{\Pi_3 - R_3}{p_i} f(a) da}_{=0} \end{aligned}$$

⁶² Si il y a, comme c'est le cas aujourd'hui, obligation d'assurance, un assureur ne peut refuser d'assurer des agents trop vulnérables.

La limite de ce système est bien sûr la couverture incomplète d'un assureur en cas de catastrophe naturelle : si le secteur de l'assurance est protégé, un assureur peut être individuellement exposé à un risque illimité. Un assureur qui assure une population d'assurés très vulnérables, même s'il a fait peser le coût espéré sur ses assurés, n'est pas à l'abri d'un fort coût réalisé. Cette couverture incomplète des assureurs pris individuellement est un obstacle au développement du marché.

C'est pourquoi nous formulons la proposition 1, qui consiste à coupler ce système forfaitaire avec un mécanisme de marché (titrisation) qui permet aux assureurs de disposer individuellement d'une couverture complète.

Analyse comparée des 3 cas : comparaison des incitations à la prévention et estimation du coût de la solidarité nationale

En comparaison du cas « idéal » (cas 1) et du cas forfaitaire (cas 3), le système actuel (cas 2) incite donc moins les populations à s'installer dans les zones à faible vulnérabilité, ce qui génère un surcoût pour la société.

Les cas 1 et 3 ne présentent aucun effet distorsif et aboutissent donc à la même répartition de population et donc au même coût total. Nous comparons donc ici le cas 2 avec les résultats communs aux cas 1 et 3.

Comparaison des répartitions de population

Pour les cas 1 et 3, la répartition de la population vaut :

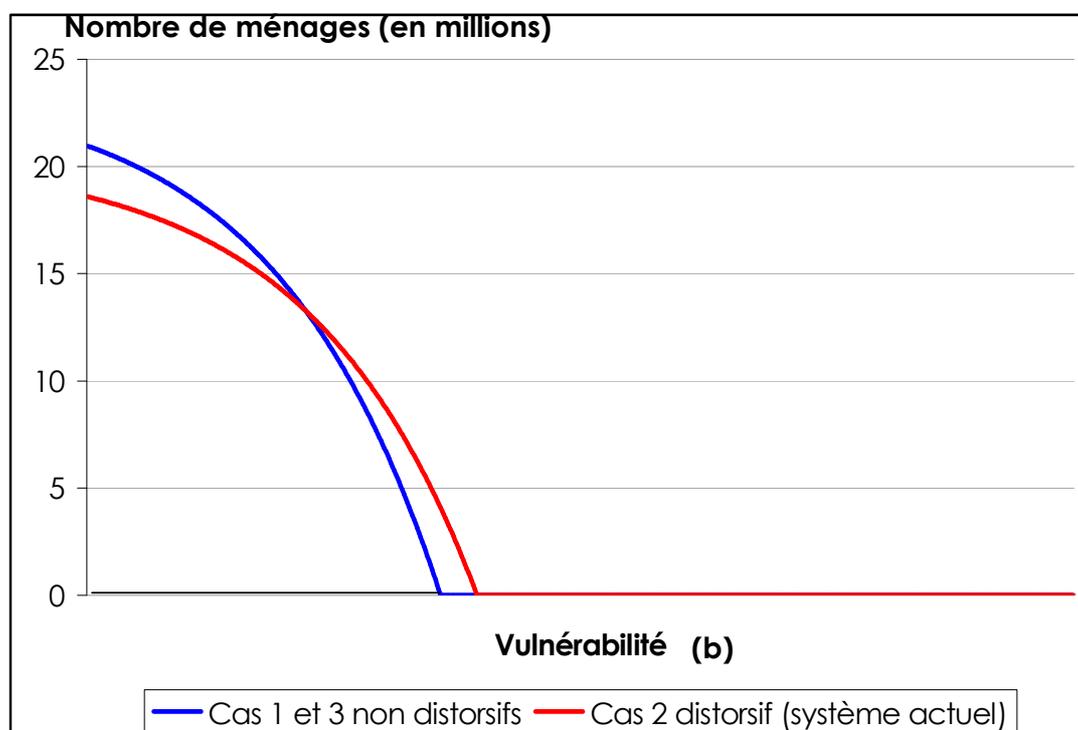
$$\begin{cases} \forall b < b^*, p(b) = \frac{\delta}{\lambda} - \frac{C}{\lambda} \exp\left(\frac{k^2}{2}\right) \exp(l \cdot b) \\ \forall b \geq b^*, p(b) = 0 \end{cases}$$

Pour le cas 2, la répartition de la population vaut :

$$\begin{cases} \forall b < b^{**}, p(b) = -\psi(s) \exp(b) + \zeta(s), \text{ avec } \psi(s) > 0, \zeta(s) > 0 \\ \forall b \geq b^{**}, p(b) = 0 \end{cases}$$

La forme est donc similaire : la population décroît avec la vulnérabilité. Dans le cas 2, les constantes dépendent du seuil d'assurabilité choisi.

Représentation des répartitions de population du cas 2 et des cas 1/3



Le caractère potentiellement uniforme de la prime d'assurance induit un effet distorsif, répercuté par les assureurs sur les assurés via la prime d'assurance. Cela a pour effet d'inciter la population à s'installer davantage dans les zones à forte vulnérabilité. On observe ainsi un déplacement des populations vers les zones à forte vulnérabilité dans le cas 2.

En comparaison avec les polices de réassurance des cas 1 et 3, la police de réassurance du cas 2 incite donc moins les populations à s'installer dans les zones à faible vulnérabilité.

L'importance de ce déplacement dépend du seuil d'assurabilité fixé au préalable.

Comparaison du coût total

Le coût total vaut

$$Coût\ total = \int_I \int_B \int_A c(a,b)f(a)p_i(b)dadbdai$$

Puisque les zones à forte vulnérabilité sont plus peuplées dans le cas 2, le coût total est supérieur dans le cas 2.

Nous chiffrons ce surcoût à environ 10% du coût total, soit 26 millions d'euros en moyenne et par année. Là encore, ce chiffre dépend bien sûr du seuil d'assurabilité fixé.

La sensibilité de ce résultat au calibrage effectué :

- du seuil d'assurabilité ;
- et de la fonction de coût (déterminée par l'estimation de la part du coût des inondations cat' nat' dans le coût total des inondations)

nous rappelle les limites de ce résultat.

Discussion sur le calibrage

Nous avons calibré le modèle sur la situation actuelle. Mais si le seuil d'assurabilité était reculé (par exemple, si une inondation n'était reconnue cat' nat' dès lors que sa période de retour est supérieure ou égale à 20 ans), alors le poids des inondations cat' nat' dans le coût total des dommages dus aux inondations diminuerait à 30% (ce chiffre est choisi pour les besoins de l'exemple et ne repose pas sur une estimation approfondie). On aurait alors un surcoût moindre, qui représenterait 5% du coût total, soit 11 millions d'euros.

La valeur chiffrée du surcoût est donc très **sensible au calibrage initial** mais montre son **caractère significatif**.

Par ailleurs, notre modèle repose sur des hypothèses fortes d'assurance complète et d'uniformité de la valeur assurée. Donc le montant sur lequel est calculé le taux de prime (qui est le montant de la prime incendie) est identique. En appliquant un taux uniforme, on obtient bien un montant uniforme. Dans le système actuel, la valeur assurée varie d'un logement à l'autre et, si le taux de la prime est uniforme, le montant ne l'est pas.

Outre ces deux hypothèses, les **principales limites de ce modèle** sont donc la non-distinction entre dommages assurés et dommages économiques, et l'absence de prise en compte des externalités.

Valorisation du bien-être de la population

Le bien-être de la population correspond à la somme des utilités de chaque particulier. A l'équilibre, par définition, l'utilité doit être la même, là où la population est établie, quelle que soit la vulnérabilité b , sinon les populations se déplaceraient et il n'y aurait pas d'équilibre. Dans les zones inhabitées, l'utilité est inférieure.

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall (b,c) \in B^2 \text{ tel que } p(b) > 0 \text{ et } p(c) > 0, U(\pi(b,i), p(b)) = U(\pi(c,i), p(c)) = \gamma \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, U(\pi(b,i), 0) < \gamma \end{array} \right.$$

Donc

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, U(\pi(b,i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b,i) - \beta \cdot p(b) + \eta = \gamma \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, U(\pi(b,i), 0) < \gamma \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b,i) = -\frac{1}{\alpha}((\gamma - \eta) + \beta \cdot p(b)) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b,i) > -\frac{(\gamma - \eta)}{\alpha} \end{array} \right.$$

On peut le renoter

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b,i) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b,i) > \delta \end{array} \right. \text{ avec } \delta, \lambda > 0 \text{ }^{63}$$

Donc il s'agit de comparer le niveau d'utilité commun aux cas 1 et 3 à celui du cas 2.⁶⁴

On trouve

$$\delta_{\text{cas distorsif}} < \delta_{\text{cas non distorsif}}$$

$$\text{Soit } \gamma_{\text{cas distorsif}} > \gamma_{\text{cas non distorsif}}$$

Le bien-être de la population est donc supérieur dans le cas distorsif.

Conclusions

Le caractère potentiellement uniforme de la prime d'assurance induit un **effet distorsif**, répercuté par les assureurs sur les assurés via la prime d'assurance. Cela a pour effet d'inciter la population à s'installer davantage dans les zones à forte vulnérabilité et **crée un surcoût financier pour la société, mais permet un bien-être supérieur pour la population.**

L'asymétrie d'information oblige à choisir entre solidarité nationale, couverture complète de chaque assureur et incitation à la prévention. L'assurance et la réassurance des catastrophes naturelles illustrent ainsi le rôle clef de l'information.

⁶³ On peut supposer la valeur $\gamma - \eta$ négative, car on définit l'utilité à la constante η près, constante que l'on peut choisir telle que $\gamma - \eta < 0$.

⁶⁴ En effet, $\int_B U(\pi(b,i), p(b)) p(b) db = \int_B [-\alpha \pi(b,i) - \beta p(b)] p(b) db = (\gamma - \eta)P + (\alpha \lambda - \beta) \int_B p^2(b) db$

Comparer ce terme revient à comparer les niveaux d'utilité γ .

Propositions : le marché comme complément au cas « forfaitaire » et le système « mixte »

Augmenter le seuil d'assurabilité...

Le changement climatique et l'augmentation de la valeur assurée des biens vont sans nul doute accroître le coût des catastrophes naturelles et donc le surcoût qui pèse sur la société. Le maintien du système actuel avec une augmentation du seuil d'assurabilité est donc recommandé. Cependant, comment justifier auprès des populations que dorénavant des sinistres indemnisés par le passé ne le seraient plus ?

Proposition 1 : le marché comme complément au cas forfaitaire

Une solution réside dans l'échange de titres entre assureurs. Un agent peut en effet acheter un titre qui lui assure une couverture (un versement) si un événement se réalise. Les assureurs aux populations très vulnérables peuvent ainsi acheter des titres aux assureurs peu exposés. Les obligations catastrophes et les options catastrophes constituent deux exemples des titres que pourraient échanger les assureurs entre eux (voir ci-dessous).

Ce mécanisme permet, tout comme la réassurance, une mutualisation des risques. Son intérêt réside dans le fait qu'elle révèle une information sur la vulnérabilité des populations assurées par chaque assureur.

La titrisation : définition et exemples

La **titrisation** est la transformation d'un actif non liquide en actif liquide (émission d'un titre échangeable sur un marché).

Pourquoi la titrisation ? Le marché de l'assurance ne semble pas avoir les capacités pour couvrir ces scénarios catastrophes⁶⁵. La titrisation permet d'accéder au capital proposé sur les marchés financiers. Par ailleurs, la titrisation présente un intérêt financier à la fois pour les investisseurs et pour le marché de l'assurance et de la réassurance. En effet, les risques d'assurance représentent pour les investisseurs une source intéressante de diversification : les risques catastrophes sont généralement indépendants des risques de marché⁶⁶.

Les **obligations catastrophes (« cat bonds »)** sont des obligations émises par une société d'assurance qui accepte de payer une plus forte rémunération (primes), qui correspond in fine pour les investisseurs à un taux d'intérêt plus élevé que la normale. Le remboursement du capital prêté par les investisseurs est conditionné à la non-réalisation du sinistre.

Les **options catastrophes** reposent sur le principe suivant : l'assureur décide du montant de couverture qu'il achète. Si le sous-jacent⁶⁷ (par exemple l'aléa ou les pertes totales dues aux catastrophes naturelles dans une région donnée) dépasse (ou tombe sous) un certain seuil, l'assureur reçoit le montant de couverture choisi.

⁶⁵ Le capital des compagnies d'assurance non-vie américaines ne représente que quelques pourcentages de la capitalisation sur les marchés financiers.

⁶⁶ La méthode traditionnellement utilisée par les investisseurs était une participation au capital d'une société d'assurance. Mais ceci ne représente pas tout à fait une diversification, car les résultats d'une société d'assurance dépendent très fortement des marchés financiers.

⁶⁷ On retrouve la même question de l'approche de la « notion de survenance de catastrophe ». Le sous-jacent ou l'indice doit être, d'une part bien corrélé avec les débours des sociétés d'assurance, afin que celles-ci aient intérêt à acheter des options pour se couvrir, et d'autre part, parfaitement objectif et non-manipulable par les assureurs ; les options traitées à Chicago sont basées sur un indice des pertes totales dues aux catastrophes naturelles dans une région donnée (par exemple, le Sud-Est des États-Unis).

On pourrait donc imaginer un système forfaitaire (comme le cas 3) assurant une couverture complète du secteur de l'assurance et couplé avec un mécanisme d'échange de titres sur les marchés financiers favorisant l'apparition d'un marché.

Par exemple, une assurance A assure des populations dans le Gard et les clients de l'assurance B résident en Normandie. En cas de catastrophe naturelle, le système forfaitaire s'appliquerait et les assurances A et B recevraient une indemnité de la CCR,

respectivement égale à $Y \cdot \frac{p(A)}{p}$ et à $Y \cdot \frac{p(B)}{p}$, avec $p(A)$ et $p(B)$ le nombre respectif

d'assurés de chaque assurance, p le nombre total d'assurés et Y le montant total versé par la CCR au secteur de l'assurance.

L'assurance A souhaite se couvrir contre le risque de catastrophe naturelle (inondation, par exemple). Elle estime son exposition à un montant X . Elle propose donc à l'assurance B de lui payer une prime contre le versement en cas de catastrophe naturelle du montant X . L'assurance B peut accepter ou refuser cette proposition selon l'estimation de son nombre d'assurés et leurs expositions respectives. L'assurance A peut s'adresser à l'assurance B et si besoin à plusieurs autres assurances. Finalement, les sociétés d'assurance « s'assurent entre elles ». Elles le font grâce à un mécanisme d'échange de titres.

Il est important de souligner l'absence de risque de contrepartie. En effet, dans tous les cas, la CCR verse une indemnité à l'assurance B dans notre exemple. On peut donc créer un titre adossé au paiement de la CCR.

Ceci n'empêche pas bien sûr une société d'assurance de faire faillite si elle gère mal son risque. Dans ce cas, le régulateur saisit l'assurance et demande à ses actionnaires de rembourser la somme due. Si la société d'assurance ne peut respecter ses engagements auprès de ses assurés, l'Etat via la CCR peut s'engager à indemniser les assurés lésés.

Proposition 2 : le système « mixte »

On pourrait également imaginer le système suivant avec deux seuils :

- En dessous du premier seuil, le marché est libre ;
- Entre le premier et le second seuil, fonctionne un système forfaitaire (analogue au cas 3) assurant une couverture complète du secteur de l'assurance ;
- Au-dessus du second seuil, fonctionne le cas 2 (cas stylisant le régime actuel) qui induit un effet distorsif et une « mauvaise » répartition de la population, mais qui offre une couverture complète à chaque assureur.

Ce système permet de limiter les effets distorsifs induits par le cas 2, tout en offrant une couverture complète de chaque assureur pour les événements extrêmes.

La difficulté essentielle de ce système réside dans la définition des deux seuils. Le seuil inférieur correspond a priori au seuil d'assurabilité, et comme nous l'avons vu en 1.2.3, la définition du seuil d'assurabilité (noté s dans notre modèle) pour chaque risque naturel est complexe. Il s'agit ici de définir précisément le(s) critère(s) objectif(s) permettant de fixer le seuil supérieur.

Récapitulatif des avantages et inconvénients de ces 3 systèmes et propositions

Voir tableau ci-contre.

Récapitulatif des avantages et inconvénients de ces 3 systèmes et propositions

	Avantages	Inconvénients
Cas 1 : l'optimum de premier rang, le cas « idéal »	<p><u>Hypothèse forte</u> : le réassureur connaît la distribution de vulnérabilité de la population assurée par chaque assureur.</p> <p><u>Remboursements de réassurance</u> égaux au montant total des dommages (pour la partie catastrophe naturelle) des seuls assurés de l'assureur <i>i</i> (forte solidarité nationale).</p> <p><u>Prime de réassurance « idéale »</u> : égale à l'espérance du remboursement sur l'aléa.</p>	
	<p>Système juste. Solidarité nationale forte.</p> <p>Couverture complète de chaque assureur en cas de catastrophe naturelle.</p> <p>Aucun effet distorsif, donc incitation à la prévention.</p>	<p>Hypothèse sous-jacente peu réaliste.</p>
	<p>Remarque : On pourrait imaginer un mécanisme où chaque assureur déclarerait la distribution de la vulnérabilité de ses assurés. Mais cette asymétrie d'information crée de nouveaux biais (aléa moral).</p>	
Cas 2 : le système actuel	<p><u>Remboursements de réassurance</u> égaux au montant total des dommages (pour la partie catastrophe naturelle) des seuls assurés de l'assureur <i>i</i> (solidarité nationale)</p> <p><u>Prime de réassurance</u> non « idéale » : proportionnelle au nombre d'assurés de <i>i</i>. Ainsi, on suppose indirectement que tous les assurés paient la même prime d'assurance (solidarité nationale).</p>	
	<p>Solidarité nationale complète.</p> <p>Couverture complète de chaque assureur en cas de catastrophe naturelle.</p>	<p>Distorsion, donc moindre incitation à la prévention et plus grande population en zone à forte vulnérabilité.</p> <p>Donc coût total supérieur. Surcoût annuel de l'ordre de 10% (26 millions €).</p>
Cas 3 : le cas forfaitaire	<p><u>Remboursements de réassurance</u> proportionnels au dommage total et au nombre d'assurés de <i>i</i> : on donne à chaque assureur un montant pour chaque assuré, touché ou non.</p> <p><u>Prime de réassurance « idéale »</u> : égale à l'espérance du remboursement sur l'aléa.</p>	
	<p>Couverture complète du secteur de l'assurance en cas de catastrophe naturelle.</p> <p>Aucun effet distorsif, donc incitation à la prévention.</p> <p>Coût moindre, correspondant au coût du cas 1 « idéal ».</p>	<p>Couverture a priori non-complète pour chaque assureur en cas de catastrophe naturelle.</p> <p>Solidarité nationale « réduite » : obligation d'assurance, garantie de l'Etat, mais les remboursements de réassurance proportionnels au dommage total et au nombre d'assurés de <i>i</i>.</p>
Proposition 1 : le marché comme complément au cas forfaitaire	<p><u>Le système forfaitaire (cas 3) est couplé avec un mécanisme d'échange de titres sur les marchés financiers</u>, ce qui favorise l'apparition d'un marché.</p> <p>Ainsi, le secteur de l'assurance dispose en cas de catastrophe naturelle d'une couverture complète. Les mécanismes de marché permettent de révéler l'information de chaque assureur sur la vulnérabilité de la population assurée et donnent la possibilité à chaque assureur de se couvrir contre le risque de catastrophe naturelle.</p>	
	<p>Aucun effet distorsif, donc incitation à la prévention.</p> <p>Coût moindre, correspondant au coût du cas 1 « idéal ».</p> <p>Couverture complète de chaque assureur.</p>	<p>Solidarité nationale « réduite » : obligation d'assurance, garantie de l'Etat, mais les remboursements de réassurance proportionnels au dommage total et au nombre d'assurés de <i>i</i>.</p>
Proposition 2 : le système mixte	<p>En dessous du <u>premier seuil</u>, le marché est libre.</p> <p>Entre le <u>premier</u> et le <u>second seuil</u>, fonctionne un système forfaitaire (cas 3).</p> <p>Au-dessus du <u>second seuil</u>, fonctionne le cas 2 (cas stylisant le régime actuel) qui induit un effet distorsif et une « mauvaise » répartition de la population, mais qui offre une couverture complète à chaque assureur.</p>	

Conclusion

Le régime actuel d'indemnisation des catastrophes naturelles, instauré par la loi du 13 juillet 1982, est basé sur la solidarité nationale exprimée par l'obligation d'assurance, la garantie de l'Etat et par l'uniformité du taux de surprime, uniformité qui n'incite pas a priori à un effort de prévention...

Le système est actuellement en équilibre et les provisions réalisées par les assureurs et réassureurs continuent d'augmenter significativement. Cependant, en cas d'événement majeur, l'équilibre n'est pas garanti. Par ailleurs, les départements ont des profils très différents en terme d'exposition, de prévention et de coût assurantiel.

En 2000, une modulation des franchises avait tenté de lier assurance et prévention. Cette mesure, par sa formulation, a incité à prescrire des mesures de prévention non menées à terme, uniquement pour éviter une augmentation de franchise. Cet effet a été partiellement corrigé par la réduction du taux d'approbation décidée en 2003. L'idée de lier l'indemnisation aux mesures de prévention n'est peut-être pas à rejeter pour autant.

La réassurance est également un canal qui peut inciter les assureurs à répercuter sur les assurés des incitations efficaces à la prévention et à l'installation dans des zones peu exposées. L'asymétrie d'information oblige à choisir entre solidarité nationale, couverture complète de chaque assureur et incitation à la prévention.

Plusieurs pistes peuvent être explorées. Une police de réassurance adéquate, dite « forfaitaire », qui couvrirait le secteur de l'assurance sans couvrir chaque assureur individuellement, pourrait inciter les assureurs à répercuter de bonnes incitations sur les populations. Ce système forfaitaire pourrait être couplé, soit à un échange de titres entre assureurs leur permettant d'obtenir une couverture complète de leurs risques, soit au système cat' nat' actuel offrant une couverture complète de chaque assureur pour les événements extrêmes.

Sous certaines conditions, le secteur de l'assurance, à qui il est souvent reproché de déresponsabiliser les agents, pourrait donc inciter efficacement à la prévention.

Bibliographie

- [1] CCR, « Les catastrophes naturelles en France », (Avril 2007)
- [2] A. Charpentier, « Titrisation des risques assurantiels et émission de Cat bonds », *Etude FFSA*, (août 2002).
- [3] P. Dumas, A. Chavarot, H. Legrand, A. Macaire, C. Dimitrov, X. Martin, C. Queffelec, « Mission d'enquête sur le régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles », *Inspection générale des Finances* Numéro 2005-M-020-02, *Conseil Général des Ponts et Chaussées* Numéro 2004-0304-01, *Inspection générale de l'Environnement* Numéro IGE/05/006, (Septembre 2005)
- [4] A. Erhard-Cassegrain, « L'impact économique des tempêtes de décembre 1999 », *Document de travail de la Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale*, série Synthèses Numéro 01-S05, (2005)
- [5] A. Erhard-Cassegrain, E. Massé, P. Momal, « Evolution du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles », *Document de travail de la Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale*, Série Synthèses Numéro 04-S06, (2006)
- [6] R. Fekik, S. Banoun, « Rapport sur le régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles », *Inspection générale de l'Administration*, Numéro 05-052-01, (Octobre 2005)
- [7] C. Gollier, « Some aspects of the economics of catastrophic risk insurance », *Working Paper 1409 CESIFO*, (2005)
- [8] A. Jacquot, C. Minodier, « Enquêtes annuelles de recensement 2004 et 2005, 31,3 millions de logements au 1er janvier 2005 », *Insee Première N°1060*, (Janvier 2006)
- [9] J. Hull, « Options, Futures and Other Derivatives », *Pearson Education*, 6ème édition, (2006)
- [10] L. Latruffe and P. Picard, « Assurance des catastrophes naturelles : faut-il choisir entre prévention et solidarité? » », *Working Paper*, (2002)
- [11] MEDAD, « Les évènements naturels dommageables en France et dans le monde en 2006 », (Août 2007)
- [12] E. Michel-Kerjan, « Managing Large-Scale Risks in a New Era of Catastrophes: Insuring, Mitigating and Financing Recovery from Natural Disasters in the United States », *An Extreme Events Project of the Wharton Risk Management and Decision Processes Center in conjunction with Georgia State University and the Insurance Information Institute*, (March 2008)
- [13] R. Nussbaum, « Articuler assurance et solidarité dans le financement de la réparation des dommages causés par les catastrophes naturelles : un objectif pour l'Union européenne du 21e siècle? », (2007)
- [14] D. Pouilloux, « Annuaire thématique de la réglementation d'assurance », *Collection des guides juridiques et thématiques*, (2005)

[15] Rapport du groupe de travail « Prévention » du projet de réforme du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, MEDAD DPPR, (Juin 2006)

[16] Rapport du gouvernement au Parlement sur l'indemnisation des dommages aux bâtiments causés par la sécheresse survenue durant l'été 2003, (2007)

[17] « Sur la notion d'assurabilité... Clarification de la définition des "dommages assurables" », Extraits d'une note préparée pour la réunion plénière 2006 de la Commission "Dommages aux biens" du Comité Européen des Assurances

[18] Swiss Re, « Catastrophes naturelles et techniques en 2007 : dommages importants en Europe », *Sigma* Numéro 1/2008, (2008)

[19] Swiss Re, « Estimation provisoire des catastrophes en 2007 selon les statistiques sigma de Swiss Re : Bilan alourdi par les dégâts liés aux inondations et aux tempêtes en Europe », (décembre 2007)

[20] J. Tallon et J. Vergnaud, « Incertitude et information en économie de l'Environnement », *Technical report, Programme Sciences Economiques et Environnement (S3E)*, (2007)

[21] J-P. Torterotot, « Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes », Thèse, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, (1993)

[22] T. von Ungern-Sternberg, « Efficient Monopolis, The limits of competition in the European property insurance market », Oxford University Press, (2004)

Glossaire

1. Risque (ou exposition au risque), aléa, vulnérabilité

Aléa : phénomène d'occurrence et d'intensité données auquel on associe une certaine probabilité de réalisation dans une durée et une zone fixées.

Vulnérabilité : niveau de conséquences prévisible d'un phénomène sur la population et sur ses équipements.

Risque : combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences. Il est donc le produit de l'aléa par la vulnérabilité.

Exposition au risque d'une zone donnée : résulte de la combinaison de l'aléa dans cette zone avec la vulnérabilité de la zone. On confond donc, par abus de langage, « l'exposition au risque » et « le risque ».

Risque naturel : tout risque lié aux phénomènes naturels tels que les avalanches, feux de forêts, inondations, mouvements de terrain, cyclones, tempêtes, séismes, éruptions volcaniques, ...

Risque naturel majeur : risque caractérisé par une faible probabilité d'occurrence et une gravité très élevée : inondation, avalanche, feu de forêt, cyclone, éruption volcanique, mouvement de terrain, séisme, tempête

Risque résiduel : risque subsistant une fois les mesures de prévention prises

Cindynique : regroupe les sciences qui étudient les risques. On les appelle aussi « sciences du danger ». Elles s'intéressent plus particulièrement au risque industriel et plus spécifiquement aux risques majeurs. Cette appellation a été créée en 1987 lors d'un colloque tenu à la Sorbonne.

Domage : en droit, un dégât matériel ou physique, à une chose ou une personne. Les dommages correspondent à des atteintes aux personnes, aux biens, aux espaces naturels.

Sinistre : Événement catastrophique qui entraîne des pertes importantes.

Sinistralité d'une période historique et d'une zone géographique : la somme des dommages constatés aux biens et aux personnes, sur cette période et dans cette zone. La sinistralité peut aussi désigner le taux de sinistres.

2. La gestion des risques

2.1 Précaution / Prévision / Mitigation / Prévention

Précaution : ensemble de mesures visant les **risques hypothétiques**, non encore confirmés scientifiquement, mais dont l'existence peut être identifiée à partir de connaissances empiriques et scientifiques.

Prévision : estimation de la date de survenance et des caractéristiques (intensité, localisation) d'un phénomène naturel.

Mitigation : mesures visant à réduire la vulnérabilité des enjeux. Elle concerne essentiellement les biens économiques : les constructions (privées et publiques), les bâtiments industriels et commerciaux, ceux nécessaires à la gestion de crise, les réseaux de communication, d'électricité, d'eau...

Prévention : ensemble de mesures visant les risques avérés, ceux dont l'existence est démontrée ou connue empiriquement (parfois assez connue pour pouvoir en estimer la fréquence d'occurrence). L'incertitude ne porte pas sur le risque, mais sur sa réalisation.

Ces mesures peuvent être de nature très différente : information préventive, renforcement de la connaissance et de la conscience du risque, entretien des ouvrages de protection et des systèmes de prévision... Leur but est de réduire les effets dommageables des phénomènes naturels avant qu'ils ne se produisent.

Ainsi, la prévention englobe notamment le contrôle de l'occupation du sol, la mitigation, la protection, la surveillance, la préparation.

Plan de prévention des risques (PPR) : servitude d'utilité publique annexée au document d'urbanisme, qui fait connaître les zones à risques et définit les mesures pour réduire les risques encourus. Le PPR appartient donc aux mesures de sécurité mises en place face aux risques majeurs. On distingue les plans de prévention des risques technologiques et les plans de prévention des risques naturels.

2.2 Assurance

Assurance : service qui consiste à fournir une prestation prédéfinie, généralement financière, à un individu, une association ou à une entreprise lors de la survenance d'un risque, en échange de la perception d'une cotisation ou prime.

Par extension, l'assurance est le secteur économique qui regroupe les activités de conception, de production et de commercialisation de ce type de service.

Couverture du risque : protection contre ce risque par des contrats d'assurance, des contrats de garantie, ou des contrats financiers permettant d'apporter une compensation.

Néanmoins, le terme « risque » désigne ici la probabilité mathématique qu'un dommage, et non un phénomène naturel, se produise. On raisonne ainsi en terme de dégâts matériels ou physiques.

Fréquence (en gestion de contrats d'assurance) : nombre de sinistres rapporté au nombre de contrats. La fréquence exprime ainsi le taux de contrats touchés par l'événement.

Sinistre moyen = indemnité moyenne = coût moyen : somme des indemnités pour l'ensemble des sinistres / nombre de sinistres.

Prime pure = somme des indemnités / nombre de contrats
= coût moyen x fréquence des sinistres.

Cotisation moyenne = somme des cotisations / nombre de contrats.

2.3 Finance

Risque : Si en économie, le risque se distingue de l'incertitude par sa nature probabilisable, en finance, la notion de risque est très proche de celle d'incertitude. Le risque d'un titre financier peut ainsi avoir plusieurs origines. On distingue notamment les risques économiques (politiques, naturels, d'inflation...) qui menacent les flux liés aux titres et relèvent du monde économique, et les risques financiers (liquidité, change, taux...) qui ne portent pas directement sur ces flux et sont propres à la sphère financière. Quelle que soit sa nature, tout risque se traduit par une fluctuation de la valeur du titre financier. C'est d'ailleurs ce qui distingue la comptabilité pure, qui ne se préoccupe que de taux de rentabilité, et la finance, qui intègre la notion de risque pour déterminer la valeur. Le risque d'un titre financier se mesure à la volatilité de sa valeur (ou de son taux de rentabilité) : plus la volatilité est élevée, plus le risque est fort, et inversement.

Couverture : pratique qui consiste à se protéger contre un risque non désiré.

Titrisation : transformation d'un actif non liquide en actif liquide (émission d'un titre échangeable sur un marché)

Obligation : titre négociable représentant la part d'un emprunt émis par l'Etat, une collectivité publique, une entreprise nationale ou une société privée. Terme qui désigne d'une part le titre matériel émis et d'autre part la créance elle-même.

Obligation catastrophe (ou Cat bond) : obligation dont le versement des intérêts et le remboursement du nominal dépendent de la survenance d'une ou plusieurs catastrophes naturelles (produit dérivé)

Produit dérivé et sous-jacent : produit financier reposant sur un actif ou titre appelé sous-jacent dont le produit est « dérivé ». A la base les produits dérivés sont composés de trois grandes familles (les contrats à terme de type forward et futures, les swaps et les contrats d'option), ces instruments de gestion des risques financiers sont utilisés pour couvrir 4 sortes de risque (marché, liquidité, contrepartie, politique). Ils sont négociés soit sur des marchés de gré à gré, soit sur des bourses.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – Principaux périls naturels dans une sélection de pays et leur impact économique

ANNEXE 2 – Typologie des différents risques naturels

ANNEXE 3 - Connaissance et cartographie des aléas

ANNEXE 4 – Détail des dépenses du fonds Barnier en 2005, 2006 et 2007

ANNEXE 5 – Avalanches : impact économique et mesures de prévention

ANNEXE 6 – Feux de forêt : impact économique et mesures de prévention

ANNEXE 7 – Tempêtes : impact économique et mesures de prévention

ANNEXE 8 – Cyclones : impact économique et mesures de prévention

ANNEXE 9 – Séismes : impact économique et mesures de prévention

ANNEXE 10 – Volcanisme : impact économique et mesures de prévention

ANNEXE 11 - Modifications du champ d'intervention du régime cat' nat'

ANNEXE 12 - Efficacité de la modulation de franchise – construction des variables et convention

ANNEXE 13 - Impact de la modulation de franchise : les 4 groupes pour les inondations

ANNEXE 14 - Impact de la modulation de franchise : les 4 groupes pour les mouvements de terrain

ANNEXE 15 – Calculs relatifs à la modélisation des polices de réassurance

ANNEXE 16 – Programme sous « R » pour l'application et la résolution numériques de la modélisation des polices de réassurance

ANNEXE 1 – Principaux périls naturels dans une sélection de pays et leur impact économique

Pays	Evènement de référence	Période de référence	Dommages économiques		dont dommages non-assurés
		approx. en années	en milliards USD	en % du PIB	
Japon	séisme	200	500	11,5%	90-95%
Etat-Unis	séisme en Californie	200	300	2,3%	80-90%
Etat-Unis	ouragan	200	300	2,3%	40-60%
Japon	typhon	200	50	1,1%	60-80%
Italie	séisme	500	50	2,7%	70-80%
Turquie	séisme	500	50	12,6%	70-80%
Mexique	séisme	500	50	5,9%	80-90%
Portugal	séisme	1000	50	25,9%	80-90%
Royaume-Uni	tempête	200	30	1,3%	10-30%
Canada	séisme en Colombie-Britannique	500	20	1,6%	30-50%
Israël	séisme	1000	20	14,4%	30-50%
Australie	séisme à Sydney	1000	20	2,7%	30-50%
France	tempête	200	15	0,7%	10-30%
Allemagne	tempête	200	15	0,5%	40-60%
Pays-Bas	tempête	200	7	1,0%	10-30%
Belgique	tempête	200	5	1,3%	30-50%

Note de lecture : Ce tableau met en rapport les sinistres de référence et le produit intérieur brut, en indiquant le pourcentage de sous-assurance.

La part assurée des dommages économiques dépend fortement du pays, mais aussi des circonstances concrètes de l'évènement. Lors d'un séisme au Japon ou en Californie par exemple, le fait que les constructions touchées soient principalement industrielles ou résidentielles, ou que les dommages soient dus aux incendies consécutifs au séisme ou au séisme lui-même serait déterminant. Pour chaque évènement, la valeur assurée peut donc significativement s'écarter des valeurs estimatives indiquées.

Source : Swiss Re, rapport Sigma numéro 2/2007

ANNEXE 2 – Typologie des différents risques naturels

1.1 Inondation

- 1.1.1 Par une crue (débordement de cours d'eau)
 - 1.1.1.1 Débordement lent
 - 1.1.1.2 Débordement rapide (torrentiel)
- 1.1.2 Par ruissellement et coulée de boue
 - 1.1.2.1 Rural (souvent accompagné de coulées de boue et d'eau boueuse)
 - 1.1.2.2 Urbain ou péri-urbain (souvent accompagné d'eau boueuse)
- 1.1.3 Par lave torrentielle (torrent et talweg)
- 1.1.4 Par remontées de nappes naturelles
- 1.1.5 Par submersion marine
 - 1.1.5.1 Houle, marée de tempête
 - 1.1.5.2 Raz-de-marée, tsunami

1.2 Mouvement de terrain

- 1.2.1 Affaissement
 - 1.2.1.1 Dû à des cavités anthropiques
 - 1.2.1.2 Dû à des cavités naturelles
- 1.2.2 Effondrement
 - 1.2.2.1 Localisé (fontis) dû à des cavités anthropiques
 - 1.2.2.2 Localisé (fontis) dû à des cavités naturelles
 - 1.2.2.3 Généralisé dû à des cavités anthropiques
- 1.2.3 Éboulement, chutes de pierres et de blocs
 - 1.2.3.1 Chutes de pierres et de blocs
 - 1.2.3.2 Éboulement en masse
 - 1.2.3.3 Éboulement en grande masse (ou écroulement)

1.2 Mouvement de terrain (suite)

- 1.2.4 Glissement de terrain
 - 1.2.4.1 Glissement
 - 1.2.4.2 Coulées boueuses issues de glissement amont
- 1.2.5 Avancée dunaire
- 1.2.6 Recul du trait de côte et de falaises
 - 1.2.6.1 Littoral - côte basse
 - 1.2.6.2 Littoral - côte à falaise
 - 1.2.6.3 Berges fluviales
- 1.2.7 Tassements différentiels

1.3 Séisme

1.4 Avalanche

1.5 Éruption volcanique

- 1.5.1 Coulées (ou intrusion) de lave
- 1.5.2 Coulées pyroclastiques
- 1.5.3 Retombées aériennes
- 1.5.4 Gaz
- 1.5.5 Lahars 2

1.6 Feu de forêt

1.7 Phénomène lié à l'atmosphère

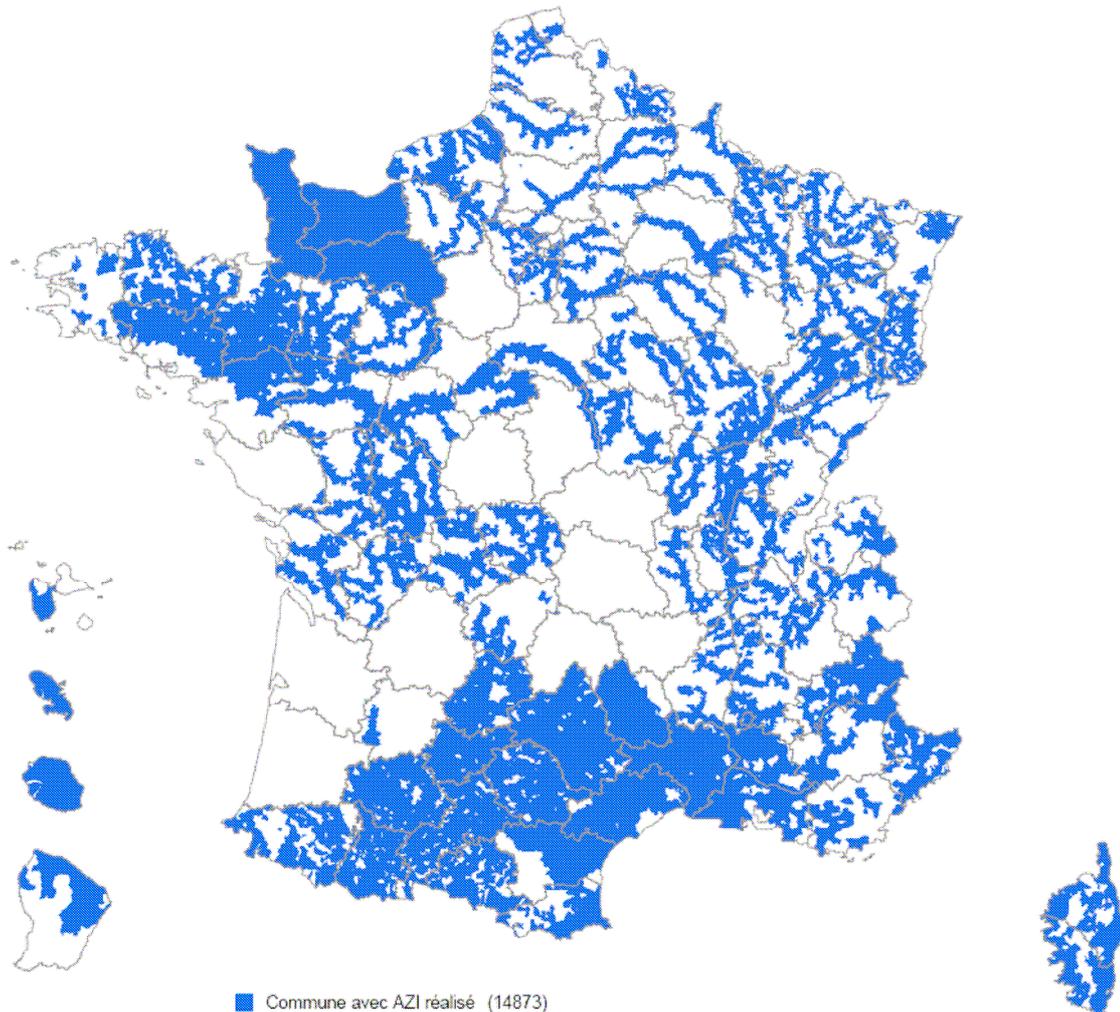
- 1.7.1 Cyclone/ouragan (vent)
- 1.7.2 Tempête et grains (vent)
 - 1.7.2.1 Tempête (vent)
 - 1.7.2.2 Ligne de grains
 - 1.7.2.3 Grains
- 1.7.3 Trombe (vent)
- 1.7.4 Foudre
- 1.7.5 Grêle
- 1.7.6 Neige et pluie verglaçante
 - 1.7.6.1 Neige
 - 1.7.6.2 Pluie verglaçante

Source : MEEDDAT

ANNEXE 3 - Connaissance et cartographie des aléas

Pour chaque aléa, est présentée, soit dans le I.1, soit dans les annexes 5 à 10, la superposition de l'aléa et des zones pourvues de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR). Le but de l'annexe 3 est de montrer le degré de précision avec laquelle certains risques peuvent être connus et l'état d'avancement de cette connaissance.

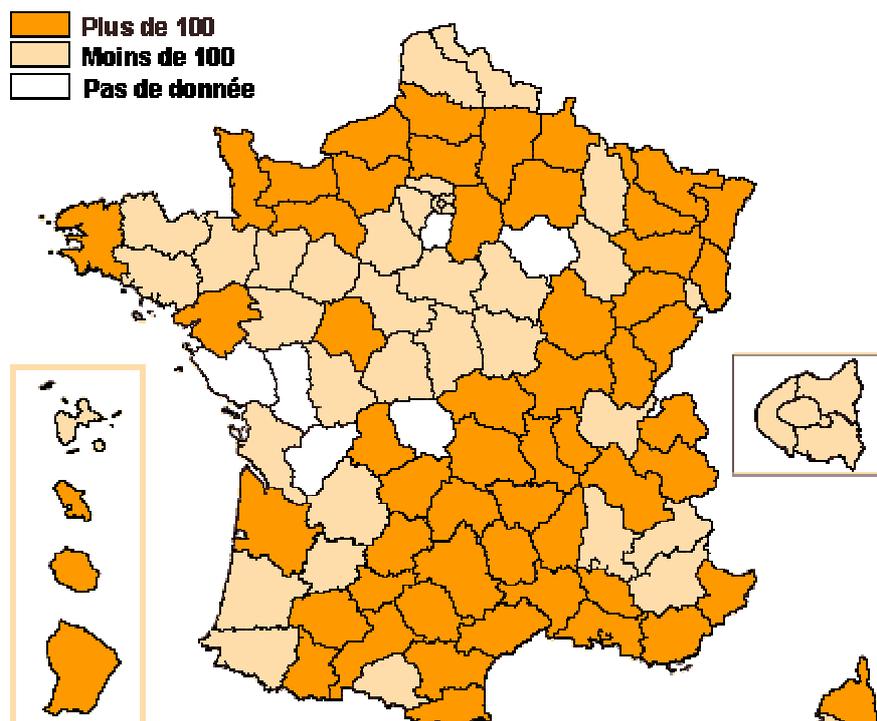
Etat de l'avancement des Atlas de Zone Inondable



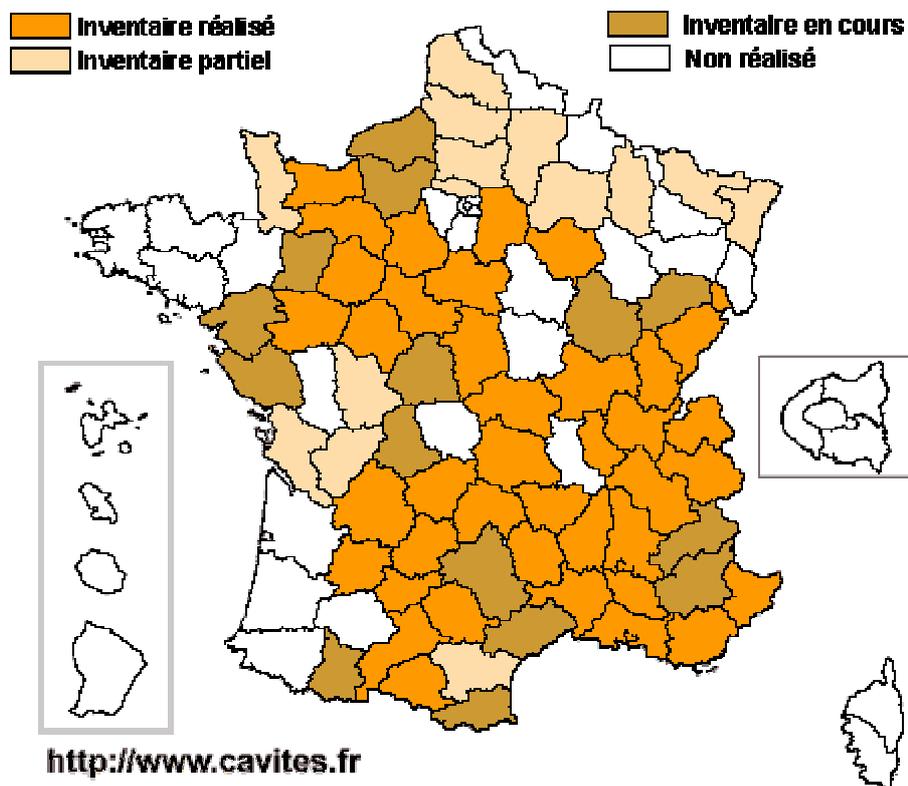
Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable
et de l'aménagement du territoire - DPPR / SDPRM

Source : base de données GASPARD - mai 2008

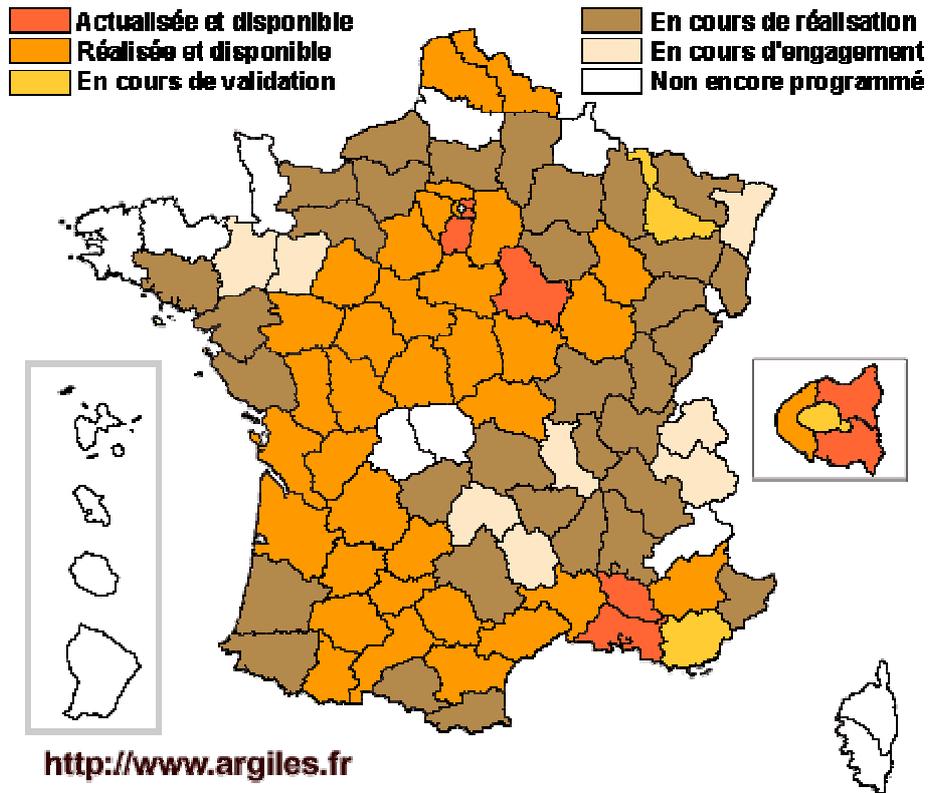
Avancement de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain (www.bdmvf.net)



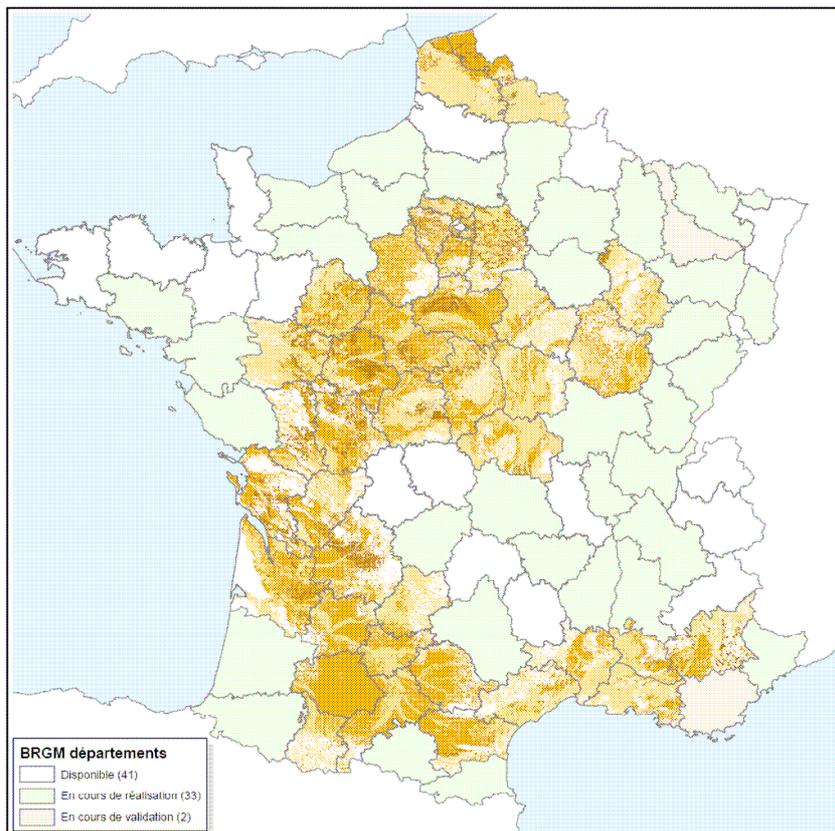
Avancement de la cartographie de l'aléa cavités (www.bdcavite.net/)



Avancement de la cartographie de l'aléa argiles (www.bdmvt.net)



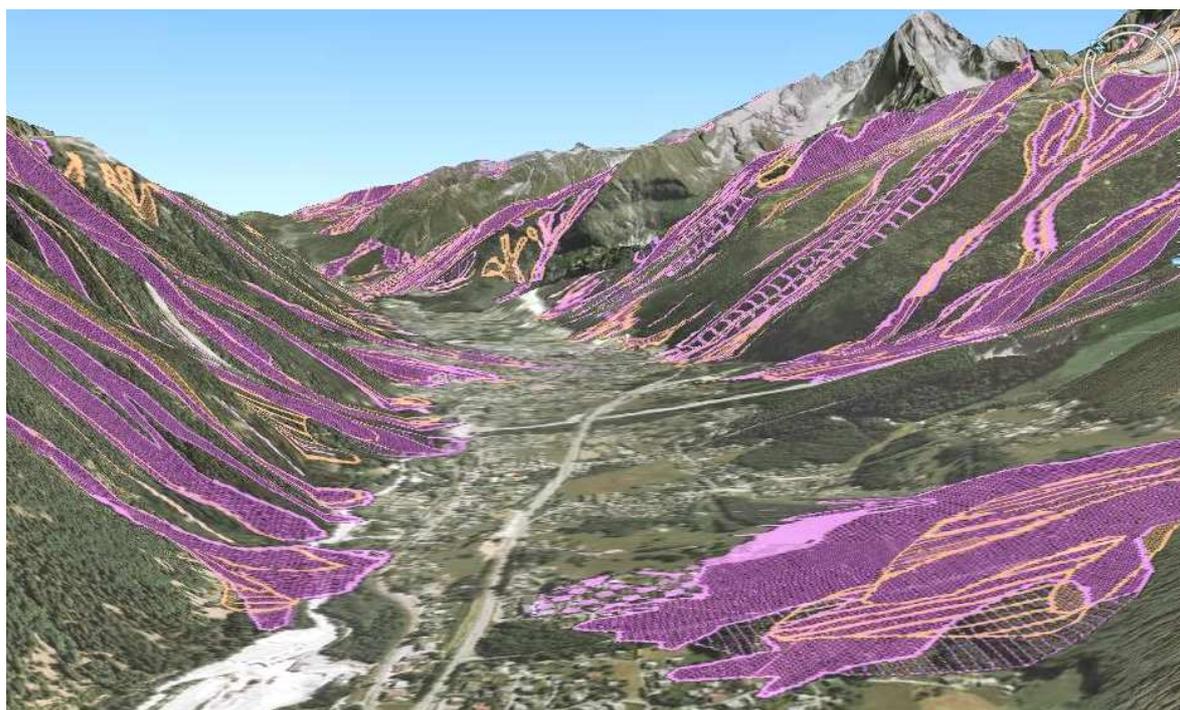
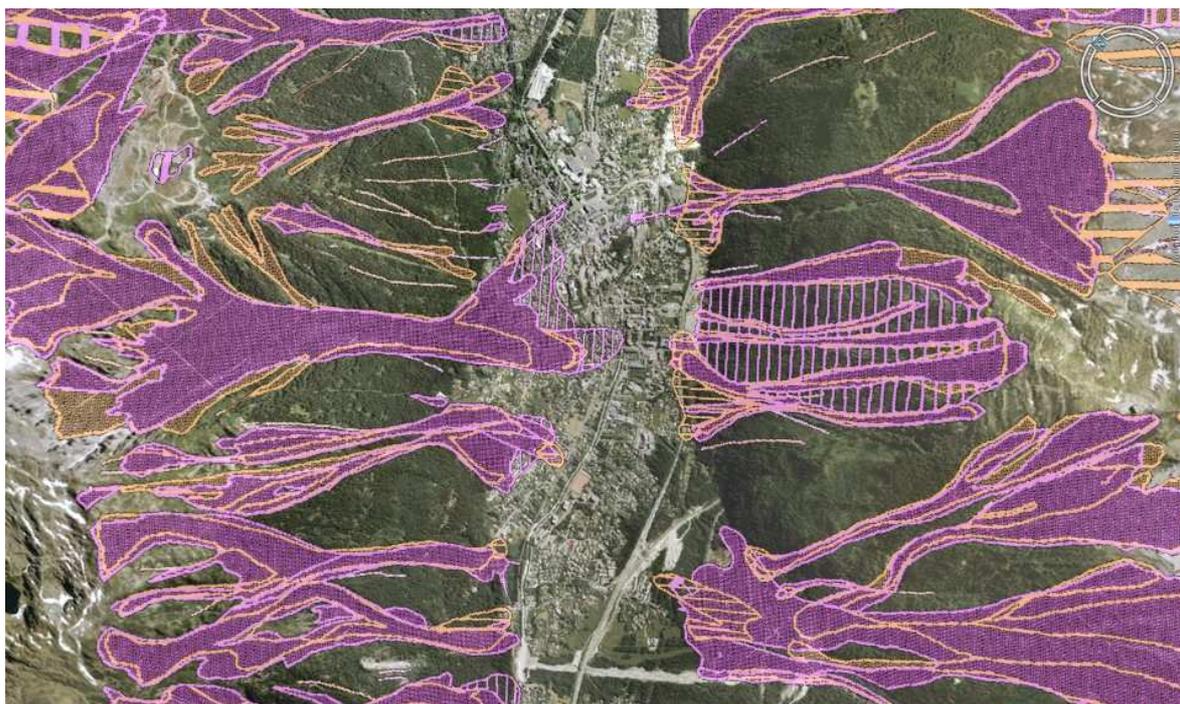
Aléa Retrait-Gonflement Argiles
Situation au 05 février 2008



Contrairement à la légende, les départements apparaissant en blanc ne sont pas encore cartographiés. Actuellement, 45 départements sont cartographiés. Le BRGM prévoit une cartographie nationale complète d'ici fin 2010. Il faut noter que ces cartes sont établies à l'échelle départementale (1/50 000) et ne sont donc pas vouées à donner des indications au niveau de la parcelle (1/5000 ou 1/2000).

Avancement de la

cartographie de l'aléa avalanches (Extraits de Géoportail)



ANNEXE 4 – Détail des dépenses du fonds Barnier en 2005, 2006 et 2007

Nature de l'intervention	Descriptif de la ou des mesure(s) concernées	Catégorie de mesures	Total des dépenses 2007	Rappel des dépenses 2006	Rappel des dépenses 2005
Cofinancement des PPR et information préventive	Les dépenses afférentes à la préparation et à l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles	Dépenses afférentes à l'élaboration des PPR et à l'information préventive	9,54	15,76	6,96
	Les actions d'information préventive sur les risques majeurs				
	Les campagnes d'information sur la garantie CatNat				
Evacuations et relogement	Les dépenses d'évacuation temporaire et de relogement	Mesures d'acquisition de biens	0,25	0,1	0,1
Expropriations	L'expropriation de biens exposés à un risque naturel majeur		10,57	4,34	7,98
Mesures de prévention	L'acquisition amiable de biens exposés à un risque naturel majeur		Mesures de réduction de la vulnérabilité face au risque	23,54	31,78
	L'acquisition amiable de biens sinistrés par une catastrophe naturelle				
	Les opérations de reconnaissance et les travaux de comblement ou de traitement des cavités souterraines et des marnières				
	Les études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPR				
Etudes et travaux collectivités territoriales	Les études et travaux de prévention des collectivités territoriales	Mesures de réduction de la vulnérabilité face au risque	33,8	33	6,36
	N.B. : Les deux plus gros postes sont les travaux de protection PAPI (MEEDDAT / Direction de l'eau), et les travaux de prévention autres risques (MEEDDAT/DGPR), qui représentent presque chacun la moitié du total. Restent les travaux de prévention inondations hors PAPI (MEEDDAT/DGPR).				
Surveillance séchilienne			0,75	0	0
Dépenses engagées par l'Etat "Traitement de la dette"			21,91	0	0
Total			100,36	84,98	36,19

Source : MEEDDAT/DGPR

ANNEXE 5 – Avalanches : impact économique et mesures de prévention

Une avalanche correspond à un déplacement rapide d'une masse de neige sur une pente, provoqué par une rupture du manteau neigeux. Les trois caractéristiques principales du phénomène " avalanche " sont la neige, la pente et la rapidité (de 10 km/h à plus de 350 km/h).

La connaissance des avalanches est avancée. En effet, le site de service public, Géoportail (www.geoportail.fr), donne accès à une cartographie des avalanches (voir annexe 3).

Dans le monde, hors accidents consécutifs à la pratique des sports de montagne, les avalanches sont les catastrophes naturelles les moins meurtrières (environ 500 victimes par an).

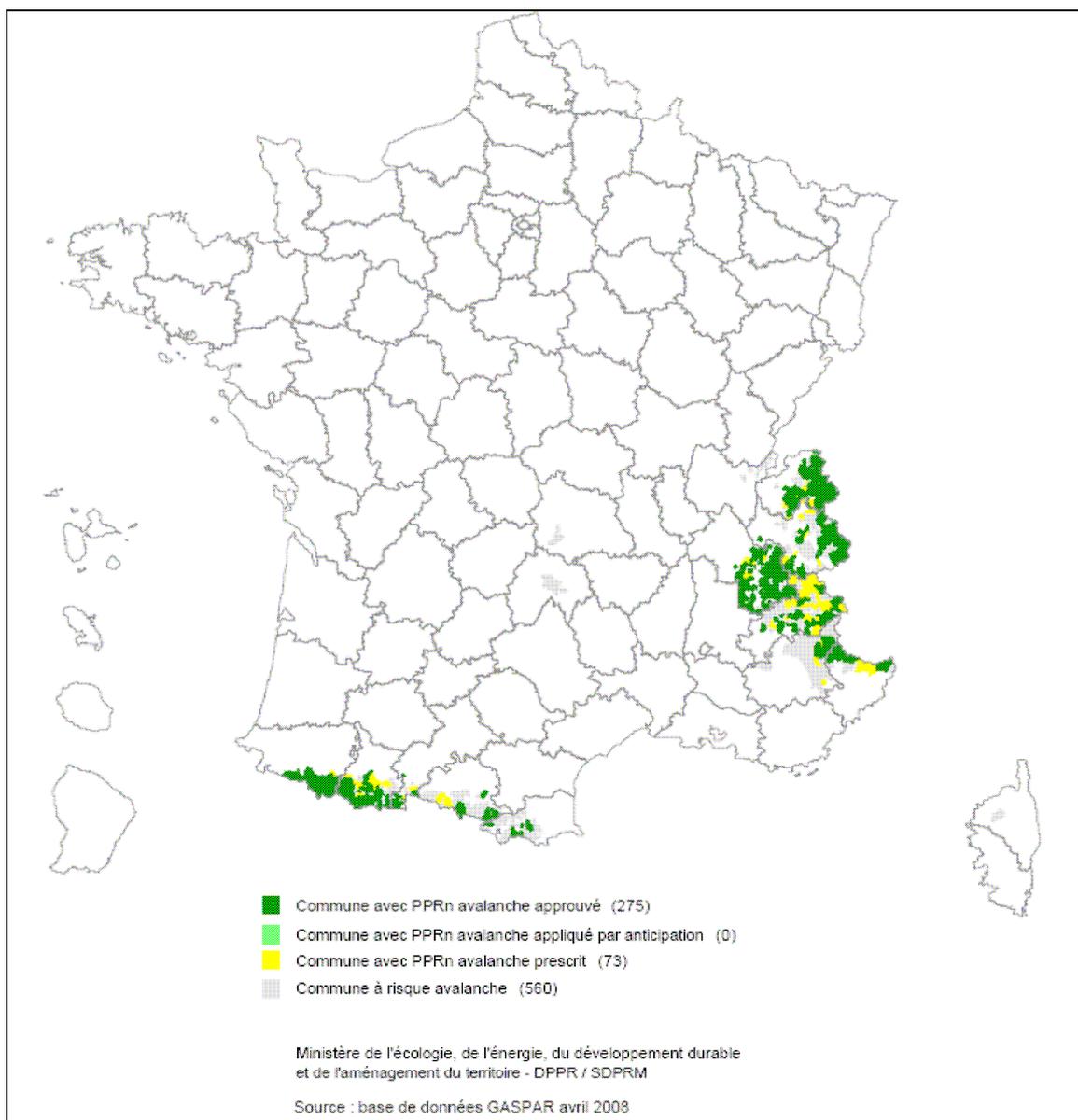
En France, dans les années soixante-dix, la catastrophe de Val-d'Isère a dramatiquement attiré l'attention sur ce risque. Une politique nationale d'étude des avalanches et de prévention du risque fut engagée et se poursuit encore. En France, les accidents sont aujourd'hui, dans plus de 95 % des cas, liés aux activités de loisirs, mais ils restent faibles (une trentaine de décès par an), comparativement aux nombres d'usagers de la montagne. Les avalanches concernent actuellement plus de six cents communes françaises et font plusieurs dizaines de victimes chaque année. Les avalanches menacent également des routes et des zones urbanisées, perturbant l'activité des vallées. En février 1999, les avalanches de Montroc (Chamonix - Haute-Savoie) et de Taconnaz (Les Houches - Haute-Savoie) ont rappelé les limites de nos moyens de prévision et de prévention contre les avalanches.

Avalanches majeures en France : victimes et dégâts

Date	Localisation	Victimes et dégâts
1601	Chèze et Saint-Martin (Pyrénées)	107 morts, les 2 villages totalement rasés
1634	Le Tour (Haute-Savoie)	11 morts
1749	Huez (Isère)	38 morts, la moitié du village détruite
1895	Orlu (Pyrénées)	15 morts
1970	Val-d'Isère (Savoie)	39 morts, 37 blessés, chalet UCPA balayé
1981	Savoie et Dauphiné	4 morts, plusieurs villages sévèrement touchés
1990	Taconnaz (Haute-Savoie)	Pas de victime, plusieurs maisons détruites
1995	Peisey-Nancroix (Savoie)	Pas de victime, plusieurs chalets détruits
Fév. 1999	Hameau de Montroc (Haute-Savoie)	12 morts, 14 chalets détruits

Source : DGPR

Risque avalanche : aléa et prévention



Note : voir Lecture des cartes « Aléa et prévention » en I.2, p.9.

Les zones d'aléa et de prévention se situent bien sûr en montagne.

ANNEXE 6 – Feux de forêt : impact économique et mesures de prévention

On parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une surface minimale d'un hectare d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustif et/ou arboré (parties hautes) est détruite. Un incendie est un phénomène qui échappe au contrôle de l'Homme, tant en durée qu'en étendue.

Il est difficile de comparer les données mondiales en matière d'incendies de forêt (disparité des sources d'information, des types de végétation, fortes différences de politiques d'entretien et de gestion des zones forestières, entre pays industrialisés et pays en développement...). L'Indonésie et le Brésil ont connu des incendies qui ont dévasté plusieurs millions d'hectares de forêts. Les Etats-Unis font face à des incendies dont les conséquences économiques sont considérables, en raison de la présence de nombreux enjeux en zone forestière.

Avec quinze millions d'hectares de forêts, soit un peu plus du quart du territoire national, la France se place au troisième rang des pays les plus boisés de l'Union Européenne. Mais cette richesse naturelle et l'importante diversité des zones forestières françaises (136 essences d'arbres différentes), rendent le territoire plus vulnérable aux incendies. Chaque année des milliers d'hectares sont dévastés par les flammes, malgré une stabilisation encourageante du nombre annuel de départs de feux. Cette vulnérabilité n'est cependant pas identique pour toutes les zones forestières et subforestières du territoire. Seule la moitié des surfaces boisées est particulièrement vulnérable aux incendies, soit environ sept millions d'hectares de forêts (sauf années exceptionnelles comme en 1976). Les quatre millions d'hectares de maquis et garrigue de la région méditerranéenne et de la Corse, ainsi que le million d'hectares de forêts de pins dans les Landes sont tout particulièrement concernés.

Bien qu'ils soient moins meurtriers, les incendies de forêt sont très coûteux, tant au niveau des moyens matériels et humains mis en oeuvre, que des conséquences environnementales et économiques qui en découlent. Ainsi en 2002, plus de 125 millions d'euros ont été consacrés à la prévention et à la lutte contre les feux en France. Les Plans de Prévention de Risques pour les incendies de forêt⁶⁸ sont un outil de cette politique.

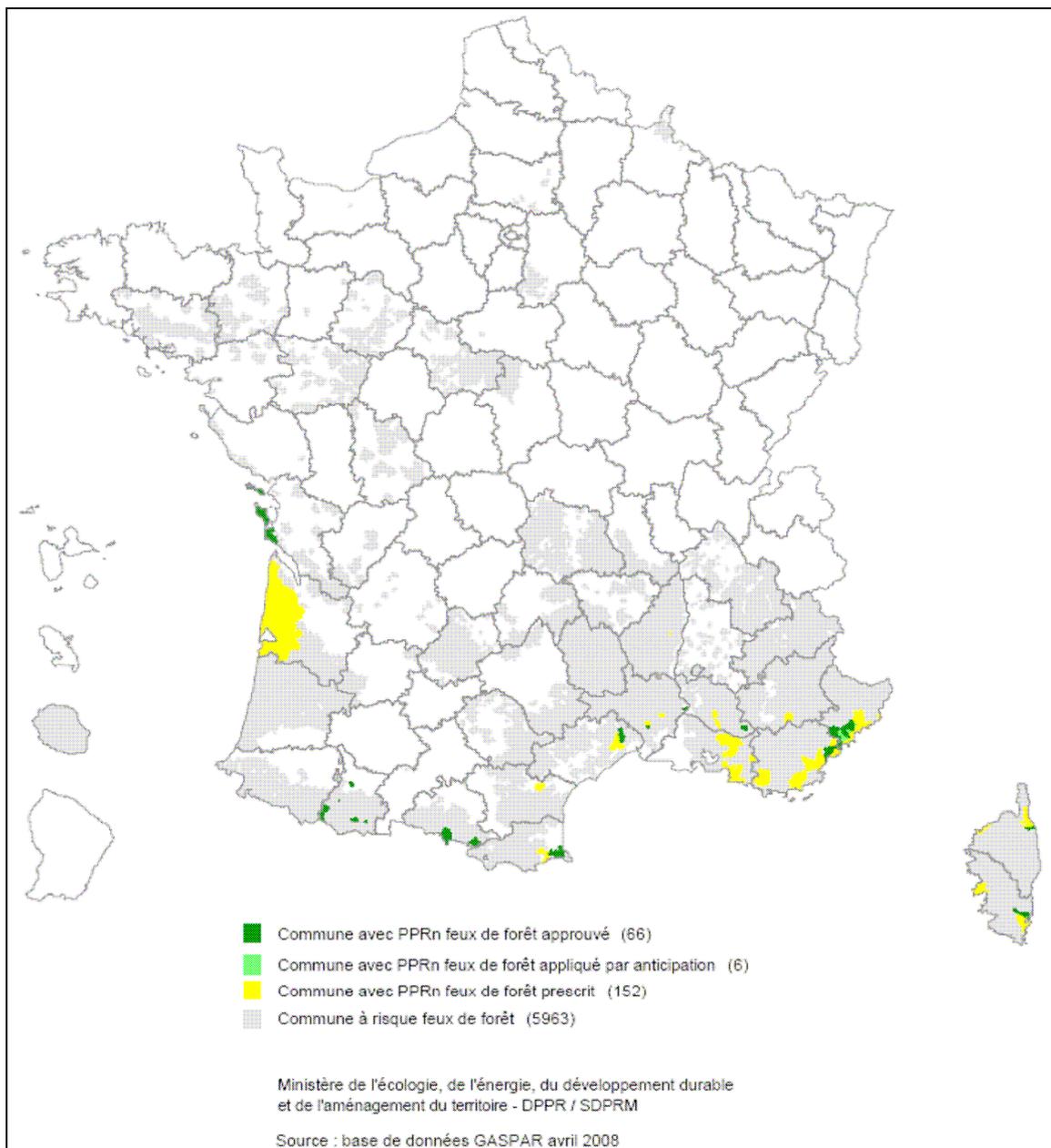
Principaux incendies de forêt

<i>Date</i>	<i>Localisation</i>	<i>Surfaces brûlées</i>	<i>Victimes et dégâts</i>
20 août 1949	Cestas (Gironde)	140 000 ha détruits	82 morts
23-24 août 1986	Massif du Tanneron, (Bouches-du-Rhône)	7 000 ha	1 mort et 200 personnes intoxiquées ou blessées, 150 habitations détruites
31 mars au 1er avril 1990	Saint-Aubin-de-Médoc et Carcans (Gironde)	5 636 ha	
25 au 28 juillet 1997	Marseille (Bouches-du-Rhône)	4 650 ha, dont 3 500 ha pour l'incendie des massifs de l'Etoile et du Garlaban	
25 juillet 1997	Septèmes-les-Vallons (Bouches-du-Rhône)	3 450 ha	
24 août 2000	Vivario (Haute-Corse)	3 902 ha	

Source : DGPR

⁶⁸ Les incendies de forêt ne sont pas couverts par le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, mais par la police de dommages aux biens au titre de l'incendie.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable

Risque feux de forêt : aléa et prévention



Note : voir Lecture des cartes « Aléa et prévention » en I.2, p.9.

ANNEXE 7 – Tempêtes : impact économique et mesures de prévention

Une tempête est une perturbation atmosphérique pouvant s'étirer sur plus de 2000 km et le long de laquelle deux masses d'air aux caractéristiques différentes s'affrontent. De cette confrontation naissent notamment des vents violents et des pluies souvent importantes. On parle de tempêtes lorsque les vents dépassent 89 km/h (soit 48 nœuds - degré 10 de l'échelle de Beaufort). Aux tempêtes « classiques », il convient d'ajouter les tornades, phénomènes tempétueux isolés ou issus de perturbations de plus grande échelle. On distingue les tempêtes des latitudes tempérées des cyclones tropicaux se distinguant.

Tempêtes et Cyclones

Les tempêtes des latitudes tempérées et les cyclones tropicaux se distinguent par quatre caractéristiques principales :

- leur **source d'énergie** : les cyclones tirent l'essentiel de leur énergie de l'évaporation de l'eau de mer sur une zone de basses pressions, et ne peuvent donc prendre naissance qu'au-dessus des zones océaniques. Les tempêtes naissent quant à elles des contrastes thermiques horizontaux existant dans l'atmosphère, et peuvent donc se former (et se renforcer) sur terre.
- leur **morphologie** : tandis que les cyclones présentent une symétrie autour de leur œil, les dépressions « tempérées » sont fortement asymétriques.
- la **répartition des vents forts et des contrastes** : une couronne de vents forts se forme autour de l'œil pour les cyclones, alors que pour les tempêtes ils s'organisent en tubes, près des fronts.
- la **répartition géographique** : les tempêtes touchent les régions tempérées du globe et parmi elles l'Europe. Les cyclones ont pour zone de prédilection l'océan Atlantique Nord, l'océan Pacifique et l'océan Indien (entre 5 ° et 35 ° de latitude Nord et sud) et ne constituent donc pas une menace pour le territoire français métropolitain.

Les dommages causés par les tempêtes en Europe s'élèvent à plusieurs dizaines de morts et des centaines de millions d'euros par an. Depuis 1950, une centaine de tempêtes a touché l'Europe, faisant des milliers de victimes et des milliards d'euros de dommages. L'ampleur de ces dégâts s'explique par l'étendue des zones touchées par un même phénomène, ainsi que par les difficultés persistantes dans la prévision de son intensité et dans l'information de la population. Le risque « tempête » concerne l'ensemble de l'Europe, et en premier lieu le Nord du continent situé sur la trajectoire d'une grande partie des perturbations atmosphériques.

En France, la sensibilité est plus marquée dans la partie Nord du territoire, et surtout sur l'ensemble des zones littorales. Selon Météo-France, en moyenne quinze tempêtes affectent la France chaque année. Une sur dix peut être qualifiée de « forte » selon le critère utilisé par cet organisme, c'est-à-dire si au moins 20 % des stations départementales enregistrent un vent maximal instantané quotidien supérieur à 100 km/h. Le tableau ci-contre présente les tempêtes et tornades majeures en France et une estimation chiffrée des dégâts.

Tempêtes et tornades majeures en France : estimation chiffrée des dégâts

Date	Evènement et dommages	
Quelques tempêtes		Estimation chiffrée des dégâts
26 novembre 1703	Tempête frappant les îles Britanniques et le Nord de la France. Nombreuses victimes, dont 1 500 marins noyés du fait de la destruction de leurs navires. Plus d'un millier de maisons ou de granges détruites dans le Kent (Angleterre).	Dégâts évalués à un million de livres anglaises de l'époque.
6-11 novembre 1982	Une grande partie de l'Europe, et notamment l'Espagne (24 morts), ainsi que le centre et le sud de la France (13 morts), sont affectés.	?
6-7 octobre 1984	Le cyclone Hortense, devenu tempête extra-tropicale, touche l'Aquitaine et le nord-ouest de l'Espagne, faisant six morts.	Cent millions de francs de dégâts sur le sol français.
15-16 octobre 1987	Tempête alimentée par un cyclone, touchant l'ouest de la France et la Grande-Bretagne, où elle fait 15 morts.	La France compte 3,3 milliards de francs de dégâts.
16 décembre 1989	9 morts et 13 blessés graves sur la côte Ouest de la France.	?
25-30 janvier 1990	Une grande partie de l'Europe est touchée : huit morts en Allemagne et onze en France,	Dégâts en France évalués à 6,5 milliards de francs.
Février 1990	Sept tempêtes se succèdent et touchent à divers degrés la France et une large partie de l'Europe. Celle du 3-4 février fut l'une des plus importantes connues dans le nord de la France, faisant 23 morts dont 13 dans la région parisienne. La tempête du 26 février au 1 mars coûta 65 vies dans l'ensemble de l'Europe.	?
26 et 27/28 décembre 1999	Bilan total de 92 morts. Période de retour estimée de l'ordre de quatre à cinq siècles.	En France, plus de 15 milliards d'euros de dommages
Quelques tornades		
25 juin 1967	Quatre personnes décèdent à la suite d'une tornade née en France (entre Azincourt et Merck-Saint-Liévin dans le Pas-de-Calais) et poursuivant sa course en Belgique puis en Hollande.	
20 octobre 2001	Un mort et 35 blessés, dont deux grièvement, dans les Pyrénées-Orientales.	
3 août 2008	Haumont : 3 morts, 3700 bâtiments et près de 800 véhicules endommagés ; 57 millions d'euros de dommages	

Source : MEEDDAT/DGPR ; FFSA Lettre Assurer n°121 du 10/09/2008 pour le bilan de la tornade d'Haumont

ANNEXE 8 – Cyclones⁶⁹ : impact économique et mesures de prévention

Un cyclone est une perturbation atmosphérique de grande échelle, une zone de basses pressions des régions tropicales ou subtropicales (on parle de cyclones tropicaux ou sub-tropicaux). Au sein de cette zone se développent des nuages convectifs, et autour d'elle le vent se déplace dans une circulation dite « fermée » en surface, autour d'un centre de rotation. La formation d'un cyclone nécessite un certain nombre de conditions météorologiques de départ, dont les principales sont la température de l'océan et la latitude.

Lors du passage d'un cyclone, tous les phénomènes sont extrêmes : les vents peuvent atteindre 350 km/h, les pluies diluviennes engendrent des crues et des glissements de terrain et la marée de tempête provoque une élévation du niveau de la mer dévastant les zones côtières.

On dénombre, pour près de quatre-vingt-dix phénomènes par an en moyenne, plusieurs milliers de morts dans le monde. Les pertes financières peuvent se chiffrer, pour les cyclones les plus puissants, à plusieurs dizaines de milliards d'euros, comme cela a été le cas pour le cyclone Andrew aux États-Unis en 1992 et ceux de septembre 2004. Le monde est très inégalement menacé par le risque cyclonique. Compte tenu des conditions thermiques et dynamiques nécessaires à sa formation et à son développement, ce phénomène ne concerne que sept zones géographiques, avec comme région la plus active le Pacifique Nord-Ouest.

La France métropolitaine n'est pas exposée, contrairement aux départements antillais, à l'île de la Réunion, Wallis et Futuna, la Nouvelle-Calédonie et les territoires polynésiens. Depuis le développement des moyens de prévention et de protection, les bilans humains tendent à diminuer sensiblement. On estime toutefois que le phénomène cyclonique fait encore en moyenne 6 000 morts par an, ainsi qu'un nombre de blessés et de sans-abris considérable.

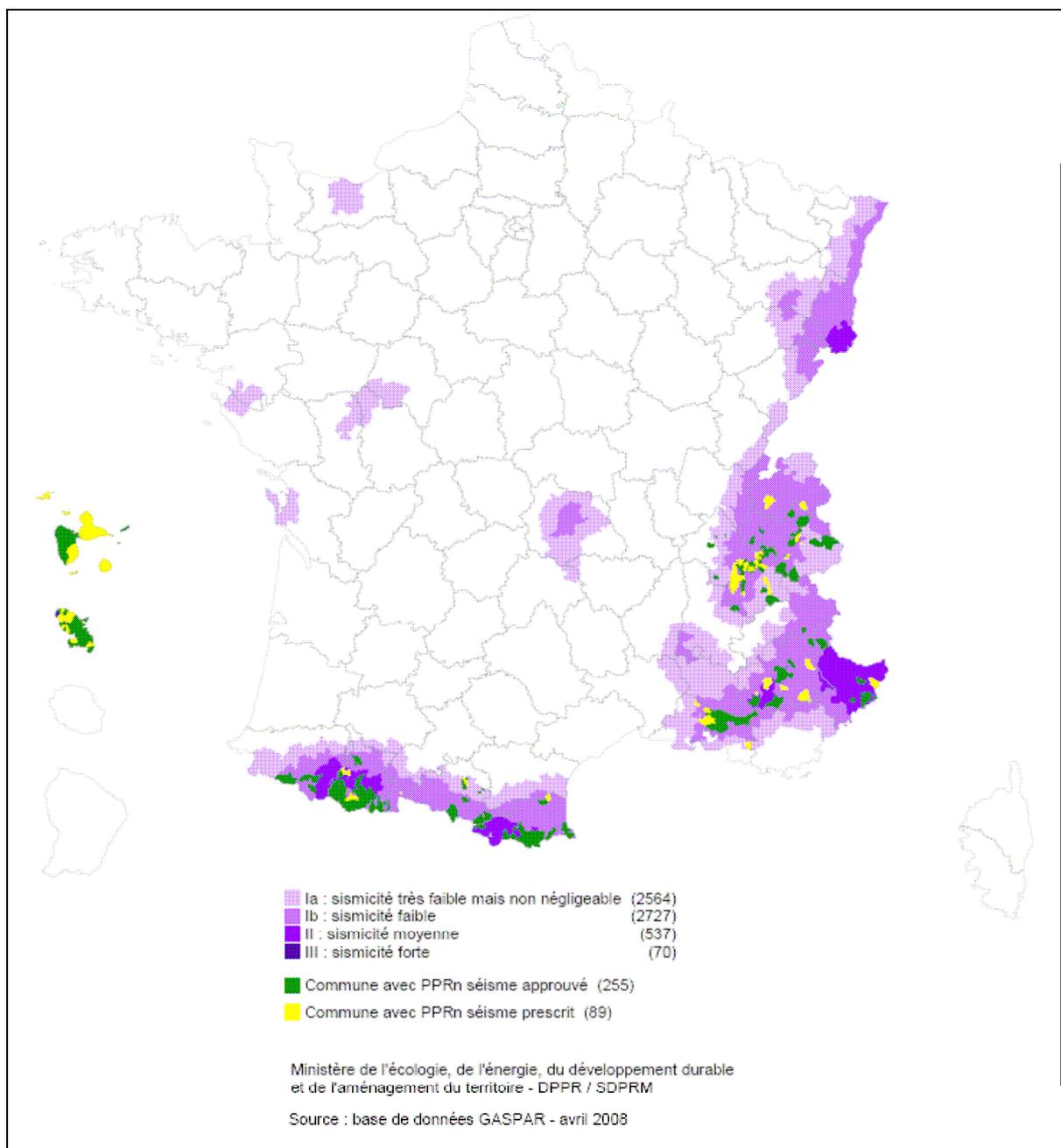
⁶⁹ Les termes de cyclones, d'ouragans et de typhons désignent le même phénomène, mais sont relatifs aux différentes zones géographiques touchées par ce phénomène.

ANNEXE 9 – Séismes : impact économique et mesures de prévention

Le risque sismique est important et coûteux, économiquement mais aussi en vies humaines. La fréquence de séismes aux Antilles est centennale et on estime que ces séismes provoquent entre 10 000 et 20 000 morts. Les Antilles ont été touchées en automne 2007 par un séisme de grande ampleur.

Dans le Sud de la France, on observe également des séismes provoquant jusqu'à 1000 morts. Ces vingt dernières années, l'Europe a été épargnée, ce qui s'explique par la fréquence d'occurrence des séismes. Les chiffres récents ne reflètent donc pas l'importance du risque sismique.

Risque sismique : aléa et prévention



Note : voir Lecture des cartes « Aléa et prévention » en I.2, p.9.

ANNEXE 10 – Volcanisme : impact économique et mesures de prévention

Depuis le début du XVII^e siècle, on estime à environ 300 000 le nombre de victimes du volcanisme. À l'heure actuelle, cinq cent millions de personnes sont menacées par le risque volcanique, la plupart dans des pays en voie de développement.

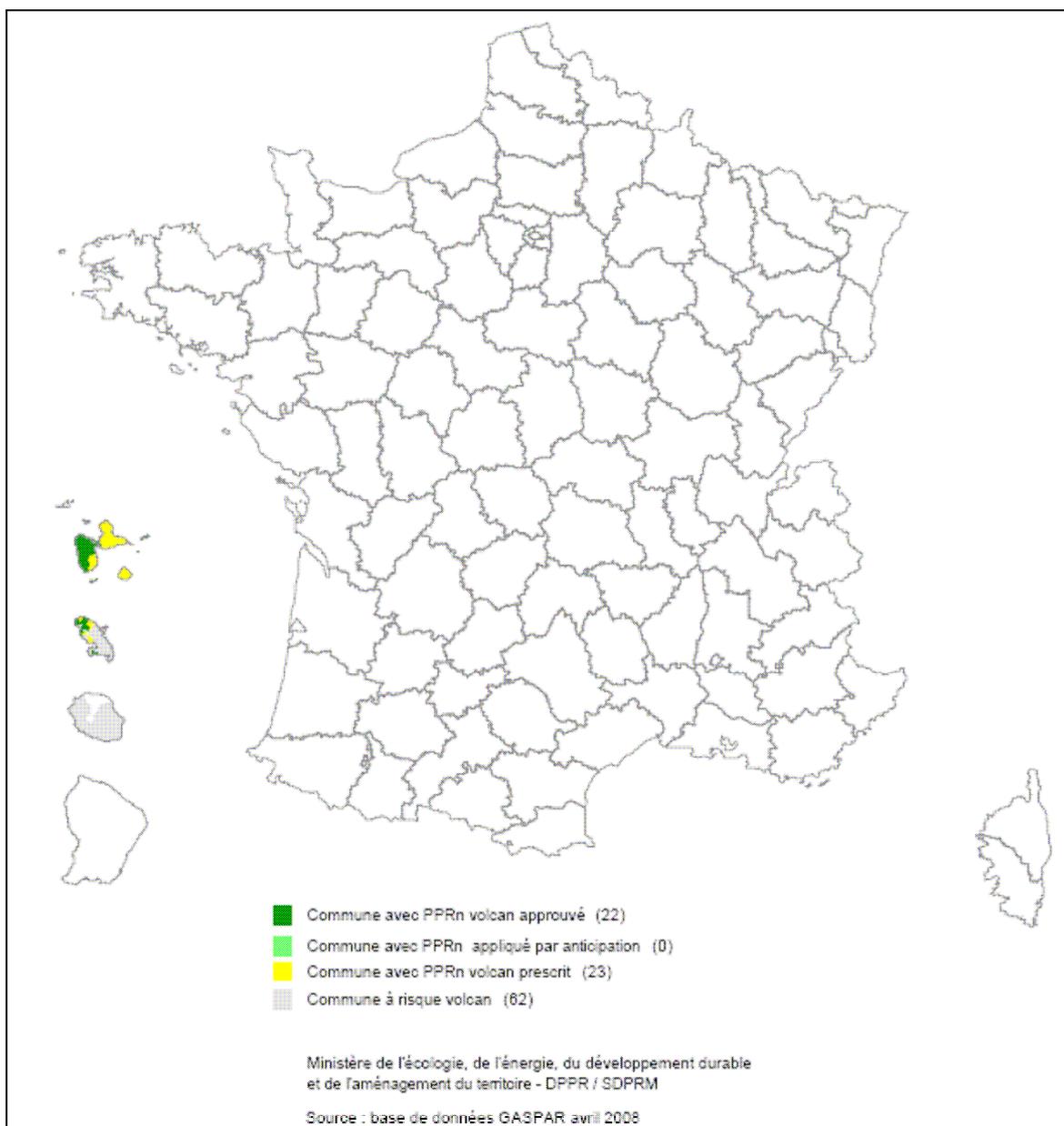
En France, les zones soumises actuellement au risque volcanique se trouvent dans les DOM-TOM, notamment à la Martinique, la Guadeloupe et la Réunion. La Polynésie française et le Massif Central sont également concernés, mais à un degré moindre. En France, la seule éruption catastrophique est celle de la montagne Pelée de 1902 en Martinique. Ces nuées ardentes avaient causé 29 000 morts et la destruction de Saint-Pierre et de Morne-Rouge.

La prévention avant éruption contre le risque volcanique s'articule autour de deux pôles : la prévision, à travers l'étude du volcan, et la préparation des populations et des services de secours.

Il existe également des PPR volcan. L'aléa est concentré sur la Guadeloupe, qui est couverte en quasi-totalité par des PPR, et sur la Martinique, en partie couverte par des PPR, et enfin sur la Réunion, où les zones urbanisées sont moins exposées.

Il est important de noter que nous ne savons pas actuellement construire de « para-volcanique » et les effets du volcanisme (coulées...) ne sont pas toujours localisés. Ainsi, le PPR qui régleme à la fois les zones constructibles et les règles de construction n'est pas bien adapté au risque volcanique. Concrètement, la prévention passe par un suivi permanent de l'activité volcanique. En cas d'éruption localisée, la zone concernée est interdite d'accès. Si le phénomène devient important, l'évacuation des secteurs concernés est organisée.

Risque volcanique : aléa et prévention



Note : voir Lecture des cartes « Aléa et prévention » en I.2, p.9.

Remarque : S'il n'existe pas de PPR tempête, la Guadeloupe et la Martinique sont munies de PPR cyclone.

ANNEXE 11 - Modifications du champ d'intervention du régime cat' nat'

Les modifications du champ d'intervention du régime cat' nat' concernent à la fois la nature des risques couverts et son étendue géographique.

La loi du 25/06/1990 modifie le champ d'intervention du régime cat' nat' quant à la nature des risques couverts et à son étendue géographique :

- couverture obligatoire des dommages résultant des effets du vent (tempête, ouragans, cyclones). Ceci implique de la tempête, la grêle et le poids de la neige sont exclus de la garantie cat' nat'.
- extension de la territorialité aux 4 départements d'outre-mer (Martinique, Guadeloupe, Réunion, Guyane) et 2 collectivités territoriales (Saint-Pierre-et-Miquelon, Mayotte) et aux îles Wallis et Futuna (ordonnance du 19/04/2000)
- extension du régime d'indemnisation aux vents cycloniques (article 13 de la loi d'orientation pour l'Outre-Mer du 13/12/2000) : vents maximaux supérieurs à 145 km/h en moyenne sur 10 minutes ou 215 km/h en rafales).

La loi du 16/07/1992 introduit la notion de dommages non-assurables et précise le rôle de l'arrêté interministériel.

La loi du 25/02/2002 étend le champ d'application aux affaissements de terrain dus à des cavités souterraines et des marnières d'origine naturelle ou anthropique (sauf exploitation passée ou en cours d'une mine)

La loi du 13/08/2004 modifie l'arrêté interministériel en indiquant toute décision (favorable ou non) et de ses motivations et obligations de délais.

L'article 95 de la loi de finances rectificative n° 2007-1824 du 25 décembre 2007 (J.O. n° 0301 du 28.12.07), entré en vigueur le 1er janvier 2008, précise qu'une demande ne peut être recevable que si elle intervient dans un délai de 18 mois après le début de l'événement naturel qui y donne naissance. Ce délai s'applique aux événements naturels ayant débuté après le 1er janvier 2007. Ainsi, pour les événements naturels survenus avant le 1er janvier 2007, les demandes communales devront avoir été déposées en préfecture par les communes avant le 30 juin 2008, le cachet de la poste faisant foi.

ANNEXE 12 - Efficacité de la modulation de franchise – construction des variables et convention

La moyenne du taux d'approbation se distingue a priori du ratio calculé sur l'ensemble du territoire. Deux raisons à cela.

- D'une part, nous donnons le même poids à chaque département, car nous étudions l'évolution du comportement de chacun.
- D'autre part, la moyenne ne peut être calculée que sur les départements où des PPR sont prescrits. Par exemple, pour calculer la moyenne du taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003, ne sont a priori retenus que les départements ayant prescrit au sens large des PPR (approuvés ou non) dans cette période. Or, un département peut ne pas prescrire (au sens large, en approuvant ou non) de PPR avant 2000, et en prescrire entre 2000 et 2003. Il sera alors compté uniquement dans le calcul de la seconde moyenne ! Par ailleurs, si un département ne prescrit ni n'approuve aucun PPR, on peut raisonnablement fixer son taux d'approbation à 1.

Pour éviter ces « fausses » données manquantes qui impliqueraient un échantillon de départements variable d'une période à l'autre, nous établissons de la convention suivante : le taux d'approbation d'un département n'ayant prescrit ni n'approuvé aucun PPR est fixé à 1.

Par ailleurs, il se peut que parmi les PPR prescrits entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003, certains aient moins de 5 ans et ne soient pas donc fictifs... Nous avons donc examiné ce biais, d'une part pour les inondations, et d'autre part pour les mouvements de terrain, et examiné si des modifications s'imposaient pour les rares départements concernés. Nous concluons à une possible sous-estimation du taux d'approbation des PPR inondations de l'Orne pendant cette période, mais décidons de ne pas modifier le taux (voir ci-dessous).

La question du délai de prescription pour le calcul du taux d'approbation après le 04/08/2003 ne se pose pas dans les mêmes termes. En effet, par construction même, seul un faible pourcentage des PPR prescrits ont plus de 4 ans.

Détail de la convention pour le taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003

Prenons le cas des inondations.

- Pour 65 départements, tous les PPR prescrits non approuvés ont plus de 5 ans. Leur taux d'approbation est inchangé. La Seine-Maritime et le Pas de Calais ont un taux de PPR de plus de 5 ans élevé : respectivement 77.7% et 99.8%. Il est décidé de ne pas modifier leur taux d'approbation. Le Rhône n'a que 30% de PPR prescrits de plus de 5 ans (11 sur 39 PPR prescrits). Un seul PPR ayant été approuvé pendant cette période, il est décidé de ne pas modifier son taux d'approbation.
- 30 départements n'ont prescrit aucun PPR dans cette période qui n'ait été approuvé. Le taux d'approbation est inchangé et fixé à 1.
- 2 départements n'ont aucun PPR prescrit de plus de 5 ans dans cette période sur un nombre non nul de PPR prescrits : le Lot et l'Orne. Le Lot a prescrit 28 PPR, depuis moins de 5 ans. Aucun PPR n'ayant été approuvé pendant cette période, il est décidé de laisser le taux d'approbation pour le Lot à 0. L'Orne a 38 PPR non approuvés et 21 PPR ont été approuvés pendant cette période. Le taux d'approbation de $21/(21+38)$ est donc peut-être ici une sous-estimation du taux réel d'approbation. Ce point est retenu, mais il est décidé de ne pas modifier son taux d'approbation.

Finalement, aucune modification n'est apportée. Nous retenons cependant que le taux d'approbation de l'Orne est peut-être sous-estimé.

Pour les mouvements de terrain

- Pour 37 départements, tous les PPR prescrits non approuvés ont plus de 5 ans. Leur taux d'approbation est inchangé. Le Pas-de-Calais a 97.0% PPR prescrits de plus de 5 ans sur les PPR prescrits. Il est décidé de ne pas modifier son taux d'approbation. La Meurthe-et-Moselle n'a que 30% de PPR prescrits de plus de 5 ans. Ce département a 10 PPR prescrits en tout, dont 3 de plus de 5 ans, et 0 approuvé. Il est décidé de ne pas modifier son taux d'approbation de 0.
- 60 départements n'ont prescrit aucun PPR dans cette période qui n'ait été approuvé. Le taux d'approbation est inchangé et fixé à 1.
- Un seul département n'a aucun PPR prescrit de plus de 5 ans dans cette période sur un nombre non nul de PPR prescrits : le Maine-et-Loire. Ce département a 4 PPR prescrits en tout et 0 approuvé. Comme pour la Meurthe-et-Moselle, aucun PPR n'ayant été approuvé, il est décidé de laisser le taux d'approbation à 0.

ANNEXE 13 - Impact de la modulation de franchise : les 4 groupes pour les inondations

Le **premier groupe** est constitué de **17 départements** dont le **taux d'approbation tombe à zéro entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003**. On observe que le taux d'approbation remonte après 2003 dans tous les cas et atteint 100% pour 12 départements. Pour 3 départements, le taux après 2003 est inférieur à celui avant 2000.

Groupe 1

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
36	INDRE	50%	0%	80%
25	DOUBS	50%	0%	100%
62	PAS-DE-CALAIS	50%	0%	100%
972	MARTINIQUE	50%	0%	100%
88	VOSGES	100%	0%	34%
54	MEURTHE-ET-MOSELLE	100%	0%	44%
46	LOT	100%	0%	56%
80	SOMME	100%	0%	91%
22	COTES-D'ARMOR	100%	0%	100%
50	MANCHE	100%	0%	100%
51	MARNE	100%	0%	100%
52	HAUTE-MARNE	100%	0%	100%
53	MAYENNE	100%	0%	100%
55	MEUSE	100%	0%	100%
59	NORD	100%	0%	100%
91	ESSONNE	100%	0%	100%
94	VAL-DE-MARNE	100%	0%	100%

Le **deuxième groupe** correspond aux **37 départements** dont le **taux d'approbation diminue après 2000** sans tomber à zéro. A 6 exceptions près, le taux d'approbation remonte très nettement après 2003. La diminution du taux d'approbation après 2003 dépasse 50% en valeur absolue pour l'Eure-et-Loire, le Gard et la Seine-et-Marne. Elle est inférieure à 50% pour la Seine-Maritime, la Haute-Savoie et le Vaucluse.

Groupe 2

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
69	RHONE	50%	3%	100%
39	JURA	50%	6%	100%
21	COTE D'OR	50%	12%	100%
971	GUADELOUPE	50%	13%	58%
70	HAUTE-SAONE	50%	15%	51%
43	HAUTE-LOIRE	50%	19%	100%
13	BOUCHES-DU-RHONE	50%	21%	50%
76	SEINE-MARITIME	50%	22%	0%
89	YONNE	50%	27%	53%
61	ORNE	50%	36%	100%
05	HAUTES-ALPES	50%	36%	74%
11	AUDE	50%	36%	88%
29	FINISTERE	50%	36%	89%
68	HAUT-RHIN	50%	39%	95%
74	HAUTE-SAVOIE	50%	48%	48%
84	VAUCLUSE	100%	3%	100%
02	AISNE	100%	6%	23%
35	ILLE-ET-VILAINE	100%	7%	100%
30	GARD	100%	10%	0%
26	DROME	100%	24%	97%
72	SARTHE	100%	27%	100%
27	EURE	100%	29%	100%
28	EURE-ET-LOIR	100%	30%	10%
58	NIEVRE	100%	39%	100%
32	GERS	100%	40%	100%
95	VAL D'OISE	100%	42%	100%
60	OISE	100%	43%	100%
09	ARIEGE	100%	45%	59%
81	TARN	100%	57%	49%
77	SEINE-ET-MARNE	100%	61%	39%
82	TARN-ET-GARONNE	100%	64%	100%
15	CANTAL	100%	70%	96%
37	INDRE-ET-LOIRE	100%	81%	100%
03	ALLIER	100%	90%	96%
85	VENDEE	100%	94%	100%
19	CORREZE	100%	95%	100%
33	GIRONDE	100%	99%	100%

Pour le **troisième groupe constitué de 26 départements**, le **taux d'approbation reste constant après 2000** et égal à 100%, sauf pour la Réunion où il se maintient à 50%. 8 départements maintiennent ce taux constant après 2003. 17 le diminuent. Seule la Réunion l'augmente à 67%.

Groupe 3

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
974	REUNION	50%	50%	67%
44	LOIRE-ATLANTIQUE	100%	100%	0%
47	LOT-ET-GARONNE	100%	100%	0%
79	DEUX-SEVRES	100%	100%	4%
71	SAONE-ET-LOIRE	100%	100%	26%
24	DORDOGNE	100%	100%	27%
08	ARDENNES	100%	100%	31%
14	CALVADOS	100%	100%	38%
86	VIENNE	100%	100%	47%
17	CHARENTE-MARITIME	100%	100%	48%
40	LANDES	100%	100%	63%
12	AVEYRON	100%	100%	65%
41	LOIR-ET-CHER	100%	100%	71%
56	MORBIHAN	100%	100%	72%
49	MAINE-ET-LOIRE	100%	100%	74%
57	MOSELLE	100%	100%	81%
87	HAUTE-VIENNE	100%	100%	85%
45	LOIRET	100%	100%	92%
10	AUBE	100%	100%	100%
16	CHARENTE	100%	100%	100%
23	CREUSE	100%	100%	100%
42	LOIRE	100%	100%	100%
75	PARIS	100%	100%	100%
90	TERRITOIRE DE BELFORT	100%	100%	100%
92	HAUTS-DE-SEINE	100%	100%	100%
973	GUYANE	100%	100%	100%

Le **quatrième groupe**, le **taux d'approbation après 2000 augmente**. Pour 15 de ces **20 départements**, le taux diminue après 2003. Il se maintient à 100%, en Seine-Saint-Denis et dans les Yvelines et à 68% dans l'Hérault ; augmente dans la Haute-Corse et le Var.

Groupe 4

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
04	ALPES DE HAUTE-PROVENCE	50%	56%	44%
73	SAVOIE	50%	59%	43%
07	ARDECHE	50%	68%	100%
34	HERAULT	50%	68%	68%
18	CHER	50%	71%	52%
31	HAUTE-GARONNE	50%	80%	53%
06	ALPES-MARITIMES	50%	80%	64%
48	LOZERE	50%	83%	19%
66	PYRENEES-ORIENTALES	50%	88%	64%
83	VAR	50%	88%	100%
2A	CORSE-DU-SUD	50%	89%	77%
38	ISERE	50%	89%	51%
64	PYRENEES-ATLANTIQUES	50%	92%	74%
01	AIN	50%	93%	77%
2B	HAUTE-CORSE	50%	96%	100%
63	PUY-DE-DOME	50%	100%	32%
65	HAUTES-PYRENEES	50%	100%	38%
67	BAS-RHIN	50%	100%	82%
78	YVELINES	50%	100%	100%
93	SEINE SAINT-DENIS	50%	100%	100%

ANNEXE 14 - Impact de la modulation de franchise : les 4 groupes pour les mouvements de terrain

Le **premier groupe** est composé des **20 départements** dont le **taux d'approbation tombe à zéro entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003**. Sauf pour l'Indre, la Marne et la Seine-Maritime, ce taux augmente après 2003.

Groupe 1

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
77	SEINE-ET-MARNE	50%	0%	57%
54	MEURTHE-ET-MOSELLE	50%	0%	80%
59	NORD	50%	0%	100%
972	MARTINIQUE	50%	0%	100%
36	INDRE	100%	0%	0%
51	MARNE	100%	0%	0%
76	SEINE-MARITIME	100%	0%	0%
19	CORREZE	100%	0%	20%
07	ARDECHE	100%	0%	43%
974	REUNION	100%	0%	60%
82	TARN-ET-GARONNE	100%	0%	73%
21	COTE D'OR	100%	0%	100%
48	LOZERE	100%	0%	100%
49	MAINE-ET-LOIRE	100%	0%	100%
50	MANCHE	100%	0%	100%
61	ORNE	100%	0%	100%
62	PAS-DE-CALAIS	100%	0%	100%
68	HAUT-RHIN	100%	0%	100%
84	VAUCLUSE	100%	0%	100%
94	VAL-DE-MARNE	100%	0%	100%

Le **deuxième groupe** correspond aux **15 départements dont le taux d'approbation diminue après 2000** sans tomber à zéro. Pour 10 d'entre eux, ce taux augmente après 2003.

Groupe 2

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
93	SEINE SAINT-DENIS	50%	5%	100%
971	GUADELOUPE	50%	13%	58%
05	HAUTES-ALPES	50%	36%	66%
74	HAUTE-SAVOIE	50%	37%	15%
73	SAVOIE	50%	41%	97%
04	ALPES DE HAUTE-PROV	50%	46%	38%
29	FINISTERE	100%	20%	100%
02	AISNE	100%	33%	0%
72	SARTHE	100%	33%	33%
09	ARIEGE	100%	48%	79%
14	CALVADOS	100%	63%	17%
53	MAYENNE	100%	67%	100%
95	VAL D'OISE	100%	67%	100%
06	ALPES-MARITIMES	100%	75%	62%
33	GIRONDE	100%	77%	100%

Le **troisième groupe** est constitué de **56 départements dont le taux d'approbation reste constant après 2000**. 38 de ces 56 départements gardent sur les 3 périodes un taux d'approbation égal à 100% et les modulations de franchise n'ont donc aucun effet pervers sur eux. Le tableau situé en annexe 13 ne comporte que les 18 autres départements, dont le taux d'approbation diminue après 2003.

Groupe 3

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
13	BOUCHES-DU-RHONE	50%	50%	5%
03	ALLIER	100%	100%	0%
15	CANTAL	100%	100%	0%
18	CHER	100%	100%	0%
43	HAUTE-LOIRE	100%	100%	0%
46	LOT	100%	100%	0%
81	TARN	100%	100%	0%
80	SOMME	100%	100%	1%
34	HERAULT	100%	100%	15%
32	GERS	100%	100%	40%
57	MOSELLE	100%	100%	42%
60	OISE	100%	100%	43%
63	PUY-DE-DOME	100%	100%	50%
47	LOT-ET-GARONNE	100%	100%	54%
64	PYRENEES-ATLANTIQUE	100%	100%	64%
11	AUDE	100%	100%	67%
01	AIN	100%	100%	86%
12	AVEYRON	100%	100%	90%

Les **9 départements du quatrième groupe** présentent une **augmentation du taux d'approbation après 2000**. Pour 4 d'entre eux, le taux diminue après 2003 et pour 4 d'entre eux, il reste constant à 100%.

Groupe 4

n°	DEPARTEMENT	Taux d'approbation avant le 05/09/2000 avec convention	Taux d'approbation entre le 05/09/2000 et le 04/08/2003 avec convention	Taux d'approbation après le 04/08/2003 avec convention
38	ISERE	50%	89%	43%
39	JURA	50%	92%	100%
66	PYRENEES-ORIENTALES	50%	93%	60%
31	HAUTE-GARONNE	50%	97%	10%
65	HAUTES-PYRENEES	50%	100%	33%
24	DORDOGNE	50%	100%	100%
41	LOIR-ET-CHER	50%	100%	100%
83	VAR	50%	100%	100%
86	VIENNE	50%	100%	100%

ANNEXE 15 – Calculs relatifs à la modélisation des polices de réassurance

Cas 1 : l'optimum de premier rang

Définition de la police de réassurance

Ce premier cas repose sur une hypothèse forte : le réassureur connaît la distribution de la population assurée par chaque assureur, notée $p_i(b)$, $\forall i \in I$.

La police de réassurance proposée ici est basée sur une forte solidarité nationale : les remboursements correspondent au montant total des dommages (pour la partie catastrophe naturelle) des seuls assurés de l'assureur i .

Le régime ne joue qu'à partir du seuil, s , sur l'aléa. En dessous de ce seuil, c'est le marché libre d'assurance des risques naturels qui intervient.

$$R_i(a, p_i(\cdot)) = \max \left(\underbrace{\int_B (c(a, b) - c(s, b)) p_i(b) db}_{\text{remboursement sinistre}}; 0 \right)$$

Enfin, on a :

$$\Pi_1(p_i(\cdot)) = \int_A R_i(a, p_i(\cdot)) f(a) da$$

Soit

$$\Pi_1(p_i(\cdot)) = \int \int_{a \geq s} (c(a, b) - c(s, b)) p_i(b) f(a) da db$$

Dans le cas 1, le remboursement et donc la prime de réassurance dépendent de la distribution de la population assurée par l'assureur i en fonction de la vulnérabilité b .

Calcul de la prime d'assurance

- Calcul du coût du sinistre et du coût marginal du sinistre

Calculons le coût du sinistre pour l'assureur i . De façon générale, le coût du sinistre est égal à la somme du coût des dommages et des primes de réassurance, diminuée des remboursements.

L'assureur demande à son assuré une prime égale au coût marginal du sinistre. L'assureur estime ce coût marginal par l'espérance du coût marginal sur l'aléa. En effet, si on note p le prix, Y la production, $C(Y)$ le coût et le profit π ,

$$\begin{aligned} \max_Y \pi &= pY - C \\ \Rightarrow \text{C.P.O.} : \frac{dC}{dY} &= p \end{aligned}$$

Ainsi, la prime d'assurance demandée par l'assureur i à ses assurés est l'espérance sur l'aléa du coût marginal d'un assuré de vulnérabilité b . En effet, avant le sinistre, l'assureur ne peut savoir quel aléa se réalisera. Il calcule donc le coût marginal de chaque assuré de vulnérabilité b pour chaque aléa a et le pondère par la probabilité de réalisation de l'aléa a . Il calcule ainsi l'espérance du coût marginal par assuré de vulnérabilité b , en espérance sur l'aléa a .

Si $a < s$, il n'y a pas de remboursement donc le coût du sinistre dû à l'aléa a est pour l'assureur i :

$$\text{Cout}(a, p_i(\cdot)) = \int_B c(a, b) p_i(b) db + \Pi_1(p_i(\cdot))$$

Le coût marginal par assuré de vulnérabilité b est obtenu en dérivant par rapport à $p_i(b)$:

$$\text{Cout marginal}(a, b, p_i(\cdot)) = c(a, b) + \int_{a \geq s} (c(a, b) - c(s, b)) f(a) da$$

Si $a \geq s$, le coût du sinistre de l'aléa a est :

$$\text{Cout}(a, p_i(\cdot)) = \int_B c(a, b) p_i(b) db + \Pi_1(p_i(\cdot)) - R_1(a, p_i(\cdot))$$

$$\text{Cout}(a, p_i(\cdot)) = \int_B c(s, b) p_i(b) db + \Pi_1(p_i(\cdot))$$

Le coût marginal par assuré de vulnérabilité b , obtenu en dérivant par rapport à $p_i(b)$, est ici :

$$\text{Cout marginal}(a, b, p_i(\cdot)) = c(s, b) + \int_{a \geq s} ((c(a, b) - c(s, b))) f(a) da$$

De façon générale, le coût marginal se décompose en deux termes : le surcoût « naturel » (quand un assuré se rajoute dans une zone de vulnérabilité b , si l'aléa a se réalise, il y a un surcoût $c(a, b)$ ou $c(s, b)$) ; et le surcoût de réassurance (la prime de réassurance de l'assureur i augmente à chaque nouvel assuré). C'est ce dernier terme qui va dépendre de la forme de la police de réassurance choisie dans chaque cas.

- Calcul du coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa)

Le coût marginal espéré pour l'assureur i est calculé en espérance sur l'aléa, mais toujours pour un assuré de vulnérabilité b :

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(\cdot)) = \text{Cout marginal espere}(b, p_i(\cdot)) = \int_A c(a, b) f(a) da \quad ^{70} (1)$$

Ce terme correspond à la prime idéale. Cela incite ainsi les assureurs à répercuter ce coût, et seulement ce coût, sur leurs assurés. Ce cas ne présente donc **aucun effet distorsif**.

Calcul de l'exposition de l'assureur i en fonction de l'aléa

Si $a < s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est :

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p_i(b) db$$

$$\text{car } \frac{\partial \Pi_1(p_i(\cdot))}{\partial a} = 0$$

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est :

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = 0$$

En résumé, l'assureur donne au réassureur toute l'information sur la population qu'il assure et, en contrepartie, il reçoit une couverture complète de la part du réassureur en cas de catastrophe naturelle. Ainsi la responsabilité de l'assureur est limitée et le marché de l'assurance se développe sans difficulté.

⁷⁰

En effet,
$$\text{Cout marginal espere}(b, p_i(\cdot)) = \int_{a < s} c(a, b) f(a) da + \int_{a \geq s} c(s, b) f(a) da + \int_{a \geq s} (c(a, b) - c(s, b)) f(a) da$$

La répartition de la population

Chaque assureur propose une prime d'assurance égale à son coût marginal espéré. De cette prime dépend la répartition de la population.

La fonction d'utilité choisie est

$$U(\pi(b,i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b,i) - \beta \cdot p(b) + k \text{ avec } \alpha, \beta > 0$$

En effet, l'utilité d'un assuré de vulnérabilité b décroît avec la prime d'assurance que doit payer l'assuré et avec la congestion de la zone occupée de vulnérabilité b .

Le coût marginal espéré sur l'aléa ne dépend pas de i . Donc la prime d'assurance, égale à ce coût marginal espéré, ne dépend pas de i . Par ailleurs, on a supposé que, par le libre jeu de la concurrence, que tous les assureurs proposent in fine la même prime d'assurance, et que donc $\pi(b,i)$ ne dépende pas de i . Dans un premier temps, nous gardons cependant une forme générale $\pi(b,i)$. Le calcul de l'équilibre nous permettra de retrouver ce résultat.

A l'équilibre, par définition, l'utilité doit être la même, là où la population est établie, quelle que soit la vulnérabilité b , sinon les populations se déplaceraient et il n'y aurait pas d'équilibre. Dans les zones inhabitées, l'utilité est inférieure. Donc

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall (b,c) \in B^2 \text{ tel que } p(b) > 0 \text{ et } p(c) > 0, U(\pi(b,i), p(b)) = U(\pi(c,i), p(c)) = \gamma \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, U(\pi(b,i), 0) < \gamma \end{array} \right.$$

Donc

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, U(\pi(b,i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b,i) - \beta \cdot p(b) + \eta = \gamma \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, U(\pi(b,i), 0) < \gamma \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b,i) = -\frac{1}{\alpha} ((\gamma - \eta) + \beta \cdot p(b)) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b,i) > -\frac{(\gamma - \eta)}{\alpha} \end{array} \right.$$

On peut le noter

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b,i) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b,i) > \delta \end{array} \right. \text{ avec } \delta, \lambda > 0^{71} \quad (2)$$

On retrouve bien que $\pi(b,i)$ ne dépend pas de i et nous la notons $\pi(b)$. Par ailleurs la relation décroissante entre la prime d'assurance et la population s'explique facilement : plus la prime est élevée, moins la population est importante.

Si δ est indéterminée, λ est imposé par le choix de la fonction d'utilité.

Puisque la prime d'assurance est égale au coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa), on obtient un système de deux équations, (1) et (2) :

⁷¹ On peut supposer la valeur $\gamma - \eta$ négative, car on définit l'utilité à la constante η près, constante que l'on peut choisir telle que $\gamma - \eta < 0$.

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B, \pi(b) = \int_A c(a,b) f(a) da \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b) = \delta - \lambda \cdot p(b) \text{ avec } \delta, \lambda > 0 \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b) > \delta \end{array} \right.$$

On calcule l'équilibre « symétrique », c'est-à-dire pour lequel $p_i(b)$ ne dépend pas de i . En effet, la concurrence implique la symétrie : si les assureurs sont en concurrence, ils proposent les mêmes tarifs et donc attirent les mêmes populations.

Comme précisé dans le calibrage, on choisit la fonction de coût suivante :

$$c(a,b) = C \exp(k \cdot a + l \cdot b)$$

et on suppose que l'aléa suit une loi normale centrée réduite.

$$f(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}a^2\right)$$

On obtient

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B, \pi(b) = C \exp\left(\frac{k^2}{2} + l \cdot b\right) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b) = \delta - \lambda \cdot p(b) \text{ avec } \delta, \lambda > 0 \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b) > \delta \end{array} \right.$$

Calculons b^* tel que $p(b^*) = 0$. On obtient $b^* = \frac{1}{l} \left[\ln\left(\frac{\delta}{C}\right) - \frac{k^2}{2} \right]$.

On a donc

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b < b^*, p(b) = \frac{\delta}{\lambda} - \frac{C}{\lambda} \exp\left(\frac{k^2}{2}\right) \exp(l \cdot b) \\ \forall b \geq b^*, p(b) = 0 \end{array} \right.$$

La population est donc moins nombreuse en zone à forte vulnérabilité. La police de réassurance crée de bonnes incitations transmises aux assurés par l'intermédiaire des assureurs.

Les conditions aux limites imposent des contraintes sur les constantes.

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_B p(b) db = p \\ \forall b, p(b) \geq 0 \end{array} \right.$$

La seconde condition a déjà été exploitée. La première condition permet de déterminer la constante, δ , seule indéterminée.

$$\int_B p(b) db = p \Leftrightarrow \int_0^{b^*} p(b) db = p \Leftrightarrow \frac{\delta}{\lambda \cdot l} \left[\ln\left(\frac{\delta}{C}\right) - \frac{k^2}{2} - 1 \right] + \frac{C}{\lambda \cdot l} \exp\left(\frac{k^2}{2}\right) = p$$

Cas 2 : le système actuel

Définition de la police de réassurance

Ce deuxième cas stylise la situation actuelle. La police de réassurance proposée repose sur une complète solidarité nationale :

- Les remboursements sont les remboursements correspondant au montant total des dommages (pour la partie catastrophe naturelle) des seuls assurés de l'assureur i . Comme dans le premier cas, le régime ne joue qu'à partir du seuil, s , sur l'aléa. En dessous de ce seuil, c'est le marché libre d'assurance des risques naturels qui intervient.

$$R_2(a, p_i(.)) = \max \left(\underbrace{\int_B (c(a, b) - c(s, b)) p_i(b) db}_{\text{remboursement sinistre}}; 0 \right)$$

On a donc

$$R_2(a, p_i(.)) = R_1(a, p_i(.))$$

- On suppose indirectement que tous les assurés paient la même prime d'assurance. En réalité, dans le système actuel, si le taux de surprime est uniforme, le montant ne l'est pas. Cependant, comme nous avons supposé que les différents logements présentent la valeur assurée, alors, sous cette hypothèse, le montant sur lequel est calculé le taux de prime (qui est le montant de la prime incendie) est identique et donc, en appliquant un taux uniforme, on obtient bien un montant uniforme. Ainsi, la prime d'assurance de l'assureur i est proportionnelle au nombre de ses assurés.

$$\Pi_2(p_i(.)) = \left(\int_i \Pi_1(p_i(.)) di \right) \cdot \frac{p_i}{p}$$

Si le total des primes et le total des remboursements s'annulent pour le secteur de l'assurance, ils ne s'annulent pas pour un assureur.

Calcul de la prime d'assurance

- Calcul du coût du sinistre et du coût marginal du sinistre

Calculons le coût du sinistre pour l'assureur i . De façon générale, le coût du sinistre est égal à la somme du coût des dommages et des primes de réassurance, diminuée des remboursements.

De même que dans le cas 1, l'assureur demande à son assuré une prime d'assurance égale au coût marginal du sinistre.

Si $a < s$, il n'y a pas de remboursement donc le coût du sinistre dû à l'aléa a pour l'assureur i est :

$$\text{Cout}(a, p_i(.)) = \int_B c(a, b) p_i(b) db + \Pi_2(p_i(.))$$

Le coût marginal par assuré de vulnérabilité b est obtenu en dérivant par rapport à $p_i(b)$:

$$\text{Cout marginal}(a, b, p_i(.)) = c(a, b) + \frac{\Pi_2}{p_i}$$

Si $a \geq s$, le coût du sinistre de l'aléa a est :

$$\text{Cout}(a, p_i(.)) = \int_B c(a, b) p_i(b) db + \Pi_2(p_i(.)) - R_2(a, p_i(.))$$

$$\text{Cout}(a, p_i(.)) = \int_B c(s, b) p_i(b) db + \Pi_2(p_i(.))$$

Le coût marginal par assuré de vulnérabilité b , obtenu en dérivant par rapport à $p_i(b)$, est ici :

$$\text{Cout marginal}(a, b, p_i(.)) = c(s, b) + \frac{\Pi_2}{p_i}$$

- Calcul du coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa)

Le coût marginal espéré pour l'assureur i est calculé en espérance sur l'aléa, mais toujours pour un assuré de vulnérabilité b :

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(.)) = \text{Cout marginal espere}(b, p_i(.))$$

$$\text{Prime assurance}(b, p_i(.)) = \int_{a < s} c(a, b) f(a) da + \int_{a \geq s} c(s, b) f(a) da + \frac{\Pi_2}{p_i} (1')$$

avec

$$\frac{\Pi_2}{p_i} = \int_{a \geq s} \int_B \int_I (c(a, b) - c(s, b)) \frac{p_i(b)}{p} f(a) di db da$$

$$\frac{\Pi_2}{p_i} = \int_{a \geq s} \int_B (c(a, b) - c(s, b)) \frac{p(b)}{p} f(a) db da$$

Ici, **l'effet distorsif existe**. Les assureurs répercuteront dans les primes d'assurance, non plus seulement le coût du sinistre, mais également une partie de leur prime d'assurance. Cela a un impact sur la répartition de la population. On voit d'ailleurs grâce à ce calcul qu'il existe un lien entre l'effet distorsif et la distribution de population. Nous calculons l'effet distorsif puis la distribution de population selon la vulnérabilité.

L'effet distorsif

Le cas 2 présente un effet distorsif, qui se traduit par la présence d'un terme supplémentaire dans la prime d'assurance. Il est dû à la forme de la prime de réassurance, qui reflète une prime d'assurance a priori⁷² uniforme. En d'autres termes, le caractère potentiellement uniforme de la prime d'assurance induit une distorsion.

L'effet distorsif global pour l'assureur i est mesuré par la différence entre le coût pour la société d'un assuré (en espérance sur l'aléa) et le coût facturé à l'assuré par l'assureur (c'est-à-dire la prime d'assurance, donc le coût marginal espéré sur l'aléa).

$$\text{Effet distorsif global}(b, p_i(.)) = \int_A c(a, b) f(a) da - \int_A \text{Cout marginal}(a, b, p_i(.)) f(a) da$$

$$\text{Effet distorsif global}(b, p_i(.)) = \int_A c(a, b) f(a) da - \text{Cout marginal espere}(b, p_i(.))$$

Si ce terme est nul dans le cas 1, il vaut dans le cas 2 :

$$\text{Effet distorsif global}(b, p_i(.)) = \int_{a \geq s} (c(a, b) - c(s, b)) \left(\int_B \left(1 - \frac{p(b)}{p} \right) db \right) f(a) da > 0$$

Calcul de l'exposition de l'assureur i en fonction de l'aléa

Si $a < s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est :

⁷² En effet, on n'impose pas dans ce modèle à l'assureur le caractère uniforme de la prime d'assurance.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p_i(b) db$$

$$\text{car } \frac{\partial \Pi_2(p_i(\cdot))}{\partial a} = 0$$

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est :

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = 0$$

Ainsi, de même que dans le cas 1, l'assureur reçoit une couverture complète de la part du réassureur en cas de catastrophe naturelle. Ainsi la responsabilité de l'assureur est limitée et le marché de l'assurance se développe sans difficulté.

La répartition de la population

Les assureurs vont répercuter dans leur prime cette distorsion et ainsi modifier la répartition de la population par rapport à celle du cas précédent.

L'utilité décroît en fonction de deux variables : la prime d'assurance et la distribution de population en zone de vulnérabilité b .

$$U(\pi(b, i), p(b)) = -\alpha \cdot \pi(b, i) - \beta \cdot p(b) + \eta \text{ avec } \alpha, \beta > 0$$

Le coût marginal espéré sur l'aléa ne dépend pas non plus de i , puisque Π_2 est proportionnel à p_i . On obtient, comme dans le cas 1 :

$$\begin{cases} \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b, i) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b, i) > \delta \end{cases} \text{ avec } \delta, \lambda > 0^{73}(2)$$

Si δ est indéterminée, λ est imposé par le choix de la fonction d'utilité.

On retrouve bien que $\pi(b, i)$ ne dépend pas de i et on la note $\pi(b)$.

Puisque la prime d'assurance est égale au coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa), on obtient un système de deux équations, (1) et (2) :

$$\begin{cases} \forall b \in B, \pi(b) = \int_A c(a, b) f(a) da + \int_{a \geq s} c(s, b) f(a) da + \frac{\Pi_2}{p_i} \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b) > \delta \end{cases} \text{ avec } \delta, \lambda > 0$$

On calcule l'équilibre « symétrique », pour lequel $p_i(b)$ ne dépend pas de i .

Comme précisé dans le calibrage, on choisit la fonction de coût et suivante :

$$c(a, b) = C \exp(k \cdot a + l \cdot b)$$

et on suppose que l'aléa suit une loi normale centrée réduite.

$$f(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}a^2\right)$$

⁷³ On peut supposer la valeur $\gamma - \eta$ négative, car on définit l'utilité à la constante η près, constante que l'on peut choisir telle que $\gamma - \eta < 0$.

En notant,

$$F(x) = \int_{x < X} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}X^2\right) dX$$

on obtient

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b \in B, \pi(b) = C \left[\exp\left(\frac{k^2}{2}\right) F(s-k) + \exp(ks)(1-F(s)) \right] \exp(l \cdot b) + \frac{\Pi_2}{\rho_i} \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) > 0, \pi(b) = \delta - \lambda \cdot p(b) \\ \forall b \in B \text{ tel que } p(b) = 0, \pi(b) > \delta \end{array} \right.$$

avec $\delta, \lambda > 0$

$$\text{avec } \frac{\Pi_2}{\rho_i} = C \left[\exp\left(\frac{k^2}{2}\right) F(s-k) - \exp(ks)(1-F(s)) \right] \int_B \exp(l \cdot b) \frac{p(b)}{p} db$$

et donc, avec b^{**} tel que $p(b^{**}) = 0$, on a

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall b < b^{**}, p(b) = -\psi(s)\exp(b) + \zeta(s), \text{ avec } \psi(s) > 0, \zeta(s) > 0 \\ \forall b \geq b^{**}, p(b) = 0 \end{array} \right.$$

La population est donc moins nombreuse en zone à forte vulnérabilité. La police de réassurance crée de bonnes incitations transmises aux assurés par l'intermédiaire des assureurs.

La question est de savoir si cette police de réassurance incite autant que celle proposée dans le cas 1 les populations à s'installer dans les zones à faible vulnérabilité.

Les conditions aux limites imposent des contraintes sur les constantes.

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_B p(b) db = p \\ \forall b, p(b) \geq 0 \end{array} \right.$$

La seconde condition a déjà été exploitée. La première condition permet de déterminer la constante, δ , seule indéterminée.

$$\int_B p(b) db = p \Leftrightarrow \int_0^{b^{**}} p(b) db = p$$

Cas 3 : le cas forfaitaire

Définition de la police de réassurance

Ici, on fixe la prime proportionnellement au nombre d'assurés de l'assurance i . On ne tient pas compte de leur vulnérabilité respective.

$$\Pi_3(p_i(\cdot)) = \Pi_3\left(\int_B p_i(b)db\right) = \Pi_3(p_i)$$

Le régime ne joue qu'à partir du seuil, s , sur l'aléa. En dessous de ce seuil, c'est le marché libre d'assurance des risques naturels qui intervient.

Le remboursement est proportionnel au dommage⁷⁴ total (sur l'ensemble du territoire) et au nombre d'assurés de l'assureur i . L'idée est de donner à chaque assureur un même montant pour tout assuré, touché ou non. L'assureur reçoit un remboursement calculé en fonction de la totalité des dommages sur l'ensemble du territoire et ce proportionnellement au nombre de ses assurés. Il est libre de répartir cet argent comme il le souhaite parmi ses assurés. Le jeu de la concurrence l'amène à dédommager les sinistrés et à faire payer ses assurés au coût marginal. C'est une répartition « forfaitaire ».

$$R_3(a, p_i(\cdot)) = \max\left(\underbrace{\left[\int_I \int_B (c(a,b) - c(s,b)) p_i(b) db di\right]}_{\text{remboursement sinistre}} \cdot \frac{p_i}{p}; 0\right)$$

Soit

$$R_3(a, p_i(\cdot)) = \max\left(\left[\int_I \int_B (c(a,b) - c(s,b)) p_i(b) db di\right]; 0\right) \cdot \frac{p_i}{p}$$

Enfin, on a :

$$\Pi_3(p_i) = \int_A R_3(a, p_i) f(a) da$$

Donc R_3 et Π_3 sont proportionnels à p_i .

Plus généralement, cette relation entre la prime et le remboursement exprime que la prime de réassurance est égale à l'espérance du remboursement sur l'aléa.

Dans le cas 3, le remboursement et donc la prime de réassurance dépendent du nombre total d'assurés de i , et non plus de la distribution de la population assurée par l'assureur i en fonction de la vulnérabilité b , comme dans le cas 1.

Calcul de la prime d'assurance

- Calcul du coût du sinistre et du coût marginal du sinistre

Calculons le coût du sinistre pour l'assureur i . De façon générale, le coût du sinistre est égal à la somme du coût des dommages et des primes de réassurance, diminuée des remboursements.

De même que dans les cas précédents, l'assureur demande à son assuré une prime d'assurance égale au coût marginal du sinistre.

Si $a < s$, il n'y a pas de remboursement donc le coût du sinistre pour l'assureur i est :

⁷⁴ On confond dans cette modélisation dommage assuré et dommage économique. En réalité, on estime que les dommages assurés représentent la moitié des dommages économiques totaux.
Commissariat Général au Développement Durable
Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable

$$Cout(a, p_i(.)) = \int_B c(a, b) p_i(b) db + \Pi_3(p_i(.))$$

Le coût marginal par assuré de vulnérabilité b est obtenu en dérivant par rapport à $p_i(b)$:

$$Cout\ marginal(a, b, p_i(.)) = c(a, b) + \frac{\Pi_3}{p_i}$$

Si $a \geq s$, le coût du sinistre de l'aléa a est :

$$Cout(a, p_i(.)) = \int_B c(a, b) p_i(b) db + \Pi_3(p_i(.)) - R_3(a, p_i(.))$$

Le coût marginal par assuré de vulnérabilité b , obtenu en dérivant par rapport à $p_i(b)$, est ici :

$$Cout\ marginal(a, b, p_i(.)) = c(a, b) + \frac{\Pi_3}{p_i} - \frac{R_3}{p_i}$$

- Calcul du coût marginal espéré (en espérance sur l'aléa)

Le coût marginal espéré pour l'assureur i est calculé en espérance sur l'aléa, mais toujours pour un assuré de vulnérabilité b :

$$Prime\ assurance(b, p_i(.)) = Cout\ marginal\ espere(b, p_i(.)) = \int_A c(a, b) f(a) da^{75}(1)$$

Ici, le coût marginal espéré est égal à la prime idéale, qui correspond au coût réel. Cela incite ainsi les assureurs à répercuter ce coût, et seulement ce coût, sur leurs assurés.

Ce cas ne présente donc **aucun effet distorsif** : comme dans le premier cas, les assurés sont tarifés au « juste coût du risque », donc en fonction de leur vulnérabilité.

Calcul de l'exposition du secteur de l'assurance

Si $a < s$, le coût pour le secteur de l'assurance est :

$$Cout\ secteur\ assurance(a, p_i(.)) = \int_I \int_B c(a, b) p_i(b) db di + \int_I \Pi_3(p_i(.)) di$$

Le coût marginal de l'aléa est :

$$\frac{\partial Cout\ secteur\ assurance(a, p_i(.))}{\partial a} = \int_I \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p_i(b) db di$$

Si $a \geq s$, le coût pour le secteur de l'assurance est :

$$Cout\ secteur\ assurance(a, p_i(.)) = \int_I \int_B c(a, b) p_i(b) db di - \int_I \int_B (c(a, b) - c(s, b)) p_i(b) db di + \int_I \Pi_3(p_i(.)) di$$

Soit

$$Cout\ secteur\ assurance(a, p_i(.)) = \int_I \int_B c(s, b) p_i(b) db di + \int_I \Pi_3(p_i(.)) di$$

Cette expression ne dépendant pas de a , le coût marginal de l'aléa est nul.

⁷⁵ En effet,

$$Cout\ marginal\ espere(b, p_i(.)) = \int_{a < s} c(a, b) f(a) da + \int_{a < s} \frac{\Pi_3}{p_i} f(a) da + \int_{a \geq s} c(a, b) f(a) da + \int_{a \geq s} \frac{\Pi_3}{p_i} f(a) da - \int_{a \geq s} \frac{R_3}{p_i} f(a) da$$

$$Cout\ marginal\ espere(b, p_i(.)) = \int_A c(a, b) f(a) da + \underbrace{\int_A \frac{\Pi_3 - R_3}{p_i} f(a) da}_{=0}$$

Globalement, le secteur de l'assurance est couvert en cas de catastrophe naturelle : aucun risque systémique ne pèse sur le secteur de l'assurance.
Calcul de l'exposition de l'assureur i en fonction de l'aléa

Si $a < s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est :

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p_i(b) db$$

$$\text{car } \frac{\partial \Pi_3(p_i(\cdot))}{\partial a} = 0$$

Si $a \geq s$, la dérivée du coût pour l'assureur i en fonction de l'aléa est :

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p_i(b) db - \frac{\partial R_3(a, p_i(\cdot))}{\partial a}$$

$$\frac{\partial \text{Cout}(a, p_i(\cdot))}{\partial a} = \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p_i(b) db - \frac{p_i}{p} \int_B \frac{\partial c(a, b)}{\partial a} p(b) db \neq 0$$

Ainsi, si le secteur des assurances est couvert, chaque assureur peut potentiellement être exposé de façon illimitée !

La répartition de la population

Puisque le coût marginal espéré est le même que dans le cas 1, la prime d'assurance est celle du cas 1 et nous obtenons le même résultat que dans le cas 1, à savoir :

$$\begin{cases} \forall b < b^*, p(b) = \frac{\delta}{\lambda} - \frac{C}{\lambda} \exp\left(\frac{k^2}{2}\right) \exp(l \cdot b) \\ \forall b \geq b^*, p(b) = 0 \end{cases}$$

La population est donc moins nombreuse en zone à forte vulnérabilité. La police de réassurance crée de bonnes incitations transmises aux assurés par l'intermédiaire des assureurs.

ANNEXE 16 – Programme sous « R » pour l'application et la résolution numériques de la modélisation des polices de réassurance

Calibrage

```
part.reconnu.catnat = 0.1
part.cout.catnat = 0.5
```

```
db = 0.01
nb = 1000
b = (1:nb)*db
pi = array(0,c(nb))
l = 1
lambda = 1
P = 30
cardl = 100
```

```
s = qnorm(1-part.reconnu.catnat)
```

Cas distorsif

```
k=s-qnorm(1-part.cout.catnat)
```

```
S = function(x) {
  delta = x[1]
  PR2sPi = x[2]
  C = x[3]

  prime = C*(exp(k^2/2)*pnorm(s-k)+exp(k*s)*(1-pnorm(s)))*exp(l*b)+PR2sPi
  p = delta/lambda - prime/lambda
  p[p<0] = 0

  q = C*(exp(k^2/2)*(1-pnorm(s-k))-exp(k*s)*(1-pnorm(s)))*exp(l*b)*p/P

  tout = sum(C*exp(l*b+k^2/2)*p)*db

  return((sum(p)*db-P)^2 + (PR2sPi - sum(q)*db)^2)
}
```

```
sol = optim(par = c(25, 0.03, 2),fn = S,method = "BFGS",control = list(trace = 5))
delta = sol$par[1]
PR2sPi = sol$par[2]
C = sol$par[3]
```

```
prime = C*(exp(k^2/2)*pnorm(s-k)+exp(k*s)*(1-pnorm(s)))*exp(l*b)+PR2sPi
p.2 = delta/lambda - prime/lambda
p.2[p.2<0] = 0
```

Cas non distorsif

```
prime = C*exp(l*b+k^2/2)
```

```
S = function(x) {
  delta = x[1]
```

```
prime = C*exp(l*b+k^2/2)
p = delta/lambda - prime/lambda
p[p<0] = 0

return((sum(p)*db-P)^2)
}

sol = optim(c(25,0.3),S,method = "BFGS",control = list(trace = 5))
delta = sol$par[1]
p.1 = delta/lambda - prime/lambda
p.1[p.1<0] = 0

plot(p.1,type = "l",col="blue")

write.csv2(p.1,"P.csv")

##### Analyse comparee des cas #####

plot(b,p.1,type = "l",col="blue")
lines(b,p.2,col="red")

write.csv(cbind(b,p.1,p.2),"nico2.csv")

c.1 = C*exp(k^2/2)*sum(exp(l*b)*p.1)*db
c.2 = C*exp(k^2/2)*sum(exp(l*b)*p.2)*db
surcout=(c.2-c.1)/c.1
```

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

**Commissariat général
au développement
durable**

Service de l'économie, de
l'évaluation et de
l'intégration du
développement durable

Tour Voltaire
92055 La Défense cedex
Tel. : 01.40.81.21.22

**Directeur de la
publication**
Françoise Maurel

ISSN : en cours

Dépôt légal : mars 2009

