



Coordination du projet :

Pierre Verger, Marielle Aulagnier

Coordination scientifique :

Pierre Verger, Marielle Aulagnier, Valérie Schw oebel, Thierry Lang

Auteurs :**Marielle AULAGNIER**

Démographe
ORS PA CA

Karine LAPIERRE

Démographe
InVS

Dr. Agnès BONNET

Attachée d'Enseignement et de
Recherche en Psychopathologie
Université de Provence (Aix-Marseille I)
UFR de Psychologie, PsyCLé

Dr. Philippe MALFAIT

Médecin épidémiologiste
CIRE Sud

Dr. Eloi DIENE

Médecin épidémiologiste
InVS – Département Santé Travail

Alain PARAPONARIS

Economiste, Maître de conférences
Université de la Méditerranée
ORS PA CA - INSERM u379

Dr. Lydia FERNANDEZ

Maître de Conférences en Psychologie
clinique et Psychopathologie
Université de Provence (Aix-Marseille I)
UFR de Psychologie, PsyCLé

Pr. Jean Louis PEDINIELLI

Professeur de Psychopathologie
Université de Provence (Aix-Marseille I)
UFR de Psychologie, PsyCLé

Dr. Anne GUINARD

Médecin épidémiologiste
CIRE Midi-Pyrénées

Jérôme POUÉY

Epidémiologiste
CIRE Midi-Pyrénées

Dr. Brigitte HELYNCK

Médecin épidémiologiste
InVS – Département Formation
Documentation

Marie PREAU

Doctorante en psychologie sociale
Laboratoire de Psychologie sociale
Université de Provence (Aix-Marseille I)
INSERM u379

Philippe HUBERT

Ingénieur polytechnicien
Statisticien, évaluateur de risques
INERIS – Direction des Risques
Chroniques

Christine RICOUX

Ingénieur du Génie Sanitaire
CIRE Languedoc-Roussillon

Pr. Thierry LANG

Epidémiologiste
CHU Toulouse - InVS

Dr. Valérie SCHWOEBEL

Médecin épidémiologiste
CIRE Midi-Pyrénées

Dr. Pierre VERGER

Médecin épidémiologiste
ORS PA CA – INSERM u379

Remerciements :

Les auteurs de ce rapport remercient vivement Jean Yves Loze, Frédéric Rouillon (Service de psychiatrie - Hôpital A. Chenevier), Marielle Podigue, Alain Trugeon (ORS Picardie) et Joel Swendsen (Département de Psychologie - Université de Bordeaux II) pour leur aide précieuse dans la réalisation de ce guide ainsi que Caroline Sanguolo, Marie-José Valéry et Cécile Rigard (ORS PACA) pour leur relecture attentive et la mise en forme du document.

| |
|-----------------|
| Sommaire |
|-----------------|

| | |
|--|---|
| Introduction | 7 |
| PREMIERE PARTIE | 11 |
| Les catastrophes : retour d'expérience, connaissances sur les effets, rôle de l'épidémiologie | |
| Chapitre 1. | 13 |
| Catastrophes en France, apports et difficultés de l'épidémiologie | |
| 1. Catastrophes naturelles | <i>P. Verger</i> |
| 2. Catastrophes chimiques | <i>T. Lang</i> |
| 3. Catastrophes nucléaires | <i>P. Verger</i> |
| 4. Attentats terroristes et autres événements collectifs | <i>P. Verger</i> |
| 5. Conclusion | |
| Chapitre 2. | 29 |
| Etat des connaissances sur les dangers associés aux catastrophes | |
| 1. Risques chimiques | <i>J. Pouey</i> |
| 2. Risques d'explosions, blast | <i>V. Schwoebel</i> |
| 3. Risques radiologiques | <i>P. Verger, Ph. Hubert</i> |
| 4. Risques naturels | <i>M. Aulagnier</i> |
| 5. Risques psychosociaux | <i>M. Aulagnier, E. Diene, A. Guinard</i> |
| 6. Risques sanitaires liées aux phénomènes sociaux | <i>T. Lang</i> |
| Chapitre 3. | 83 |
| Quels besoins d'évaluation épidémiologique après une catastrophe | |
| | <i>T. Lang, P. Verger</i> |
| 1. Principaux enjeux de santé publique lors de catastrophes collectives | |
| 2. Protection et prise en charge de la population | |
| 3. Information | |
| 4. Besoins de connaissances | |
| 5. Soutien des communautés touchées et retour à la vie normale | |
| 6. Retour d'expérience | |
| Chapitre 4. | 99 |
| Proposition d'éléments de stratégie de recherche pour l'évaluation des conséquences psychosociales de catastrophes collectives d'origine naturelle ou humaine | |
| | <i>P. Verger, A. Paraponaris</i> |
| 1. Introduction | |
| 2. Développer les connaissances sur les impacts psychosociaux et les facteurs de risque ou de protection | |
| 3. Stratégies de recherche | |
| Références | 133 |

Epidémiologie post-catastrophe : pertinence, déroulement chronologique et préparation d'amont

Chapitre 1.

151

Mise en œuvre de l'épidémiologie en cas de catastrophe : critères de pertinence et chronologie

Ph. Malfait, T. Lang, P. Verger

1. Éléments sur lesquels la mise en œuvre de l'épidémiologie s'appuie en cas de catastrophe
2. Déroulement chronologique de mise en œuvre de la réponse épidémiologique

Chapitre 2.

167

Proposition d'une méthodologie de préparation de la réponse épidémiologique en amont d'une catastrophe

P. Verger, T. Lang

1. Pourquoi préparer la réponse épidémiologique amont ?
2. Bases de la préparation de la mise en place d'un programme et d'un dispositif de suivi épidémiologique
3. Éléments concrets de la préparation
4. Limites et conditions d'une préparation
5. Nécessité de préparer le processus de décision et de financement

Chapitre 3.

183

Un exemple de scénario : les inondations d'Arles de décembre 2003

P. Verger, M. Aulagnier, Ph. Malfait

1. L'événement et ses conséquences directes
2. Mise en place d'une surveillance épidémiologique
3. Demande de la DDASS et proposition d'évaluation de l'ORS PACA
4. Retour d'expérience de cette inondation (en mars 2004)

Références

194

Données, outils et méthodes

| | | |
|--------------------|--|--|
| Module I. | | 197 |
| | Les différents types d'enquêtes épidémiologiques | <i>P. Verger</i> |
| Module II. | | 209 |
| | Populations | |
| | 1. Recensement post-accidentel de populations | <i>P. Verger</i> |
| | 2. Méthodes d'échantillonnage | <i>V. Schwoebel</i> |
| | 3. Bases de sondage | <i>K. Lapierre</i> |
| Module III. | | 243 |
| | Procédures de collecte | <i>K. Lapierre</i> |
| Module IV. | | 247 |
| | Données de routine et systèmes d'information | <i>V. Schwoebel</i> |
| Module V. | | 263 |
| | Mesures de l'exposition et des agents stressants liés à des catastrophes | |
| | 1. Pré-questionnaire d'évaluation de l'exposition aux agents stressants lors d'une catastrophe | <i>P. Verger</i> |
| | 2. Catastrophes radiologiques | <i>Ph. Hubert</i> |
| | 3. Catastrophes chimiques | <i>C. Ricoux</i> |
| Module VI. | | 285 |
| | Outils psychométriques | <i>M. Aulagnier, A. Bonnet, L. Fernandez, A. Guinard, J.L. Pedinielli, M. Préau, P. Verger</i> |
| | 1. Qualités métrologiques des instruments : définitions | |
| | 2. Mesures de psychopathologie générale chez l'adulte | |
| | 3. Mesures de psychopathologie générale chez l'enfant | |
| | 4. Mesures de l'état de stress post-traumatique chez l'adulte | |
| | 5. Mesures de l'état de stress post-traumatique chez l'enfant | |
| | 6. Echelles d'anxiété et de dépression chez l'adulte | |
| | 7. Echelles d'anxiété et de dépression chez l'enfant | |
| | 8. Etat de santé actuel, consommation de soins et consommation de produits psycho-actifs | |
| | 9. Echelles de qualité de vie | |

| | |
|---|---|
| Module VII. | 379 |
| Outils de recueil d'information sur les co-facteurs dans l'étude des effets psychosociaux des catastrophes | <i>M. Aulagnier, A. Bonnet, L. Fernandez, J.L. Pardinielli, M. Préau, P. Verger</i> |
| 1. Caractéristiques socio-démographiques | |
| 2. Antécédents psychologiques | |
| 3. Assistance psychologique | |
| 4. Soutien social | |
| 5. Stratégies d'ajustement au stress (coping) | |
| Module VIII. | 393 |
| Protocoles de surveillance rapidement opérationnel | <i>Ph. Malfait</i> |
| Module IX. | 401 |
| Aspects éthiques | <i>B. Helynck</i> |
| Module X. | 411 |
| Communication, média, presse | <i>T. Lang, P. Verger</i> |
| Références | 416 |

Introduction : pourquoi ce guide méthodologique ?

Depuis ces vingt dernières années, la France a été frappée, directement ou indirectement, par de multiples catastrophes collectives qui ont eu des impacts humains, sanitaires et économiques de gravités souvent élevées. Toutes ont été caractérisées par des conséquences psychosociales importantes non seulement au niveau des communautés touchées mais aussi souvent bien au-delà.

La répétition de ces événements, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine, pose un vrai problème de santé publique dont toute la mesure n'avait pas encore été prise en France jusqu'à la canicule de l'été 2003 (Tillaut 2003). En effet, si l'évaluation des conséquences sanitaires et psychosociales des catastrophes collectives s'est largement développée depuis plus de vingt ans, notamment aux Etats Unis au travers des Center for Disease Control (CDC), en France, de telles évaluations n'ont fait l'objet que d'initiatives isolées de chercheurs. Ce n'est qu'en 2001, après la catastrophe de l'usine AZF à Toulouse, que les pouvoirs publics ont mandaté des organismes d'évaluation et de recherche et débloqué des fonds pour qu'un véritable programme d'évaluation de ses conséquences sur la santé publique soit mis en œuvre. De même, après la canicule de l'été 2003, l'Institut national de Veille Sanitaire et l'INSERM ont été chargés de la réalisation de travaux épidémiologiques pour évaluer les conséquences de cet événement, en comprendre les déterminants et initier une réflexion sur l'organisation de la veille sanitaire en France et la prise en charge des personnes isolées ou dépendantes (Tillaut 2003).

Or, le recueil de données épidémiologiques lors de catastrophes collectives est essentiel (Verger 1995a) car il peut guider la prise de décisions des pouvoirs publics concernant la protection du public et la prise en charge des victimes. Il contribue aussi à une transparence « démocratique » en permettant de fournir, sur des bases rigoureuses, des informations validées aux médias et au public. Enfin, il participe à une amélioration des connaissances sur les vulnérabilités de notre société. Leur diffusion, non seulement dans le cercle des chercheurs et des experts, mais aussi et surtout auprès des pouvoirs publics et de divers acteurs, devrait permettre de mieux intégrer, dans les activités économiques et celles

relatives à l'aménagement du territoire, les comportements de prévention. D'autres disciplines telles que la sociologie ou l'économie, apportent aussi un éclairage essentiel sur les conséquences des catastrophes, notamment pour comprendre comment les communautés réagissent et s'organisent pour faire face à ces événements et les coûts que cela implique.

La mise en place d'évaluations dans le domaine de la santé après une catastrophe pose cependant d'innombrables difficultés liées à la diversité des catastrophes et de leurs conséquences et à leur imprévisibilité quant au moment et au lieu de leur occurrence. Les difficultés tiennent aussi au fait que les « évaluateurs » interviennent auprès d'une communauté choquée dont l'énergie est mobilisée par le retour progressif à la vie « normale ». Enfin, les difficultés sont aussi liées à l'impréparation des équipes d'évaluateurs qui se retrouvent souvent dans une situation d'improvisation lorsque la catastrophe survient. En effet, si des plans et des dispositifs existent en France pour faire face aux problèmes de gestion d'urgence en cas de catastrophe collective pour protéger la population, assurer son relogement et son indemnisation, ils n'intègrent pas d'objectifs d'évaluation, qu'il s'agisse des conséquences sanitaires ou des actions de protection, de prise en charge et d'indemnisation. Des travaux sur la construction de tels dispositifs ont toutefois été effectués dans le domaine nucléaire mais n'ont pas donné lieu à une concrétisation opérationnelle par les pouvoirs publics (Verger 1996b).

Ce guide s'adresse aux épidémiologistes, aux professionnels de santé publique, aux pouvoirs publics, aux acteurs et aux personnes du public qui pourraient être impliqués dans la gestion des conséquences d'une catastrophe. Il a été élaboré par différentes équipes de chercheurs et de professionnels de santé publique ayant été impliquées dans l'évaluation de plusieurs catastrophes collectives survenues en France ces dernières années (Inondations de Vaison-la-Romaine, de l'Aude, de la Somme, retombées de l'accident de Tchernobyl, accident de l'usine AZF). Il se fonde ainsi sur le retour d'expérience de ces enquêtes, de leurs résultats et de l'utilisation qui en a été faite. Il propose de développer et d'apporter une réflexion méthodologique dans l'évaluation des conséquences sanitaires et psychosociales des catastrophes. Il propose aussi une réflexion sur l'intérêt de conduire de telles évaluations, pour répondre tout autant aux problèmes de santé publique se posant au décours d'une catastrophe qu'à des problèmes de recherche sur les phénomènes psychosociaux observés après une catastrophe. Il ambitionne enfin de fournir aux évaluateurs une boîte à outil polyvalente dans laquelle, un point est fait sur les aspects méthodologiques de la mise en place d'enquêtes et sur les instruments d'évaluation existants, reconnus et validés.

La première partie de ce guide est générale et 1) aborde le retour d'expérience tiré des principales catastrophes survenues en France, 2) propose une revue générale des connaissances sur les effets des catastrophes 3) discute, sur la base d'exemples, les principaux enjeux auxquels les communautés touchées et les pouvoirs publics sont confrontés face à une catastrophe et les éléments que l'épidémiologie est susceptible d'apporter pour étayer les réponses à ces enjeux.

La seconde partie constitue la partie centrale et opérationnelle du guide : elle présente un déroulé chronologique de la mise en place de la réponse épidémiologique en cas de catastrophe -- en envisageant les différentes étapes de cette réponse -- et propose, à titre indicatif, des critères de pertinence et de définition des priorités dans la mise en œuvre de cette réponse. Elle comporte également une réflexion sur la préparation "d'amont" de la réponse épidémiologique en cas de catastrophe ainsi qu'un exemple de d'application au travers d'un scénario d'inondation. Cette partie renvoie aux différents modules de la troisième partie.

La troisième partie est une boîte à outils – organisée sous la forme de modules – dans laquelle les différents aspects méthodologiques et instrumentaux de la mise en place d'une étude épidémiologique en post-catastrophe sont abordés.

1^{ère} Partie

***Les catastrophes : retour d'expérience,
connaissances sur les effets, rôle de
l'épidémiologie***

Chapitre 1. Catastrophes en France, apports et difficultés de l'épidémiologie

Une catastrophe est définie par l'OMS comme « un choc sévère, une rupture brutale, écologique et psychosociale, qui dépasse largement les possibilités de faire face de la communauté affectée » (OMS 2002). Deux types de catastrophes peuvent être distingués : les phénomènes naturels (inondations, tremblement de terre, séisme, avalanches...) et les phénomènes liés à l'activité humaine (risques technologiques¹, accidents, attentats...) (Crocq 1989 ; Noji 1997).

Dans la suite de ce chapitre, les catastrophes les plus marquantes survenues en France depuis plusieurs années sont envisagées afin de fournir des éléments de cadrage sur leur importance en termes de santé publique, d'examiner les difficultés et les apports des évaluations épidémiologiques réalisées et leur utilisation dans les différents contextes de ces événements.

1 Catastrophes naturelles

1.1 Types d'aléas rencontrés en France

La France, comme de nombreux autres pays dans le monde, est soumise aux aléas naturels. Divers types d'aléas y ont été ou sont rencontrés : les inondations, les avalanches, les feux de forêt, les effondrements et glissements de terrain (l'effondrement d'une carrière à Clamart en 1961, le glissement de terrain du plateau d'Assy en 1970 qui fit 72 victimes), les éruptions volcaniques (Soufrière en Guadeloupe en 1976), les tremblements de terre et dans les DOM, les tsunamis ainsi que les tempêtes et cyclones (Bourrelier 1997).

1.2 Les inondations : aléa le plus fréquent

Parmi ces types d'aléas, l'inondation est celui qui survient le plus fréquemment en France. Sous différentes formes (inondations de plaine, crues éclair, crues et laves torrentielles), les inondations touchent environ 10 % du territoire national. Le

¹ Accident industriel, nucléaire, rupture de barrage, transport de matières dangereuses

développement économique des 30 dernières années et un relatif abandon de l'entretien de certains cours d'eau ont conduit à la répétition de ces événements pouvant provoquer de véritables catastrophes collectives et entraîner des dommages considérables aux personnes et aux biens (camping du Grand Bomand en juillet 1987, ville de Nîmes en octobre 1988, ville de Vaison-la-Romaine et plusieurs départements de l'arc méditerranéen en septembre 1992, Camargue en octobre 1993). Il semble que depuis ces dernières années, on assiste à une multiplication des inondations et cataclysmes naturels graves qui pourrait être liée à un réchauffement climatique : inondations de l'Aude de novembre 1999, tempête du 31 décembre 2000, inondations en Bretagne en 2000, puis dans la Somme, en 2001 et 2002, inondations dans le Gard en septembre 2002, inondations de Marseille et Arles en décembre 2003... Deux à dix pour-cent de la population française, selon les évaluations, résident dans des zones à haut risque d'inondation (Gout 1993 ; Torterotot 1993). Les inondations concentrent environ 80 % des indemnisations au titre des catastrophes naturelles en France (Bourrelier 1997).

1.3 Travaux sur l'impact des catastrophes naturelles en France sur la santé des populations exposées

Depuis le début des années 90, trois inondations ont fait l'objet d'études épidémiologiques en France : les inondations du Vaucluse (1992), celles de l'Aude (1999) et enfin celles de la Somme (2001).

Les travaux réalisés dans le Vaucluse 5 années après l'événement (ORS-PACA 1999 ; Verger 1999a, 2000, 2003a) et dans la Somme 2 années après l'événement (ORS-Picardie 2004) ont confirmé, sur des populations Françaises, l'impact sur la santé mentale des inondations observé auparavant dans d'autres pays (Rubonis 1991 ; Bromet 1995). Ils ont en effet montré, de façon extrêmement convergente, que les inondations pouvaient contribuer à l'aggravation, au déclenchement et à la persistance de troubles psychologiques (états de stress post-traumatique, troubles anxieux et dépressifs) ainsi qu'à une consommation de soins accrue (consultations médicales, consommation de psychotropes, arrêts de travail). Ils ont de plus démontré que ces effets sont durables et persistent à moyen ou long terme (2 à 5 ans).

Les principaux prédictors des troubles observés étaient l'évacuation du domicile et le relogement, l'importance des pertes matérielles et des répercussions sociales subies (sur la

vie familiale et sur le travail), les antécédents psychologiques, la précarité économique, le sexe féminin et les stratégies d'ajustement (coping) face à ce type d'événement.

L'étude réalisée dans les semaines suivant les inondations de l'Aude vient nuancer les résultats des études précédentes : elle n'a pas objectivé d'impact au travers d'un indicateur plus objectif : l'incidence des suicides et des tentatives de suicide (Thelot 2002). Mais la fiabilité de ces indicateurs se discute.

Même si l'ensemble de ces résultats mérite d'être approfondi, ils confortent ceux des études réalisées après des catastrophes naturelles dans de nombreux autres pays et attirent l'attention sur le fait que la dimension psychologique mérite d'être mieux prise en compte dans la prise en charge des inondations, notamment et surtout sur le moyen et le long terme. De plus, les inondations et les catastrophes naturelles surviennent le plus fréquemment en zone rurale, un milieu où la prise en charge de troubles psychologiques est plus difficile (i.e. accès limité aux spécialistes, résistances culturelles vis-à-vis du recours aux soins psychologiques...).

1.4 Impact des résultats et leur utilisation

Pour autant qu'on puisse en juger, la diffusion auprès des pouvoirs publics (Ministère de l'Environnement, Ministère de la Santé) des résultats de la première de ces études, réalisée dans le Vaucluse (ORS-PACA 1999), a pu contribuer à les sensibiliser et à favoriser la mise en œuvre de nouvelles études épidémiologiques pour améliorer les connaissances sur l'impact psychosocial d'autres catastrophes : l'Institut National de Veille Sanitaire (InVS) a été missionné à plusieurs reprises par la Direction Générale de la Santé pour conduire des évaluations à la suite des inondations de l'Aude (1999), de la Somme (2001) ou de la catastrophe d'AZF (2001).

Les résultats des études réalisées dans le Vaucluse et dans la Somme ont aussi attiré l'attention sur la nécessité d'évaluer les impacts économiques liés aux atteintes humaines alors que les évaluations économiques des conséquences des catastrophes naturelles ne prennent habituellement en compte que les dégâts matériels. Mais l'évaluation de la façon dont les victimes sont indemnisées continue de ne pas être effectuée bien que de nombreux échos – journalistiques -- aient fait état de retards considérables dans les délais d'indemnisation : quels délais, quelle couverture des pertes matérielles et situations induites de chômage, quelles aides humaines, comment les situations sociales et les atteintes à la santé sont-elles prises en compte ? Ces questions sont primordiales dans les suites d'une catastrophe car elle révèlent les capacités d'une société et d'une communauté à apporter une assistance et à promouvoir la reconstruction et le retour à la normale (CGOR 2003). Une

défaillance sur ce plan constitue, pour les groupes de personnes concernés, une catastrophe dans la catastrophe.

En termes de traduction opérationnelle, bien que les travaux précédents soulignent la durée des répercussions psychosociales lors de catastrophes collectives, les interventions effectuées dans le cadre des cellules d'urgence médico-psychologiques (CUMP) (cf. chapitre 2) visent le court terme essentiellement et le problème de l'articulation de ces dispositifs avec ceux susceptibles de prendre le relais pour des périodes durables reste posé. Ceci est probablement lié au fait que la planification à long terme de ces soins ne va pas entièrement de soi. Des problèmes de coordination des intervenants peuvent alors se poser lorsque le dispositif CUMP est levé.

La situation au décours des inondations d'Arles en décembre 2003 illustre bien ces questions. A partir de l'arrêt du dispositif de crise « CUMP », des difficultés ont été rencontrées au niveau du secteur psychiatrique pour réunir les moyens jugés nécessaires pour assurer la suite du soutien. Bien que de nombreux psychologues aient pris la suite sur le terrain, leur nombre n'était pas bien évalué, ils n'étaient ni tous identifiés ni coordonnés : certains faisaient du porte-à-porte, d'autres accompagnaient des juristes mis à disposition des victimes par des associations ; une rumeur semblait également courir sur la présence de sectes.

1.5 Méthodologie d'évaluation

Un constat inattendu : les communautés touchées peuvent être réticentes à la réalisation d'évaluations dans le domaine psychosocial, même plusieurs années après l'événement (refus des autorités de Vaison-la-Romaine et réticences de sa population à participer à une étude) ; de telles évaluations peuvent constituer un rappel des événements traumatiques et ne pas être bien perçues (Verger 1999a).

L'enquête réalisée en 1997 dans le Vaucluse a permis de tester et de développer une méthode de recueil de données et des outils d'évaluation utilisables en population générale mais des recherches sont encore nécessaires pour évaluer et améliorer leur fiabilité et mieux définir leurs conditions d'application afin d'en assurer une utilisation plus large dans d'autres types de catastrophes naturelles (Verger 1999a).

Un retour d'expérience a été tiré de cette étude sur les difficultés pratiques et logistiques rencontrées dans sa mise en œuvre. Il a montré, en particulier, l'importance de disposer d'informations détaillées et objectives sur les niveaux d'exposition de la population à la catastrophe. L'analyse d'autres catastrophes naturelles en France a montré qu'une cartographie des dommages n'est pas systématiquement réalisée (Bourrelier 1997 ;

Beaumont 2001). S'agissant du recensement des personnes exposées et des victimes, cette analyse a aussi montré la diversité des situations rencontrées, des organismes impliqués et l'absence d'approche harmonisée. Des méthodes et des moyens logistiques devraient être prévus pour cela en utilisant les outils de planification existant pour la prévention et la gestion des risques liés aux catastrophes naturelles.

Enfin, les études réalisées après les inondations du Vaucluse (1992) et celles de la Somme (2001) ont souligné l'intérêt de mettre en œuvre des dispositifs d'évaluation prospectifs plutôt que transversaux (cf. chapitre 4). Ceci pose certaines difficultés : le recueil d'informations individuelles dans des délais relativement brefs nécessite de planifier, au préalable, des dispositifs de recueil de données individuelles, pour être en mesure de les mettre en œuvre dans un contexte de catastrophe. Les suites des inondations de la Somme qui, du fait de leur durée exceptionnelle, constituaient un événement particulier car elles exposaient la population à des facteurs de stress aigus puis chroniques (persistance de l'inondation plusieurs mois), ont montré que la mise en œuvre d'une approche prospective n'allait pas de soi. Elle a posé notamment des difficultés techniques mais aussi au niveau de la récolte de fonds, difficultés qui n'ont pas pu être surmontées (ORS-Picardie 2004). A la suite des inondations d'Arles (2003), ce même schéma s'est reproduit, en dépit d'une demande de la DDASS des Bouches-du-Rhône de mettre en œuvre un dispositif de suivi des inondés.

2 Catastrophes chimiques

2.1 Le risque d'accidents industriels en France

Le risque d'accident chimique industriel en France reste en mémoire après la catastrophe de Fézin en 1966, liée à une fuite de gaz sur la raffinerie et qui tua 18 personnes, ou après l'explosion de l'usine Grande Paroisse-AZF à Toulouse en 2001, qui entraîna 30 décès et plus de 3000 blessés. Parallèlement à ces accidents marquants, le nombre d'accidents de gravité variable inventoriés chaque année en France est élevé. On estime qu'en 2000, 1800 accidents de nature et de gravité variées sont survenus (Toutain 2002).

Le risque d'accident technologique d'origine chimique, concerne en France un grand nombre d'activités industrielles, le plus souvent liées à la fabrication, l'emploi et au stockage de substances dangereuses au sens de la réglementation ; toutefois, les risques liés au fonctionnement de ces installations sont loin d'être homogènes et la réglementation européenne et nationale doit être adaptée au fonctionnement de chaque type d'installation. Ainsi, les installations qui présentent des risques technologiques majeurs et sont soumises à

la directive SEVESO 2² sont le plus souvent des raffineries, des sites pétrochimiques, des usines chimiques, des dépôts pétroliers, des dépôts d'explosifs.

Les autres installations industrielles ne relevant pas de cette directive sont soumises à la réglementation française régissant le fonctionnement des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement³ ; il s'agit notamment d'établissements de la chimie fine, d'installations frigorifiques employant de l'ammoniac (abattoirs, brasseries, etc.), des stockages de gaz de pétrole liquéfié ou de produits inflammables voire toxiques susceptibles d'engendrer des accidents ayant des conséquences thermiques ou toxiques sur de grandes distances.

Les risques industriels peuvent se traduire par l'émission soudaine d'un produit toxique pour la santé, par un incendie ou par l'explosion de produits dangereux. Les événements qui se caractérisent par une émission durable de produits toxiques à des niveaux importants sont plus rares mais bien réels (catastrophe de Minamata par exemple dans les années 50).

Les effets sont de 3 types : thermiques, mécaniques, ou toxiques (la radiotoxicité est abordée plus loin). Ces 3 types de risques sont souvent conjugués. Par exemple, sur 55 établissements SEVESO, seuil haut⁴, dans la région Nord-Pas-de-Calais en 2001, 15 entreprises conjuguait les 3 risques. En application de la directive 96/82/CE du Conseil de l'Union Européenne du 9 décembre 1996, dite « SEVESO 2 »⁵, les établissements sont en cours de classement selon ces nouvelles normes. La lenteur de la mise en application de SEVESO 2, rend difficile une évaluation exacte du nombre d'établissements concernés, mais leur nombre est évalué à 567 « seuil bas » et 672 « seuil haut » en 2001.

2.2 Explosion de l'usine AZF (Toulouse, 2001)

Le 21 septembre 2001, une explosion est survenue dans un hangar de stockage de nitrate d'ammonium à l'usine AZF de Toulouse, située au sein d'un site industriel classé Seveso en 1982. La secousse, équivalente à un séisme de 3,4 degrés sur l'échelle de Richter a ravagé le site. L'onde de choc s'est propagée dans la ville endommageant totalement ou partiellement près de 27 000 maisons et bâtiments publics. Un nuage toxique a survolé l'agglomération en quelques heures. Le bilan initial de la catastrophe a fait état de 30 décès

² Directive 96/82/CE du 9 décembre 1996 remplaçant la directive SEVESO 82/501/CEE du 24 juin 1982

³ Loi du 19 juillet 1976 et son Décret d'application n°77-1133 du 21 septembre 1977

⁴ Dans la directive SEVESO II, les installations sont classées à risque SEVESO II avec des seuils qui dépendent de la quantité stockée. Par exemple, un site avec un stockage de chlore sera classé seuil bas pour une quantité inférieure à 10 tonnes et seuil haut au delà de 25 tonnes (Toutain 2002).

⁵ Directive 96/82/CE du 9 décembre 1996 remplaçant la directive SEVESO 82/501/CEE du 24 juin 1982

et plus de 3000 blessés. D'autres rejets chimiques se sont produits au cours des semaines suivantes avant l'évacuation complète des stocks présents sur le site.

2.3 Méthodologie du programme de suivi épidémiologique post-AZF

Un dispositif d'évaluation et d'information épidémiologique des conséquences sanitaires de l'explosion a été mis en place par l'InVS, avec l'aide de nombreux partenaires locaux. La nature – émission de substances potentiellement toxiques et effet de blast – et l'ampleur de la catastrophe – destruction de nombreux établissements publics, privés et logements – ont permis de dégager dès les premiers jours les objectifs suivants (InVS 2003) :

- caractériser les risques pour la population liés aux rejets toxiques afin d'adapter si besoin des mesures de prévention et de surveillance spécifiques ;
- évaluer les besoins de dépistage et de prise en charge des conséquences traumatologiques et sur la santé mentale ;
- mesurer, à plus long terme, l'ampleur des séquelles que peut laisser un tel événement sur la santé physique et mentale des populations : conséquences directes de l'explosion mais aussi indirectes, par l'intermédiaire du retentissement sur le logement, le travail, la scolarité des enfants, la vie familiale et quotidienne.

Trois axes méthodologiques ont été développés :

- 1- évaluation quantitative des risques sanitaires liés aux expositions toxiques ;
- 2- mesure de l'impact sanitaire à partir des systèmes d'information sanitaire existants ;
- 3- enquêtes épidémiologiques auprès de certaines populations exposées : sauveteurs, travailleurs, scolaires, résidents des quartiers sinistrés.

La mise en place d'un comité de suivi constitué des autorités publiques, des principales institutions locales, des représentants des salariés et de la population (notamment des associations de victimes) a permis d'informer régulièrement les toulousains sur l'état d'avancement des travaux, de répondre à leurs interrogations et de diffuser les messages de prévention.

2.4 Impact des résultats de ce programme d'évaluation

Au total, 672 hospitalisations directement liées à l'explosion ont été recensées dans les jours suivants dans l'ensemble des établissements hospitaliers publics ou privés ayant reçu des victimes. Aucun décès supplémentaire par rapport aux 30 du bilan initial n'a été rapporté

(tout au moins aucun décès dont l'imputabilité à l'explosion soit certaine, 2 décès en cours d'investigation ayant été signalés). Cette estimation a été rendue possible par la mise en place d'un codage spécial du PMSI pour repérer ces hospitalisations (INVS 2002).

Des éléments descriptifs de lésions initiales ont été fournis par plusieurs sources. Au CHU de Toulouse, parmi les 226 personnes hospitalisées au moins une nuit, la traumatologie concernait 93 % des diagnostics principaux, avec 21 % de traumatismes neurologiques et 6 % de traumatismes graves multiples ; parmi les 558 personnes vues aux urgences et reparties le jour même, les traumatismes constituaient 88 % des diagnostics et concernaient par ordre de fréquence la tête et le cou (49 %), les membres supérieurs (20 %), les membres inférieurs (12%) et le tronc (7 %). Par ailleurs, dans une première description des 4 900 certificats médicaux d'accidents de travail, la traumatologie constituait 68 % des lésions déclarées et les lésions auditives 18 %.

Par ailleurs, le programme a permis d'attirer l'attention sur deux phénomènes nécessitant une prise en charge spécifique :

1. D'une part, l'impact psychologique de l'explosion a été souligné par la fréquence des consultations en médecine générale pour stress post-traumatique aigu, complet ou partiel, dans les semaines qui ont suivi l'explosion. Au total sur l'ensemble de l'agglomération toulousaine, les estimations du nombre de consultations de médecins généralistes et de pédiatres dans les 9 semaines suivant l'explosion étaient d'environ 6 000 pour "stress partiel"⁶ et 4 000 pour "stress caractérisé". Les consultations pour "stress" sont apparues dès la 1^{ère} semaine d'observation (i.e. 2^{ème} semaine suivant l'explosion). Leur nombre n'a diminué significativement qu'à partir de la 5^{ème} semaine en ce qui concerne les "stress partiels" et à partir de la 3^{ème} semaine pour les cas de stress "caractérisés" (INVS 2002). Les données du service médical de l'Assurance Maladie ont permis d'estimer le nombre de patients ayant bénéficié d'un premier traitement par psychotropes à la suite de l'explosion et montré une augmentation du nombre de patients nouvellement traités par anxiolytiques ou hypnotiques au décours immédiat de la catastrophe. Environ 5 000 personnes auraient démarré un traitement psychotrope en lien avec l'explosion sur l'ensemble du département de Haute-Garonne (INVS 2002). L'excès apparent de nouveaux traitements était observé jusqu'au 1^{er} novembre 2001. Ces données étaient cohérentes avec la fréquence des troubles psychologiques relevés aux urgences et en médecine du travail. Ces résultats ont permis de souligner

⁶ Au cours du programme d'évaluation, les médecins sentinelles ont relevé le nombre de patients présentant des symptômes de dissociation, de répétition, d'évitement et d'anxiété neuro-végétative. Un "stress partiel" était déterminé pour les patients présentant un au moins de ces symptômes, un "stress caractérisé" pour les patients présentant les 4.

l'importance du traumatisme psychologique initial et attiré l'attention sur la possibilité de troubles psychologiques persistant à long terme (Cf. chapitre 2).

2. D'autre part, les données issues des consultations en médecine libérale à partir du réseau des médecins sentinelles de la ville de Toulouse (2000 consultations pour troubles auditifs dans les 6 semaines suivant l'explosion), les données des déclarations d'accident du travail, les résultats d'un dépistage exécuté par l'Education Nationale et les données hospitalières ont permis de souligner la fréquence des traumatismes ORL et des lésions auditives consécutives à l'explosion. A partir des données de l'INERIS estimant les courbes de niveaux de surpression aérienne, des seuils de pression acoustique ont été calculés et des zones dans lesquelles des traumatismes ORL étaient prévisibles ont été déterminées : des niveaux de 160 dB étaient atteints ou dépassés jusqu'à 1,7 km de l'épicentre. Ces résultats et la convergence des informations sur l'importance des lésions auditives ont conduit à recommander, 9 mois après la catastrophe, un dépistage des troubles auditifs par audiogramme dans un rayon d'1,7 km autour du site de l'explosion. La recommandation a donné lieu à une controverse entre spécialistes sur l'éventualité de déficits non accompagnés de signes fonctionnels (donc n'ayant pas amené la personne à consulter). Devant l'absence de consensus sur cette question, un groupe d'experts ORL constitué 18 mois après la catastrophe a recommandé de s'assurer que ce dépistage était systématiquement pratiqué pour les sujets présents dans un rayon de 700 mètres de l'épicentre.

Le bilan à long terme des effets traumatiques peut être estimé à partir des données concernant les séquelles indemnisées. Deux ans après l'explosion, l'assurance maladie indiquait que parmi près de 10 000 victimes ayant demandé une telle indemnisation, un peu plus de 5 000 en avaient bénéficié à la suite d'expertises médico-légales, pour des incapacités permanentes supérieures à 9 % dans 8 % des cas. Les séquelles ORL et psychiatriques représentaient chacune 44 % des séquelles indemnisées.

Même s'il est trop tôt pour tirer un bilan exhaustif des résultats du programme d'évaluation mis en œuvre après la catastrophe d'AZF, le bilan en 2003 permet de conclure à l'absence de sur-incidence d'effets toxiques à long terme dans la population toulousaine, qui auraient justifié des mesures spécifiques de prise en charge ou de surveillance.

3 Catastrophes nucléaires

3.1 Les types de risques en France

La France est un des pays les plus nucléarisés dans le monde : le risque d'accident radiologique ou de catastrophe nucléaire n'y est pas nul en dépit des efforts considérables développés dans cette industrie en matière de sûreté (Verger 1995a).

Les accidents avec rejets de radioactivité dans l'environnement (et par conséquent d'exposition de la population) peuvent se produire sur les installations nucléaires de base (INB) ou bien lors du transport ou de la manutention de matières radioactives. Les INB sont les réacteurs nucléaires, les accélérateurs de particules à forte énergie (plus de 300 MeV) et les installations industrielles de fabrication du combustible nucléaire, de retraitement et de stockage des déchets nucléaires, lorsque l'activité totale des substances traitées ou contenues dépasse 1 million de curies. Il existe environ 150 INB en France. Les accélérateurs de particules ne comportent pas de risque d'accident impliquant une exposition à l'échelle d'une population. En revanche, les centrales nucléaires constituent une source importante de danger potentiel en raison des masses de combustible utilisées dans le cœur des réacteurs. La probabilité de survenue, sur un réacteur électronucléaire, d'un accident de niveau 5 sur l'échelle internationale de gravité des événements nucléaires a fait l'objet d'une analyse probabiliste (le niveau 5 correspond à l'accident survenu à Three Mile Island en 1979 (Etats Unis) tandis que l'accident de Tchernobyl -- Ukraine, 1986 -- a été classé au niveau 7). Cumulée sur la cinquantaine de tranches en service en France et sur vingt ans, son ordre de grandeur est évalué à 1% (Tanguy 1990). En ce qui concerne le transport de matières radioactives, on recensait en 1986, un trafic annuel d'environ 300 000 colis pour les besoins de l'industrie, de la médecine et de la recherche (Ringot 1986).

Par ailleurs, des accidents peuvent aussi provenir de la perte d'une source radioactive et de sa dissémination dans l'environnement ou la population, comme cela s'est produit à Goiânia (Brésil) (AIEA 1989). Dans ce type d'accident, la nature accidentelle et l'origine radiologique peuvent ne pas être reconnues d'emblée.

Des accidents d'irradiation grave peuvent se produire sur des installations industrielles destinées à l'irradiation de matériaux ou bien encore sur des installations de recherche : ce sont uniquement les travailleurs qui sont exposés dans ces circonstances. Enfin, des accidents d'irradiation peuvent aussi se produire lors de traitements médicaux de patients

par rayonnements, lors d'erreurs de "surdosage". Ces accidents ne rentrent pas dans le cadre de ce guide, car ils touchent, pour l'essentiel, un nombre limité de personnes.

Par contre, le 11 septembre 2001 (attentats du World Trade Center à New York, Etats Unis) a rappelé la nécessité de prendre en considération le risque terroriste comme source possible de catastrophe dans le domaine nucléaire : le crash volontaire d'un avion de grande ligne sur une centrale nucléaire par exemple. La gravité de ce scénario est sans commune mesure avec celle des scénarios envisagés dans le domaine nucléaire en France pour dimensionner les dispositifs de protection de la population (plus de barrière de confinement, plus de mécanismes de sauvegarde, plus de délai d'intervention).

Un autre scénario possible d'attentat terroriste est celui de l'explosion, dans une zone de forte densité humaine, d'une « bombe sale », c'est-à-dire d'une bombe conventionnelle accompagnée de matière radioactive : l'explosion de la bombe provoquerait la diffusion atmosphérique de cette matière, l'exposition d'un grand nombre de personnes et la contamination d'un territoire.

3.2 L'accident de la centrale de Tchernobyl

En avril-mai 1986, la France a été traversée d'est en ouest par le nuage radioactif de la centrale nucléaire accidentée de Tchernobyl, qui a laissé sur son passage des dépôts de radionucléides (césium 137 et iode 131 essentiellement) sur le sol, surtout dans la moitié est, du fait de pluies importantes ayant lessivé le nuage.

Les pays les plus touchés par cette catastrophe ont été le nord de l'Ukraine, le sud de la Biélorussie et l'ouest de la Russie. Le bilan médical et sanitaire de la catastrophe de Tchernobyl faisait l'objet, 15 ans après sa survenue, de nombreuses polémiques, interrogations et déclarations contradictoires, par exemple, sur le nombre de décès qui lui sont attribuables, la survenue de malformations congénitales... (Verger 2002).

Le retard voire l'absence de recueil des informations épidémiologiques pertinentes, les difficultés à produire des résultats épidémiologiques descriptifs, à mettre en œuvre des études épidémiologiques analytiques et à disposer d'évaluations fiables des doses individuelles reçues par les divers groupes de population exposés, ont probablement fortement contribué à cette situation. On ne disposait pas, 15 ans après cette catastrophe, de données validées permettant de connaître précisément l'extension de l'épidémie de cancers la thyroïde, l'une des principales conséquences sur la santé en Biélorussie, Russie et Ukraine (Bard 1997).

3.3 Le retour d'expérience en France des retombées de l'accident de Tchernobyl

En France, la façon dont l'information a été gérée par les pouvoirs publics en avril et mai 1986 et par la suite, a engendré une situation de crise de crédibilité des autorités et du système français d'expertise et de contrôle dans le nucléaire. Cette crise a elle-même entraîné des changements progressifs dans l'organisation de ce système et constitué le catalyseur de la création d'associations d'expertise indépendantes. Plus de 15 ans après, cette crise n'était pas complètement résolue malgré ces changements et les réponses apportées par les pouvoirs publics : une plainte a été déposée en 2001 contre l'Etat Français par une association de malades atteints de cancers de la thyroïde incriminant l'exposition aux retombées de Tchernobyl en France dans la survenue de leur maladie.

La crise de Tchernobyl en France est tout à fait exemplaire de la dissociation importante entre la façon dont le public d'une part et les experts d'autre part, se représentent et perçoivent les risques liés aux rayonnements ionisants. Après le passage du nuage au-dessus de la France, les efforts pour évaluer les conséquences des retombées, en termes de contamination du territoire et de dose individuelle ou collective, n'ont pas été à la hauteur des enjeux de perception des risques dans la communauté française : cartographie imprécise des retombées (contrairement à certains pays pourtant moins contaminés que le nôtre), évaluation des contaminations uniquement chez certains travailleurs des sites nucléaires mais pas en population générale, notamment chez les enfants, pas d'évaluation immédiate des risques de cancer. Le doute est donc encore présent plus de 15 ans après dans l'esprit du public, sur l'existence de zones fortement contaminées dans lesquelles des mesures de protection auraient pu ou dû être prises au moment de l'accident.

Les pouvoirs publics ont fait appel à l'épidémiologie, sous la pression d'une demande sociale encore forte en 2001, pour répondre à la question du lien potentiel entre l'augmentation des cancers de la thyroïde observée en France et les retombées de l'accident de Tchernobyl (INVS-IPSN 2001 ; Verger 2003b). L'expérience de l'accident de Tchernobyl a montré que l'information du public constitue un point crucial de la gestion d'une catastrophe et justifie ainsi la mise en œuvre rapide de recueils fiables d'informations.

3.4 Méthodologie d'évaluation

La catastrophe de Tchernobyl, exceptionnelle par son ampleur, l'importance de l'espace touché et la durée de la pollution engendrée, l'est aussi par la diversité des effets attendus et des questions sanitaires posées (Bard 1997 ; Verger 2002). L'évaluation des conséquences d'un accident nucléaire en France conduirait, en toute hypothèse, à une problématique

similaire et se heurterait à l'absence, dans les zones touchées, de système d'information permettant d'évaluer l'évolution de l'ensemble des paramètres de santé pertinent avant et après l'événement. Le cas le plus flagrant est celui des registres de cancers qui couvrent une partie limitée de la population en France (INVS-IPSN 2001).

L'évaluation des effets à long terme, tels que les cancers, nécessite la mise en œuvre d'études de cohorte sur plusieurs années à plusieurs dizaines d'années : celles-ci sont cependant tributaires de la complétude et de la qualité des informations recueillies tout de suite après la catastrophe ce qui ne peut être fait sans un effort de préparation (Verger 1995a).

En effet, en dépit des moyens nombreux de mesure et d'évaluation des expositions environnementales et des doses des individus, la reconstruction des doses individuelles est complexe. Certaines données ne sont récupérables que dans des temps très brefs (produits à demi-vie courte) et peuvent être définitivement perdues lorsque les dispositifs d'évaluation sont mis en place tardivement.

De plus, l'identification et le recensement des personnes exposées à la catastrophe dans les territoires les plus contaminés posent un vrai problème. Ceci n'a pas été fait dans les suites immédiates de l'accident dans les pays les plus exposés (Biélorussie, Nord de l'Ukraine, Ouest de la Russie) et s'est avéré impossible ensuite en raison des mouvements importants de population consécutifs à la contamination des territoires. Le problème s'est posé à l'identique pour les travailleurs, dit les "liquidateurs", qui ont été appelés pour nettoyer les sites les plus contaminés dans les deux ans après la catastrophe.

Enfin, une des principales difficultés en terme de planification (qu'il s'agisse des mesures de protection ou de la mise en place de dispositifs d'évaluation) reste que l'on ne sait pas quels seraient les comportements du public et des différents acteurs, intervenants compris. Des travaux sociologiques ont montré que les acteurs qui seraient les plus impliqués dans la gestion d'une crise nucléaire en France (urgentistes) ne se représentent pas une situation d'accident nucléaire (Decrops 1998). La recherche sur les comportements des populations en situation de crise dans ce domaine est très peu développée.

4 Attentats terroristes et autres événements collectifs

Ces vingt dernières années, la France a été frappée par deux vagues d'attentats terroristes : une première fois entre 1982 et 1987 (20 attentats à la bombe et un mitraillage) et une seconde entre 1995 et 1996. L'impact sanitaire des attentats peut sembler évident. Cependant peu d'études permettent de fournir une vue d'ensemble des conséquences somatiques, psychologiques et sociales pouvant exister à court ou long terme.

En 1988, une étude épidémiologique avait été mise en œuvre auprès des victimes, avec le soutien d'une équipe de l'INSERM, à la demande d'une association de victimes (Abenheim 1992). La description des problèmes de santé au sein de cette population avait alors permis de mesurer l'ampleur des problèmes de santé publique posés par la menace terroriste. Cela avait contribué à l'ensemble des décisions législatives et réglementaires qui ont permis de mieux répondre aux besoins des victimes. L'étude épidémiologique avait aussi joué un rôle dans l'élaboration des règles d'indemnisation. Elle avait révélé l'importance, en fréquence et en gravité, des problèmes psychologiques qui étaient jusque là méconnus, notamment les états de stress post-traumatiques. Mais elle n'avait pas permis d'explorer les facteurs psychologiques individuels prédisposant au développement d'un état de stress post-traumatique (ESPT) parmi les victimes d'attentats terroristes.

Quinze ans après, le contexte est bien différent. De nombreux progrès ont été obtenus et notre société est mieux organisée pour prendre en charge les victimes. Cependant, de nombreux problèmes restent en suspens. En particulier, comme lors de catastrophes collectives, les besoins de soins psychologiques restent mal cernés et font l'objet d'initiatives nombreuses mais peu coordonnées et peu structurées dans la durée. De même, beaucoup d'éléments permettant d'apprécier le retentissement sanitaire à moyen et long terme restent manquants.

D'autres événements collectifs sont susceptibles de se produire en France qui n'impliquent ni une origine industrielle ni une origine naturelle : il peut s'agir de prises d'otages, de phénomènes de foule, ou bien encore d'accidents tels que celui du stade de Furiani – effondrement de gradins dans un stade, survenu en Corse le 5 mai 1992 -, d'incendies dans des immeubles collectifs... Ces événements peuvent entraîner de très lourdes pertes humaines, s'accompagner de très nombreux blessés et avoir un impact psychique important pour les victimes et leurs proches.

5 Conclusion

Les situations de catastrophe ou de traumatisme collectif qui touchent le territoire français sont très diverses : il peut s'agir de catastrophes naturelles, le plus souvent des inondations, de catastrophes chimiques ou nucléaires et d'autres types d'événements tels que des attentats ou des phénomènes de foule.

Les effets sanitaires de ces événements sont extrêmement divers, mais ils comportent tous une composante commune : des effets psychosociaux importants, lesquels posent un véritable problème de santé publique dans ces circonstances, nécessitant une réponse appropriée et pouvant constituer un obstacle à un retour à la vie normale après la catastrophe.

Un autre point commun à l'ensemble des événements qui viennent d'être passés en revue est le rôle crucial de l'information pour toutes les composantes de la société et de la communauté touchée mais particulièrement dans la prise de décision et dans la connaissance des phénomènes en jeu. Les études épidémiologiques qui ont été mises en œuvre en France ou dans le monde à la suite de catastrophes ont souvent permis d'apporter des informations à contenu décisionnel, utiles pour gérer les conséquences de ces catastrophes et améliorer les connaissances dans divers domaines de la santé publique. Cependant, l'épidémiologie de catastrophe reste peu développée en France, ne constituant pas une branche de l'épidémiologie à part entière, peut-être en raison du scepticisme des chercheurs et des pouvoirs publics à l'égard de ce type de démarche.

Le retour d'expérience montre en effet les difficultés de la mise en place des investigations épidémiologiques dans un contexte de catastrophe et la fragilité des observations qui peut en découler. Si, compte-tenu de la fréquence des catastrophes environnementales et de leur impact sur les communautés touchées, l'on veut faire entrer ces événements dans le champ de la santé publique, il est essentiel de conduire, à froid, une réflexion sur la place de l'épidémiologie et sur les stratégies d'évaluation dans un contexte de catastrophe. C'est l'objectif général de ce guide dont la vocation est d'aider les épidémiologistes et les professionnels de santé publique à se préparer à ce type d'évaluations et à les mettre en œuvre.

Chapitre 2. Etat des connaissances sur les dangers associés aux catastrophes

Ce chapitre présente un état des connaissances sur les conséquences sanitaires associées à des catastrophes mettant en jeu différents types de risque (chimique, d'explosion, radiologique, naturel). Dans les 2 derniers paragraphes de ce chapitre sont également abordés des aspects communs à différents types de catastrophe : les conséquences psychologiques post-traumatiques et les risques sociaux.

1 Risques chimiques

Trois principaux types de scénarios d'accident peuvent être à l'origine d'un risque chimique pour les populations exposées : la fuite intempestive d'un toxique, l'incendie et l'explosion.

1.1 Accidents chimiques et enjeux sanitaires

Quel que soit le scénario accidentel envisagé, le problème est celui de la diffusion accidentelle de toxiques dans l'environnement et la contamination des différents milieux : air, eau et sols.

Une fois libéré(s), le ou les toxiques chimiques se répandent sur une certaine surface (ou dans un certain volume) en fonction, d'une part, de ses propriétés physico-chimiques et, d'autre part, des conditions météorologiques et de la morphologie de la zone de dispersion. Au cours de sa dispersion dans l'environnement, ces substances peuvent être à l'origine de deux types d'exposition pour la population : une exposition directe des personnes (par inhalation par exemple) et une exposition indirecte, le plus souvent retardée (par ingestion de denrées alimentaires contaminées à la suite de dépôts sur les sols).

L'exposition directe se traduit par un contact direct des personnes exposées (populations riveraines, services de secours, ...) avec le toxique le plus souvent dans les minutes ou heures suivant l'accident. Elle peut éventuellement entraîner une réaction physiologique de l'organisme par contact avec la peau et les muqueuses (syndromes allergiques, irritation des muqueuses...) ; les substances peuvent ensuite être absorbées par les poumons, la peau et éventuellement par la voie digestive (ingestion ou bien déglutition secondaire de produits

inhalés) ; il s'agit là d'une exposition que l'on peut considérer également comme « aiguë » ou « sub-aiguë » puisqu'elle intervient dans un laps de temps réduit.

L'exposition indirecte se traduit par un transfert de contamination dans les milieux qui dépend en grande partie des caractéristiques physico-chimiques du toxique considéré déterminant sa persistance dans l'environnement. Les transferts peuvent entraîner une exposition secondaire à de plus grandes distances que la zone directement exposée lors de l'accident. Il s'agit par exemple de la contamination de la chaîne alimentaire (la plus souvent évoquée), de la contamination hydrique, ou même du transport du toxique par les vêtements portés par les personnes exposées.

1.2 Effets des substances chimiques sur la santé

Les effets sanitaires (dangers) observables ou attendus parmi les populations exposées sont fonction de plusieurs paramètres : ils dépendent de la substance considérée, de la durée d'exposition, de la voie d'absorption dans l'organisme, de la dose et des susceptibilités individuelles (âge, prédisposition génétique, maladie sous-jacente).

1.2.1 Principaux types d'effets sanitaires

La dose d'exposition (ou intensité de l'exposition) représente la quantité de substance que l'organisme assimile à la suite d'une exposition à un toxique dans un milieu donné. Les effets d'une substance chimique dépendent de la dose absorbée par l'organisme. La toxicité d'une substance chimique est rarement exclusive par rapport à un type d'effet et des effets spécifiques surviennent donc pour des durées et pour des niveaux d'exposition différents. De manière générale, les caractéristiques toxicologiques des substances chimiques sont regroupées en 4 familles d'effets : les effets systémiques (non-cancérogènes), les effets cancérogènes, les effets sur la reproduction et le développement et les effets génotoxiques.

Les effets sont dits déterministes lorsque l'on considère que la gravité de l'effet est directement liée à la dose d'exposition. En principe, les effets déterministes ne sont observés qu'au-dessus de certains niveaux de dose (seuils) qui varient selon les substances et les organes touchés. Le tableau suivant (Tableau 1) illustre, pour le benzène, des relations dose-effet observées dans la littérature pour ce type d'effets et ce, en fonction de la durée de l'exposition (INERIS 2003).

Tableau 1 : Présentation de certains effets à seuil pour le benzène

| Type d'exposition | Dose d'exposition | Durée de l'exposition | Type d'effet |
|-------------------|------------------------------------|--|--|
| Aiguë | 2000 ppm (6498 mg/m ³) | 5 à 10 minutes | Issue fatale |
| | 176 mg/kg de poids corporel | Non précisé | Issue fatale (dose orale) |
| | Plus de 300 ppm | Non précisé | Excitation nerveuse suivie de dépression, céphalées vertiges insomnies, nausées, fatigue |
| | 60 ppm | 3 semaines | Irritations cutanées, dyspnées |
| | 60 ppm | Moins de 48 heures | Leucopénie, anémie, thrombocytopénie |
| | hommes : 33 ppm femmes : 59 ppm | Plus de 1 an | Irritations des muqueuses nasales et de la gorge |
| Chronique | Plus de 100 ppm | Plusieurs mois à plusieurs années | Effets hématologiques sévères (pancytopénie, anémie aplasique) |
| | Entre 210 et 640 ppm | 4 mois à 15 ans | Pancytopénie |
| | Entre 210 et 650 ppm | 1 an à 15 ans | Préleucémie, leucémie aiguë |
| | Entre 34,5 et 135 ppm | Expositions répétées de 8 heures | Diminution des leucocytes |
| | Entre 2 et 35 ppm | Entre 1 mois et 20 ans | Diminution du nombre d'érythrocytes |
| | 32 ppm Entre 3,2 et 20 ppm | Une à plusieurs années Une à plusieurs années | Anémie Leucopénie |

Sources : INERIS⁷, décembre 2000, ATSDR⁸, septembre 1997 / Ici 1 ppm benzène = 3,25 mg benzène /m³

Toutefois, il existe un autre type d'effet, dit stochastique pour lequel c'est la probabilité de survenue de l'effet qui est fonction de la dose d'exposition et non sa gravité. En général, les effets stochastiques sont aussi des effets dits « sans seuils » : même de très faibles doses sont associées à une probabilité non nulle d'un effet. Typiquement, il s'agit des effets cancérigènes. Cependant, ces faibles à très faibles doses correspondent à un domaine d'incertitude sur l'existence même des risques et sur la forme des relations dose-effet. Pour reprendre l'exemple du benzène, celui-ci est considéré comme cancérigène certain pour l'homme (CIRC 1987) et plus particulièrement leucémogène. Pour cet effet, les instances

⁷ INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (<http://www.ineris.com>)

⁸ ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US) (<http://www.atsdr.cdc.gov>)

internationales décrivent différentes relations dose-effet qui expriment un excès de risque de survenue de la pathologie (probabilité) en fonction d'une unité de dose ou de concentration dans un milieu donné (ATSDR 1997 ; INERIS 2000).

A partir de ces relations dose-effet, des valeurs toxicologiques de référence sont ensuite établies pour la protection de la santé en milieu professionnel (valeurs limites et moyennes d'exposition) ou bien lors d'expositions environnementales, vis-à-vis du public.

1.2.2 Paramètres déterminants des effets sanitaires

Afin d'identifier les effets associés à une substance chimique pour un niveau d'exposition donné (relation dose-effet), il est nécessaire de connaître :

- la toxicité spécifique de la substance ou de ses composés ;
- la nature de l'émission (forme chimique de la substance dans l'environnement) ;
- les modalités d'absorption de la substance par la population exposée ;
- la durée de l'exposition.

1.2.3 Toxicité spécifique d'une substance ou de ses composés

Les dangers sont tout d'abord liés à la substance elle-même (ou famille de composés) qui possède des caractéristiques toxicologiques spécifiques. Par exemple, en ce qui concerne la famille des dioxines et des furannes (polychloro-dibenzo-para-dioxines et polychloro-dibenzo-furannes), soit 210 composés organochlorés, seulement 17 isomères sont considérés comme actifs, leurs effets et mécanismes toxiques sont similaires en nature mais l'intensité de la toxicité est différente pour chacun d'entre eux. La toxicité de ces composés se traduit de manière générale par divers symptômes tels que des effets cutanés (chloracnée), des atteintes hépatiques, des altérations de la fonction immunitaire, des atteintes à la fonction de reproduction. Le plus toxique est la 2,3,7,8-tetrachloro-dibenzo-para-dioxine (2,3,7,8-TCDD ou dioxine de Seveso) également considérée comme cancérigène certain pour l'Homme (CIRC 1997 ; Bard 1997 ; SFSP 1999).

1.2.3.1 Toxicité liée à la forme de la substance

Les effets sanitaires d'une même substance peuvent également être différents en fonction de la nature de l'émission : substance émise sous forme de gaz, de liquide ou de projections solides.

Le mercure, par exemple, se décompose suivant deux grandes familles : le mercure métallique (ou inorganique) et le mercure organique. La toxicité du mercure est cependant variable selon ses différentes formes chimiques. Le mercure inorganique, sous forme liquide, est peu toxique car très peu absorbé par voie orale (élimination par voie naturelle à plus de 99 %) ; sous forme de vapeur il peut être responsable de diarrhées, vomissements et de toux ; sous forme ionisée, il peut être responsable de phénomènes inflammatoires et de troubles de la fonction rénale. Le mercure organique est facilement absorbable et assimilable par les organismes vivants dans lesquels il s'accumule ; il s'agit de la forme la plus toxique du mercure qui est responsable de troubles sensoriels et de troubles nerveux (pollution de Minamata) (Miquel 2000 ; Miquel 2003).

Parmi les gaz, vapeurs, suspensions et aérosols, de grandes familles sont plus particulièrement identifiables par rapport à leurs effets toxiques propres :

- les gaz irritants (provoquant une gêne respiratoire modérée et transitoire), suffocants et/ou asphyxiants, (provoquant une altération importante de la fonction respiratoire) et caustiques, corrosifs, vésicants (provoquant une brûlure chimique de l'arbre respiratoire) tels que le chlore, l'ammoniac, le phosgène, le phénol, les isocyanates, l'aldéhyde formique, l'anhydride sulfureux ;
- les gaz anoxiants (provoquant une asphyxie par défaut d'oxygène) tels que le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone ;
- les gaz narcotiques (provoquant une altération du fonctionnement des cellules des organes et des troubles généraux en fonction du toxique) tels que le benzène, certains solvants (trichloréthylène) ;
- les gaz à toxicité cellulaire (provoquant des troubles de la conscience ou du comportement) tels que les organophosphorés, l'acide cyanhydrique, l'hydrogène arsénié, le dinitrophénol ;

Dans le cadre d'expositions bien spécifiques, il est également possible d'observer des effets mixtes, par exemple associant irritation, suffocation et des manifestations générales (hydrogène sulfuré, vapeurs nitreuses, etc.). En ce qui concerne l'exposition à des gouttelettes ou particules de substances toxiques, la taille de celles-ci peut également déterminer leur pénétration dans l'organisme et donc leur toxicité.

1.2.3.2 Toxicité liée aux modalités d'absorption

Les voies d'exposition sont classiquement l'inhalation, l'ingestion et le contact cutanéomuqueux chacune d'entre elles déterminant des mécanismes spécifiques d'assimilation du toxique par l'organisme (toxicocinétique) ; la voie transplacentaire peut également être une voie d'exposition non négligeable selon les substances et population étudiées. Suivant la voie d'assimilation étudiée et pour une même substance, les organes cibles peuvent donc être différents, les effets sanitaires de natures diverses et la gravité des effets sanitaires accentuée ou diminuée. Par exemple, chez l'homme, l'absorption d'arsenic est estimée à 30 à 34 % par inhalation et à 95 % par voie orale (INERIS 2002). La voie cutanée est une voie mineure d'absorption. Lors de l'absorption par voie orale, l'arsenic se distribue dans tous les organes et il n'y a pas d'organe cible particulier. En revanche, si l'intoxication par voie orale est aiguë, les taux les plus importants sont retrouvés dans le foie et le rein. Pour le cadmium, les deux principales voies d'absorption sont là aussi l'inhalation et l'ingestion : par inhalation, 25 % de la quantité inhalée est absorbée contre 5 % en ce qui concerne la voie digestive (INERIS 2000). Pour cette dernière voie, le taux d'absorption est directement lié à la forme chimique du cadmium et il est important de noter qu'il peut également augmenter si le sujet exposé présente des carences alimentaires en calcium, fer ou protéines. Pour le benzène, le taux d'absorption par inhalation est de 50 % (voie d'exposition majoritaire) ; par contre, par ingestion, même s'il est facilement assimilable, ce taux n'est pas connu. L'absorption cutanée est possible mais reste une voie d'exposition secondaire (INERIS 2003).

1.2.3.3 Toxicité liée à la durée de l'exposition

La durée et la périodicité de l'exposition au toxique ont une influence sur la toxicité de la substance (et les dangers associés). La toxicité peut être différente si l'exposition est aiguë (exposition instantanée ou allant jusqu'à quelques heures, voire quelques jours), sub-aiguë ou sub-chronique (de quelques jours à quelques mois) ou chronique (plusieurs mois à plusieurs années). Les expositions aiguës sont généralement caractéristiques des expositions professionnelles mais également environnementales pour les populations exposées lors d'un accident industriel ; les effets sanitaires observés dans de telles situations d'exposition sont généralement de nature plus sévère.

Deux catastrophes industrielles chimiques ont marqué l'histoire de ce champ par leur ampleur et les conséquences qui en ont été tirées : l'accident de Seveso (Italie, 1976) et l'accident de Bhopal (Inde, 1984).

1.3 Les principaux événements

1.3.1 Accident majeur de Seveso (Italie, 1976)

1.3.1.1 *Rappel historique*

La ville de Seveso se trouve en Lombardie (région du Nord de l'Italie). Un accident est survenu le 10 juillet 1976 au cœur de l'usine ICMESA (filiale du groupe suisse Hoffmann La Roche) produisant des herbicides et au sein de laquelle un réacteur de fabrication de 2,4,5-trichlorophénol s'est emballé (élévation subite de la température de 126 à 400°C) puis a explosé. La réaction a produit une quantité anormalement importante d'une impureté, normalement présente à l'état de traces dans le produit fabriqué : la tétrachloro-dibenzo-dioxine (ou 2,3,7,8-TCDD).

Sous l'effet de la surpression, la soupape de sécurité du réacteur s'est ouverte permettant aux produits de s'échapper par la cheminée de l'usine. Les experts estiment que la quantité totale de tétrachloro-dibenzo-dioxine émise dans l'environnement était comprise entre 0,5 et 5 kg. Plusieurs jours après, 200 personnes habitant dans les environs proches de l'installation, en particulier des enfants, ont présenté des signes de chloracnée (maladie de la peau), attirant l'attention des médecins. Au bout de quelques jours, cette pathologie fut rapprochée de l'accident qui s'était produit dans l'usine.

Les habitants les plus proches furent évacués, le cheptel abattu et de nombreux bâtiments rasés ; 1800 hectares de terrain furent considérés comme contaminés et la zone montrant la plus forte concentration de dioxine dans le sol (jusqu'à 580 µg/m²) fut clôturée et demeura interdite pendant de nombreuses années. Plus de 37 000 personnes subiront les causes de cet accident ; bien que n'ayant pas causé de morts directes, cet accident a fait naître un débat important sur les risques provoqués par les dioxines, mais aussi sur la réglementation en matière de prévention des risques technologiques (directives européennes "Seveso" et plus récemment "Seveso 2").

1.3.1.2 *Etudes et bilan sanitaire*

De nombreuses études, notamment épidémiologiques, furent menées et certaines sont actuellement encore en cours (études de cohorte). Ces études ont pour principal but de mesurer l'impact de l'exposition aux dioxines émises lors de l'accident parmi la population exposée.

Parmi les différents effets étudiés et en ce qui concerne les conséquences immédiates, seuls les signes de chloracnée furent mis en évidence avec suffisamment de puissance statistique.

En ce qui concerne l'impact sur le long terme, les résultats des études de la mortalité et de la morbidité (jusqu'à 20 ans après l'accident) suggèrent une forte association entre l'exposition des populations à l'accident et un risque accru de cancers du système digestif ainsi que de cancers pulmonaires. Ces études suggèrent également une augmentation significative du nombre de cancers de la thyroïde, de cancers de la plèvre ainsi que de sarcomes des tissus mous, même parmi les populations les moins exposées.

D'autres effets de nature non-cancérogènes furent également observés tels que des effets cardiovasculaires (vraisemblablement liés à l'exposition chimique mais également à l'expérience stressante vécue par les populations lors de l'accident), des effets endocrinologiques (sur-incidence de diabète chez les femmes) et des effets tératogènes (Pesatori 2003).

D'autres études ont également été menées (jusqu'à 25 ans après la catastrophe) sur la concentration résiduelle en TCDD et d'autres résidus de pesticides dans le lait maternel de femmes résidant à Seveso et dans le centre de Milan ainsi que dans la commune rurale de Lombardie. Elles relèvent que les teneurs mesurées dans les prélèvements effectués sur Seveso restent à ce jour environ deux fois supérieures à ceux observés chez des femmes résidant à Milan. Ces constatations soulèvent le problème d'une contamination probable de la descendance des populations exposées lors de la catastrophe (Weiss 2003).

1.3.2 Accident majeur de Bhopal (Inde, 1984)

1.3.2.1 *Rappel historique*

Bhopal (capitale de l'état du Madhya Pradesh en Inde) se situe presque au centre de la péninsule indienne avec une population avoisinant 1 million d'habitants. La population de cette ville industrielle est majoritairement composée d'ouvriers qui résident autour des sites industriels.

L'accident impliquait des installations de la compagnie américaine Union Carbide (usine de fabrication de pesticides) installées depuis 1969 sur ce site.

Le 2 décembre 1984, peu après minuit, une infiltration d'une grande quantité d'eau dans un réservoir de méthylisocyanate (composé volatil, inflammable et explosif) provoque une élévation rapide de la température et de la pression ; une réaction chimique explosive est alors initiée. Une heure plus tard la structure du réservoir se met à trembler puis explose, laissant s'échapper une trentaine de tonnes de méthylisocyanate et de sous-produits formés lors de la réaction (présence probable de phosgène et autres sous produits chlorés). Le nuage toxique libéré se répand dans l'atmosphère sur plus de 40 km², provoquant ainsi l'intoxication des populations se trouvant sous le vent.

La majorité des victimes est décédée dans son sommeil, celles sortant au dehors pour s'enfuir s'exposant encore plus. Dans les heures qui ont suivi la catastrophe, la confusion a régné dans les systèmes de secours devant le grand nombre de victimes et à cause de leur incapacité à gérer une crise de cette ampleur. Cette confusion a été renforcée par le fait que les polluants en cause n'ont pas été correctement identifiés à la suite de l'explosion, les autorités locales pensant que seul du méthylisocyanate avait été relâché.

1.3.2.2 Etudes et bilan sanitaire

De nombreuses études épidémiologiques ont été menées consécutivement à cet accident pour investiguer les conséquences sanitaires à court et long terme ; celles-ci s'attachèrent dans un premier temps à décrire les phénomènes d'irritations oculaires, cutanées et respiratoires de nature aiguë rencontrées en population. Les résultats des études de cohorte confirmèrent la rémanence de ces troubles irritatifs dans le temps, de même que la survenue, à plus long terme, de troubles neurologiques, neuro-comportementaux, tératogènes, psychologiques et respiratoires (sur-incidence de troubles respiratoires et diminution de la fonction respiratoire particulièrement marquée chez les survivants les plus exposés) (Cullinan 1997 ; Beckett 1998 ; Dhara 2002a ; Dhara 2002b). Il est probable que les explosions industrielles les plus meurtrières se produisent dans les pays en développement. Mais le bilan détaillé de ces accidents est rarement retrouvé dans la littérature scientifique. En 1984, à San Juanico (Mexique), l'explosion d'une usine de la Pemex State Oil Company a soufflé 54 cylindres et sphères de stockage de 11 000 m³ de propane et butane. L'explosion a fait 500 morts et 1 000 blessés mais environ 1 200 personnes sont portées « disparues » (Arturson 1987).

1.3.3 La contamination de la baie de Minamata : catastrophe environnementale (Japon, 1932-1957)

1.3.3.1 *Rappel historique*

La catastrophe de Minamata n'est pas un accident industriel chimique tels que ceux présentés précédemment, mais plutôt une catastrophe environnementale induite par une source de pollution chronique.

La firme CHISSO Corporation possédait depuis 1907, dans la périphérie de la baie de Minamata (sud du Japon), un complexe industriel pétrochimique de production de chlorure de vinyle et d'acétaldéhyde ; dès 1932, le mercure fut utilisé comme catalyseur dans leurs procédés de fabrication et les effluents liquides de ces installations étaient rejetés dans la baie de Minamata : entre 1932 et 1968, la firme y aurait déversé environ 27 tonnes de composés mercuriels.

Bien que le mercure rejeté soit sous forme inorganique (oxyde de mercure), peu biodisponible et peu toxique, la condensation, la salinité et l'activité bactérienne des micro-organismes marins (phytoplancton) ont transformé le mercure en une forme organique (méthylmercure), très biodisponible et très toxique.

D'un point de vue environnemental, les analyses de vase opérées dans la baie ont révélé des concentrations de mercure dans les sédiments pouvant atteindre plus de 2 g/kg, en majorité sous forme organique et de 0,15 gramme de méthylmercure par kg de poids sec. Les concentrations maximales de mercure dans les coquillages et les poissons ont atteint respectivement 179 mg/kg de poids sec (norme OMS 2,5 mg/kg de poids sec) et 23 mg/kg de poids frais (norme OMS 0,5 mg/kg de poids frais) (Miquel 2001). En effet, un phénomène de bioamplification (concentrations successives) a amplifié le risque, puisque les concentrations dans les poissons étaient 100 000 fois plus fortes que la concentration dans l'eau de mer.

D'un point de vue sanitaire, ces résultats laissaient pressentir une catastrophe réelle puisque le poisson est un aliment particulièrement consommé au Japon et plus particulièrement dans cette zone géographique caractéristique d'une forte activité de pêche (Chapman 2000).

Dans les années 50, une épidémie mystérieuse s'est produite dans la périphérie de la baie ; les troubles affectaient plus particulièrement les familles de pêcheurs (malformations de nouveau-nés, dysfonctionnements du système nerveux) et les animaux domestiques (chats atteints de convulsions, se jetant dans la mer du haut des falaises). Les concentrations de mercure dans les cheveux des malades pouvaient atteindre 705 µg/kg (pour une norme

OMS de 10) (Miquel 2001) ; la concentration chez l'homme était environ 500 000 fois plus élevée que dans l'eau de la baie compte tenu de la chaîne trophique. Dans un premier temps et malgré l'intervention de plusieurs chercheurs, la firme a nié toute imputabilité de son activité dans cette épidémie puis, en 1968, elle l'a arrêtée et adoptée, sous la pression, une nouvelle méthode de production plus moderne et sans utilisation de mercure.

Le lien entre l'épidémie et la présence de mercure étant finalement établi, la pêche fut interdite pendant plus de quarante ans et des opérations gigantesques de dragage furent menées afin de retirer environ 1,5 million de m³ de sédiments. Les concentrations dans les milieux ont graduellement diminué depuis (Miquel 2001).

1.3.3.2 *Etudes et bilan sanitaire*

Les principaux symptômes et signes de cette épidémie étaient les suivants (en % des personnes malades) : restriction du champ visuel (100 %), troubles de la sensibilité (100 %), ataxie (manque de coordination des gestes) (93 %), altération de la parole (88 %), altération de l'audition (85 %), altération de la marche (82 %), tremblements (76 %), troubles mentaux légers (71 %). Les personnes avec une forte teneur en mercure dans le sang présentaient également des anomalies chromosomiques ; des malformations de nouveau-nés furent observées (Miquel 2001) ; ces dernières ont par ailleurs été largement associées aux intoxications mercurielles (Watanabe 1996) de même que les atteintes du développement neuro-comportemental chez les enfants (Myers 1998 ; Myers 2000 ; Faustman 2002).

Le retour d'expérience de cette catastrophe a souligné plusieurs difficultés dans l'évaluation des impacts sanitaires de la catastrophe :

- la latence des pathologies, liée à la dose et à la durée de l'exposition (Weiss 2002) soulève les limites de l'utilisation de certains types d'études épidémiologiques et oriente vers d'autres méthodes d'investigation telles que l'évaluation des risques, lorsque les connaissances scientifiques le permettent (Grandjean 1996) ;
- l'importance, lors de l'estimation des expositions des populations, des spécificités locales, telles que les habitudes alimentaires des personnes exposées (Chapman 2000).

Officiellement, l'épidémie aurait causé au moins 48 morts, 158 invalides incapables de subvenir seuls à leurs besoins et 1742 victimes (Miquel 2001).

2 Risques d'explosions, blast

2.1 Généralités

Les effets sanitaires des explosions ont été initialement décrits par la médecine militaire. C'est au cours de la seconde guerre mondiale que les traumatismes liés au souffle d'explosions de forte puissance ont été particulièrement étudiés par les auteurs anglo-saxons sous le nom de « blast injury », ce qui est à l'origine du terme de blast.

L'effet de souffle (qu'Ambroise Paré décrivait déjà au XV^{ème} siècle sous le terme de « vent du boulet ») est le phénomène qui explique l'ensemble des lésions anatomiques et des syndromes cliniques présentés par un organisme vivant exposé à une modification brutale du niveau de pression consécutive à une explosion. Ces lésions peuvent être associées à d'autres atteintes traumatiques, mais également se manifester sous la forme d'un tableau clinique trompeur de « blessé sans blessure ».

On distingue 3 mécanismes lésionnels :

- 1- Le blast primaire qui résulte directement de la variation brutale de la pression atmosphérique constituant l'onde de choc ;
- 2- Le blast secondaire lié à la projection d'objets mis en mouvement par l'onde de surpression ;
- 3- Le blast tertiaire consécutif à la projection de la victime contre une structure environnante.

A ces 3 principaux mécanismes s'ajoutent pour certains auteurs le blast quaternaire constitué par les brûlures, l'inhalation de fumées d'incendie ou l'irradiation éventuellement consécutives à l'explosion. Les effets liés à d'éventuelles expositions chimiques ou radioactives sont traités dans d'autres chapitres.

2.1.1 Blast primaire

Les lésions de blast primaire sont dues à la première composante de l'onde de choc : l'onde de surpression « statique » qui se propage concentriquement depuis l'épicentre de l'explosion selon des caractéristiques variant avec la puissance de l'explosion et le milieu où s'effectue la propagation.

Le blast aérien est le plus fréquent. L'onde de surpression y présente un seul pic qui se déplace à la vitesse du son (300 mètres/s). Les principaux paramètres déterminant les lésions du blast sont le gradient de pression et, à un moindre degré, le temps d'ascension de la pression et la durée de pression positive (Rawlins 1978 ; Cudennec 1985). L'amortissement rapide de l'onde de pression en milieu aérien fait que la proximité de la source explosive est un facteur de risque majeur de lésions. Une surface réfléchissante est un facteur d'aggravation des lésions, celles-ci étant plus graves du côté exposé à cette surface (onde réfléchie). Ce phénomène explique la gravité potentielle des explosions survenant dans un espace clos (Leibovici 1996). Le poids du sujet est également un facteur déterminant, les lésions étant d'autant moins graves que le poids de la victime est important.

Dans le cas d'une transmission à travers un milieu liquide ou solide, les lésions sont plus graves que si le milieu est l'air, du fait des vitesses de propagation plus grandes de l'onde et du caractère incompressible des milieux. L'exemple type du blast solide est celui du pied de la victime sautant sur une mine.

Une partie de l'onde de surpression est réfléchiée sur la surface du corps de la victime, une partie est diffractée par glissement et la plus grande partie est absorbée et se propage alors à l'intérieur de l'organisme sous forme d'une onde de surpression responsable des lésions. Les lésions du blast primaire sont la conséquence des variations brutales de la pression à l'intérieur des volumes gazeux enclos de l'organisme, et, à un moindre niveau, de l'accélération brutale appliquée aux tissus et aux organes (risques de compression et d'arrachement).

2.1.2 Blasts secondaire et tertiaire

L'onde de surpression provoquée par l'explosion est suivie immédiatement par une dépression secondaire puis par le déplacement centrifuge d'une grande masse d'air au voisinage du lieu de l'explosion. Les lésions de blast secondaire sont la conséquence de l'impact sur la victime des projections d'objets présents dans l'environnement (pierres, éclats de verre, débris de bâtiments) mis en mouvement par ce déplacement d'air. Il peut aussi s'agir de fragments placés au contact de la charge explosive (éclats de métal, boulons, billes, clous), à l'origine de lésions dites de « polycrissage ».

Les lésions de blast tertiaire sont dues à la projection de la victime contre les structures solides présentes à proximité (sol, murs) induites par ce déplacement d'air.

2.1.3 Blast quaternaire : effets dus aux incendies

Lorsque l'explosion est à l'origine d'un incendie, les victimes sont soumises à deux types d'agressions supplémentaires : les agressions thermiques et toxiques :

- Les agressions thermiques sont constituées par les brûlures provoquées soit directement par les flammes, soit indirectement par conduction (contact avec les matériaux) ou par les fumées (notamment brûlures trachéo-bronchiques par inhalation). La présence de vapeur d'eau augmente l'étendue des lésions.
- Les agressions toxiques sont consécutives à l'inhalation des fumées d'incendie. Les fumées sont des mélanges complexes de particules et de gaz dont le caractère toxique dépend de la nature des matériaux en combustion. Plusieurs milliers de produits peuvent être présents et les effets sont donc divers (effets irritants des muqueuses, lésions pulmonaires, effets neurologiques, cardiovasculaires) (Alarie 2002). La combustion des polymères synthétiques présents dans la plupart des bâtiments, est particulièrement toxique (cf. l'incendie du dancing « le Cinq Sept » ayant fait 146 morts à Saint-Laurent du Pont le 1^{er} novembre 1970).

Les effets aigus graves sont dominés par l'asphyxie combinée aux effets toxiques et aux brûlures. La déplétion en oxygène de l'air ambiant est d'autant plus importante que la surface de l'incendie est étendue et que le feu se développe en atmosphère confinée. L'hypoxie est aggravée par l'intoxication au monoxyde de carbone (CO), produit dégagé constamment lors d'une combustion incomplète. L'exposition aux fumées à distance de l'incendie est responsable d'effets irritatifs principalement respiratoires et oculaires (Hsu 2002). A moyen et long terme, l'exposition aux fumées d'incendie est suspectée d'être un facteur de risque dans la survenue d'asthme et de broncho-pneumopathie chronique obstructive. Une étude cas-témoins parmi les_vétérans de la guerre du Golfe a mis en évidence un risque d'asthme augmenté chez les soldats exposés aux incendies de puits pétroliers, avec une relation dose-effet en fonction de la durée d'exposition (Cow an 2002). Aucun excès de risque significatif de cancer n'a en revanche été mis en évidence à ce jour. Les résultats des études de suivi de pompiers professionnels sont contradictoires et non conclusives (Haas 2003).

2.2 Les principaux types de lésions

Les lésions de blast primaire touchent en priorité les organes comportant des volumes gazeux enclos : l'oreille, le poumon et le larynx, les intestins mais tous les organes pleins peuvent être également concernés. Les conséquences des autres types de blast correspondent à des tableaux divers de polytraumatisme.

2.2.1 Lésions respiratoires

Les lésions pulmonaires sont dues à la transmission de l'onde choc à travers la paroi thoracique, provoquant contusion pulmonaire et rupture de la membrane alvéolo-capillaire. Les ruptures des alvéoles et bronchioles peuvent être à l'origine d'emphysème interstitiel, de pneumo-médiastin ou de pneumothorax. Les ruptures vasculaires peuvent provoquer des hémoptysies ou hémotocèles et contribuent à l'inondation alvéolaire. Des embolies gazeuses peuvent survenir. Le tableau clinique est celui d'un œdème aigu du poumon lésionnel, avec douleur thoracique, dyspnée et cyanose. Le blast pulmonaire engage le pronostic vital immédiat. Il peut également apparaître après une période de latence allant de 6 à 36 heures selon certains auteurs. Le seuil d'apparition des lésions pulmonaires est voisin de 1 bar (10 kilopascals).

Les lésions pharyngées laryngo-trachéales sont des lésions hémorragiques des tissus mous dues à l'impact du squelette cartilagineux. Les seuils lésionnels sont très proches de celui du poumon.

2.2.2 Lésions auditives

Les lésions auditives sont dues à deux types de mécanismes (Cudennec 1985) : le blast auditif et le traumatisme sonore.

Le blast auditif proprement dit est dû à l'exposition de l'oreille à l'onde de surpression. Il peut être responsable de lésions du tympan (hyperhémie, rupture) ou de la chaîne ossiculaire. Les lésions peuvent entraîner des bourdonnements d'oreille (acouphènes), des douleurs (otalgies), une perception exagérée du son (hyperacousie) douloureuse et des vertiges. Les surpressions pour lesquelles on observe des lésions dépassent généralement 10 kilopascal (considéré comme le seuil lésionnel). Des lésions graves s'observent au-delà de 50 kilopascal.

Le traumatisme sonore est dû au bruit impulsif qui suit immédiatement l'onde de surpression. Il atteint les cellules neuro-sensorielles de la cochlée (oreille interne). Si celles-ci sont

détruites, les lésions peuvent être irréversibles, conditionnant le pronostic auditif à long terme. Les lésions surviennent pour des seuils de pression inférieurs à ceux du blast (de l'ordre de 2 kilopascals, ce qui équivaut à une pression acoustique de 160 décibels). La survenue des lésions dépend également des autres paramètres (temps d'ascension, durée de la pression positive, cf. plus haut) et des facteurs de vulnérabilité du sujet. La fragilité cochléaire au bruit s'accroît avec l'âge (notamment au-delà de 50 ans) ; elle peut être due à des affections de nature bactérienne ou virale, traumatique, toxique ou être héréditaire (hypercousie familiale) et s'accroît pour une exposition répétée au bruit.

Des atteintes de l'oreille externe (plaie du pavillon, du conduit auditif externe) peuvent également être observées. Les lésions de blast auditif sont pratiquement toujours symptomatiques (otalgies, acouphènes). En revanche, la proportion de lésions dues au traumatisme sonore qui ne s'accompagnent pas de signes fonctionnels est mal connue.

Les déficits auditifs sont objectivés par l'audiométrie. Toutes les fréquences peuvent être touchées, mais des atteintes isolées de certaines fréquences (scotomes) sont possibles, en particulier des atteintes de la fréquence 4000 Hertz correspondant à la zone de la cochlée la plus fragile. Le traumatisme sonore est susceptible d'être à l'origine de déficits dans les fréquences élevées (6000 et 8000 Hz) associées ou non à des atteintes des fréquences graves (Perez 2000).

2.2.3 Lésions digestives

On observe des lésions de l'intestin grêle dues principalement aux effets directs de l'onde de pression sur les volumes gazeux, des lésions coliques principalement dues à des arrachements. Elles peuvent se traduire par des douleurs abdominales, des hémorragies digestives. Les lésions initiales sont susceptibles d'évoluer secondairement vers la perforation, soit du fait d'une ischémie due à une thrombose localisée, soit par lésion de la muqueuse.

2.2.4 Lésions oculaires

Les traumatismes oculaires comprennent les plaies des paupières, les lésions cornéennes, rétiniennes, les plaies et contusions du globe oculaire. On peut observer des atteintes à type de luxation du cristallin, d'hémorragie du vitré, de décollement rétinien, voire d'éclatement du globe oculaire. A long terme, le décollement rétinien demeure la principale complication. Leur fréquence est élevée. Lors des récents attentats du 11 septembre 2001 contre le World

Trade Center, 26 % des patients admis dans les services d'urgences dans les 12 heures suivant le crash présentaient des atteintes de l'œil (MMWR 2002).

2.2.5 Autres lésions

Les autres blessures et traumatismes sont de type divers, incluant plaies, lésions tendineuses, fractures ouvertes, fracas des membres, pertes de substances osseuses, arrachement de membres (amputations traumatiques), contusions pariétales, contusions d'organes pleins (rate, foie, cœur, cerveau) pouvant engager le pronostic vital.

2.3 Les principaux événements

2.3.1 Attentats aux Royaume-Uni, Israël, Italie

La situation politique en Irlande du Nord a été à l'origine de vagues d'attentats à la bombe, principalement entre 1970 et 1984, faisant de nombreuses victimes civiles et militaires (216 morts parmi les 828 militaires britanniques impliqués) (Mellor 1989). Lors de ces attentats, les traumatismes les plus fréquemment observés ont été les blessures de la tête et du cou (incluant fractures, brûlures, plaies de l'œil et de l'oreille), les fractures et amputations des membres, les traumatismes du tronc alors que les lésions pulmonaires liées au « blast » étaient plus rares (Hill 1979). Les traumatismes observés étaient similaires à la suite de l'attentat à la bombe de la gare Victoria à Londres en 1991 qui fit un mort et 51 blessés (Johnstone 1993).

La situation en Israël est un autre exemple de situation dans laquelle les risques d'attentats persistent et s'intensifient encore aujourd'hui. Leibovici (Leibovici 1996) a fait un bilan de quatre attentats à la bombe en Israël ayant fait 297 victimes et montré la gravité des explosions survenant dans des espaces clos. Le taux de létalité était beaucoup plus élevé (49 %) dans les explosions survenant dans des bus que celui des explosions en plein air (7,8 %). De même, l'incidence des lésions de blast primaire était significativement plus élevée dans les explosions de bus (77,5 % contre 34,2 %) ainsi que le score de gravité des traumatismes.

La vague d'attentats attribuée aux Brigades Rouges en Italie dans les années 1980 a pour exemple l'explosion d'un engin de forte puissance à la gare de Bologne en août 1980. Le bilan immédiat s'est élevé à 73 décès et 291 blessés (Brismar 1982).

2.3.2 Attentats en France

En France, entre 1985 et 1986, 11 attentats à la bombe ont eu lieu à Paris, dont un particulièrement meurtrier rue de Rennes (17 septembre 1986). Parmi les 268 victimes, 13 sont décédés immédiatement et 7 sont décédées à l'hôpital (Rignault 1989), soit un taux de létalité de 8 %.

Plus récemment, une deuxième série d'attentats à la bombe a eu lieu à Paris, dont les plus meurtriers furent celui de la station de RER Saint-Michel (25 juillet 1995) faisant 7 morts et 84 blessés et celui de la station de RER Port-Royal (3 décembre 1996) faisant 110 victimes.

Une étude épidémiologique transversale-rétrospective a été effectuée auprès des victimes de ces attentats adhérentes de l'association S.O.S ATTENTATS dans le but d'évaluer, entre autres, l'impact des lésions physiques et les séquelles causées par les attentats, en termes d'incapacité fonctionnelle et de troubles sensoriels notamment. L'échantillon comptait 196 victimes (Verger 2001a). Cette étude a montré, 2 à 3 années après les événements, d'importantes séquelles physiques, notamment sur le plan esthétique et sensoriel. En effet, un tiers des victimes déclarait en 1998 souffrir d'une atteinte de l'apparence physique entraînant des perturbations dans leur vie relationnelle, y compris avec des proches et la moitié des victimes se plaignait d'une atteinte auditive sévère. Un autre témoin de l'importance des conséquences physiques des attentats est la consommation de médicaments antalgiques et d'anti-inflammatoires qui concernait 23,5 % des victimes au moment de l'enquête. Cette consommation était fortement associée à la gravité de l'atteinte physique initiale.

2.3.3 Attentats aux Etats-Unis : Oklahoma city, World Trade Center

Le 19 avril 1995, un engin explose à Oklahoma City dans un immeuble fédéral (le bâtiment Alfred P. Murrah). Environ 500 personnes travaillaient dans ce bâtiment de 9 étages, qui hébergeait 18 services dont 15 d'agences fédérales américaines. La bombe employée était composée de près de 1800 kg d'ammonitrate et de pétrole. L'immeuble fut soufflé et s'écroula partiellement. Un bilan des traumatismes physiques de cette catastrophe a été dressé en s'appuyant sur plusieurs sources de données : revue des dossiers hospitaliers, enquête auprès de 1800 médecins généralistes et spécialistes, et enquête auprès des employés de toutes les agences localisées dans le bâtiment dans les 2 semaines suivant l'explosion. En définissant une victime comme toute personne exposée soit décédée, soit ayant eu recours à un traitement médical, quel qu'il soit, dans la semaine suivant la catastrophe, un total de 759 victimes a été dénombré. Parmi celles-ci, 167 personnes sont

décédées (22 %), dont la plupart (162) immédiatement, 3 pendant le transport et 2 au bout de 2 jours d'hospitalisation ; 83 survivants furent hospitalisés (11 %) et 509 (67 %) furent traités en ambulatoire. Les traumatismes les plus fréquemment relevés chez les survivants étaient des lésions de blast secondaire : fractures, atteintes des tissus mous, entorses, blessures et traumatismes crâniens, provoquées principalement par les éclats de verre et débris de bâtiments (Mallonee 1996). Les lésions oculaires étaient des plaies palpébrales et parmi les plus sévères, des plaies du globe oculaire, des fractures orbitales et des décollements de rétine (Mines 2000).

Les attentats du World Trade Center du 11 septembre 2001 à New York n'ont pas été des explosions, à proprement parler, puisqu'il s'agissait de crash d'avions délibérément projetés contre les 2 tours. Les décès des quelques 3500 personnes ont été provoqués par l'impact direct, les incendies et l'écroulement des bâtiments. L'extrême hauteur des tours a été à l'origine de forces extraordinaires pulvérisant littéralement les structures. Les lésions observées dans les suites immédiates chez les survivants peuvent cependant être rapprochées des lésions de blast secondaire, tertiaire et quaternaire. Parmi les 790 personnes ayant reçu des soins dans les premières 48 heures, 49 % présentaient des troubles respiratoires dus à l'inhalation de poussières et fumées, 26 % présentaient des lésions oculaires ; 37 % des personnes hospitalisées l'avaient été pour des troubles respiratoires et 19 % pour des brûlures (MMWR 2002).

L'inhalation particulière résultant des incendies persistants a constitué également le principal risque d'exposition des sauveteurs (environ 11 000 pompiers et personnels de santé) qui ont travaillé sur le site dans les jours et semaines qui ont suivi la catastrophe. Dans les six mois suivant le crash, 8 % des sauveteurs très exposés aux fumées, 3 % des modérément exposés et 1 % des peu exposés étaient affectés d'une toux persistante. Parmi ceux dont la toux était qualifiée de sévère, 96 % montraient des signes d'hyperréactivité bronchique (Prezant 2002).

2.3.4 Accidents industriels : Enschede (Pays-Bas)

Parmi la population civile, les travailleurs de l'industrie chimique représentent une population très exposée au risque d'explosion. Une étude rétrospective de tous les accidents mortels dans l'industrie chimique aux Etats-Unis entre 1984 et 1989 (hors les homicides et accidents de la route) a relevé la cause de décès la plus fréquente était les explosions (42 %). Dans ces accidents, des fautes de sécurité étaient relevées dans 73 % des cas (Suruda 1996).

En dehors de l'explosion de l'usine AZF de Toulouse en 2001 déjà citée (cf. chapitre 1), un exemple récent illustre ce risque en Europe :

Le 13 mai 2000, un hangar de stockage contenant 177 tonnes de feux d'artifice a explosé à Enschede (Pays-Bas) en une série de trois explosions successives, suivies d'un incendie. Environ 400 maisons ont été détruites, le bilan humain s'élevant à 22 décès et près de 1000 blessés. Au total 527 personnes ont été prises en charge immédiatement par les structures hospitalières, parmi lesquelles 16 % hospitalisées et 84 % en ambulatoire. Dix patients ont nécessité une intervention chirurgicale immédiate, dont 2 pour anévrisme de l'aorte dû au blast. Les traumatismes les plus sévères, ouverts ou fermés, concernaient le thorax, l'abdomen et le crâne. La majorité des patients ambulatoires a été traitée pour blessures à la tête et aux extrémités (Van Walsum 2001).

3 Risques radiologiques

3.1 Les principaux types d'effets

Les " rayonnements ionisants ", c'est-à-dire ceux dont l'énergie est suffisante pour ioniser la matière qu'ils traversent, peuvent détruire ou modifier les molécules des cellules de l'organisme. Les dommages consécutifs sont de ce fait très variés. Ils peuvent conduire à la mort de la cellule et à la nécrose des tissus quand trop de cellules sont touchées. Ceci se produit aux doses les plus fortes. Si le dommage est faible ou a été suffisamment réparé par les mécanismes de défense de la cellule, celle-ci peut survivre et se reproduire. Mais son matériel génétique peut être atteint, avec des modifications des molécules qui composent l'ADN. Ces mutations peuvent être à l'origine de cancers solides et de leucémies qui surviennent des années après l'exposition. Pour les cellules intervenant dans la reproduction (ovocytes, spermatozoïdes, etc.), les mutations peuvent conduire à des malformations dans la descendance. Ces effets peuvent apparaître pour des doses faibles, avec une probabilité d'autant plus élevée que la dose est forte.

3.1.1 Effets déterministes (fortes doses)

Des effets déterministes surviennent lorsque la dose reçue en un temps bref dépasse un certain seuil. Ce seuil est variable selon l'organe et selon l'individu (tableau 2). La gravité de l'effet dépend de la dose. Les effets peuvent être aigus, graves et entraîner le décès de la

personne irradiée (aplasie médullaire⁹). Il est donc indispensable, lors d'un accident radiologique, de repérer les groupes de population les plus fortement exposés et parmi eux, de « trier » les personnes qui devront être suivies médicalement voire hospitalisées. Les effets aigus relèvent de la médecine d'urgence et des dispositifs existent pour mettre en œuvre les « tris d'irradiés ».

Tableau 2 : Estimation des seuils pour les effets déterministes pour divers organes de l'adulte humain

| Tissu et effet | Equivalent de dose reçue en une exposition unique brève (Gy) |
|--|---|
| Aplasia médullaire (moelle osseuse) | 0,5 |
| Stérilité temporaire (testicules) | 0,15 |
| Stérilité définitive (testicules) | 3,5-6,0 |
| Cataracte avec troubles visuels (cristallin) | 5,0 |

Source : Commission Internationale de Protection Radiologique, Publication 60, 1990

Des effets déterministes peuvent aussi survenir de façon différée comme, par exemple, l'hypothyroïdie ou la cataracte. En cas d'accident radiologique, les troubles relèvent du dépistage car ils doivent être détectés chez les personnes les plus exposées qui n'auraient pas été efficacement protégées, de façon à les traiter, si nécessaire (correction d'une hypothyroïdie par exemple). Les dispositifs existants ne prévoient pas ce type de démarche de dépistage qui pourrait s'avérer indispensable lors d'un accident grave.

3.1.2 Cancers

Leur fréquence après une irradiation augmente avec la dose reçue. Dans le cas d'une irradiation externe sur un temps très court (fort débit de dose), la dose minimale pour laquelle un effet significatif a pu être mis en évidence est de l'ordre de 100 mSv, selon les résultats de l'étude de la mortalité des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki. La significativité de l'excès a été observée à des niveaux plus faibles pour des irradiations in

⁹ Appauvrissement de la moelle osseuse en cellules formatrices des 3 lignées myéloïdes normales érythroblastique (futurs globules rouges), granulocytaire (futurs globules blancs) et mégacaryocytaire (futurs plaquettes).

utero (plage de 5 à 20 mSv). Le délai entre l'exposition et la détection d'excès de cancers varie selon l'organe ou le tissu : 3 à 4 ans pour les leucémies, environ dix ans ou plus pour les tumeurs solides (cancers du colon, du sein, du poumon...). Dans le cas de l'accident de Tchernobyl, un excès important de cancers de la thyroïde a été observé en Biélorussie chez les enfants à partir de la troisième année après l'accident.

Lors d'un accident radiologique, les effets dépendent bien sûr de la quantité totale de radioactivité rejetée dans l'environnement et les organes cibles sont différents selon les types de radionucléides. Par exemple, l'iode 131 se concentre dans la thyroïde.

De multiples scénarios accidentels peuvent être envisagés. Des accidents sont possibles, en France ou dans des pays voisins, sur des réacteurs de production d'électricité, des réacteurs expérimentaux, des installations du cycle du combustible nucléaire ou lors de transports de matières radioactives. Des expositions du public peuvent se produire lors de la perte de sources radioactives (accidents de Goiânia et de Juarez) ou à l'occasion d'actions de malveillance.

La survenue d'un excès de cancers serait fortement redoutée par le public après un rejet de produits radioactifs dans l'environnement ou après une irradiation accidentelle, même si le rejet est limité ou l'irradiation faible. Après un accident radiologique, le dénombrement des cancers dans les différents groupes de population exposés est par conséquent essentiel pour vérifier comment évolue leur fréquence à court et à long termes. Il est évidemment indispensable que ce dénombrement soit fiable. L'intérêt d'un dépistage précoce de tumeurs malignes doit être discuté en fonction du type de tumeur attendu, notamment de son pronostic et de son accessibilité à un dépistage et de la gravité de l'accident.

3.1.3 Effets divers

Plusieurs autres effets sont observés à des doses assez fortes ou simplement suspectés. Les expositions à des doses très élevées (correspondant aux irradiations thérapeutiques) peuvent donner lieu à des fibroses et des radiodermites. Des pathologies associées à des atteintes vasculaires ont aussi été décrites après les bombardements de Hiroshima et Nagasaki.

L'exposition des jeunes enfants à des doses fortes de rayonnements ionisants (doses rencontrées en thérapie) est aussi associée à un risque probabiliste de baisse du quotient intellectuel.

3.1.4 Malformations congénitales

Le risque de malformation dépend de la dose mais aussi de la période après la conception (il est plus fort de la 8^{ème} à la 25^{ème} semaine). Une forte dose de rayonnements ionisants en cours de grossesse peut entraîner un avortement. A des doses plus faibles, des malformations congénitales ont été observées uniquement chez les enfants des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki. Il s'agissait de microcéphalies. Des retards mentaux et des retards de croissance ont aussi été observés chez ces enfants. On notera que, en cas d'irradiation pendant la grossesse, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) estime l'interruption de grossesse injustifiée pour des doses inférieures à 100 mSv (CIPR 1993).

En revanche, des effets héréditaires, c'est-à-dire la transmission d'anomalies radio-induites à la descendance, n'ont pas été observés chez l'homme, notamment chez les survivants des bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki.

3.2 Les principaux événements : Tcheliabinsk, Three Miles Island, Tchernobyl, Goiania, Juarez

3.2.1 Les centrales électronucléaires

Pour produire de l'électricité à partir de l'énergie nucléaire, il faut récupérer, sous forme de chaleur, l'énergie libérée par la fission des atomes. Schématiquement, une centrale nucléaire est constituée 1) d'un cœur contenant le combustible (en général, 80 à 120 tonnes d'oxyde d'uranium pour les réacteurs à eau sous pression) dans lequel a lieu la réaction de fission 2) de circuits transportant la chaleur grâce à un fluide caloporteur, et enfin 3) d'une partie, similaire aux autres installations de production d'électricité, qui transforme cette chaleur en électricité.

Le risque majeur de ces installations est la survenue d'événements pouvant induire soit des augmentations de puissance fortes et brutales soit la perte des systèmes de refroidissement, ce qui provoque la fusion du cœur et entraîne des rejets de produits radioactifs hors de l'installation.

Deux accidents sont survenus dans le passé, l'un à Three Mile Island (1979, Pennsylvanie, Etats-Unis), l'autre à Tchernobyl (1986, Ukraine). Tous deux correspondaient à une fusion plus ou moins importante du cœur du réacteur mais les événements initiateurs étaient différents.

L'accident de Tchernobyl est un accident dit de « criticité » : la réaction nucléaire s'est emballée, c'est-à-dire qu'une augmentation soudaine et exponentielle des réactions de fission s'est produite en quelques secondes, échappant à tout contrôle : elle a entraîné la destruction complète du cœur du réacteur et provoqué un rejet massif de radioactivité directement dans l'environnement. Ce rejet a atteint une hauteur de 2 km et ceci a favorisé la dispersion de substances radioactives sur de longues distances (hémisphère Nord essentiellement). Les modalités de dispersion du nuage radioactif sont complexes, du fait des changements météorologiques durant la période des rejets (IAEA 1991).

Des cartes de contamination ont été établies à partir de mesures environnementales portant sur le césium-137. En Ukraine, Biélorussie et Russie, trois zones géographiques ont été fortement contaminées.

Le principal effet détecté jusqu'à présent est l'augmentation des cancers de la thyroïde initialement observée chez les enfants et les adolescents (Bard 1997) et rapportée pour la première fois en 1990. En Biélorussie, Russie et Ukraine, dans la population des enfants âgés de moins de 15 ans au moment de l'accident, 1 800 cas ont été dénombrés sur la période 1990-1998 (UNSCEAR 2000). Au sein de la population exposée au moment de l'accident, l'extension de l'épidémie de cancers de la thyroïde continue de progresser, en particulier chez les enfants qui avaient moins de 5 ans au moment de l'accident. Suivant les régions, l'excès correspond à une multiplication par 10 à 100 du taux naturel de cancers de la thyroïde de l'enfant chez lequel cette maladie est normalement très rare.

Une association très significative a été observée dans une étude cas-témoins en Biélorussie entre la dose individuelle à la thyroïde due à l'iode 131 et le cancer de la thyroïde chez l'enfant (Astakhova 1998). Un des principaux enjeux de connaissance aujourd'hui est de quantifier le risque de cancer de la thyroïde en fonction du niveau d'exposition à l'iode 131 et de déterminer si d'autres facteurs, notamment la carence en iode, endémique dans les régions touchées, ont pu avoir une influence. Plusieurs études épidémiologiques internationales sont en cours à cette fin. Malheureusement, des incertitudes importantes sur les doses individuelles à la thyroïde existent encore.

L'accident de Three Mile Island est dû à un « défaut de refroidissement » du cœur du réacteur pendant plusieurs heures. C'est un accident thermique sans emballement de la réaction nucléaire. Le cœur a été partiellement détruit. Du fait de la présence d'une enceinte de confinement, une quantité limitée de radioactivité a été rejetée dans l'environnement (iode radioactif essentiellement). La dose individuelle moyenne reçue dans la population vivant dans les 80 km autour du site (un peu plus de 2 millions de personnes) a été estimée à 0,01 mSv et la dose maximale à 1 mSv, c'est-à-dire moins que la dose annuelle due à l'irradiation

naturelle. Néanmoins, 200 000 personnes ont spontanément évacué la région bien qu'aucun ordre d'évacuation n'ait été donné.

Malgré des prédictions de risques quasi nuls, de nombreuses investigations épidémiologiques seront effectuées dans les mois et années suivant l'accident. Un recensement de la population vivant autour du site a d'abord été entrepris puis des études d'impact sur l'issue des grossesses, la mortalité infantile, l'incidence de l'hypothyroïdie néonatale, la morbidité et la mortalité par cancer, le stress et le comportement, les effets psychiatriques et enfin, les conséquences économiques. Une étude a mis en évidence un excès apparent de cancers au voisinage du site mais cet excès n'a pas été confirmé par une autre étude. Il ressort de l'ensemble des études effectuées que cet accident a eu essentiellement un impact important sur l'état psychologique de la population (Verger 1995a).

Un accident s'est également produit sur un réacteur de production de plutonium sur la côte ouest de l'Angleterre, en 1957 (Windscale). Il est dû à un incendie du cœur qui a provoqué un rejet de radioactivité dans l'environnement par une cheminée de 120 mètres de haut (Crick 1984). Le tableau 3 fournit une comparaison de ces trois accidents ainsi que de celui de Kyshtym en 1957.

Tableau 3. Comparaison de différents accidents nucléaires

| Accidents | Type d'installation | Mécanisme de l'accident | Activité rejetée (GBq) | Radionucléides rejetés | Dose collective h.Sv* |
|-------------------------------|--|---------------------------|------------------------|---|-----------------------|
| Kyshtym 1957 | Réservoir de produits de fission de haute activité | Explosion chimique | 740 10 ⁶ | strontium-90 | 2500 |
| Windscale 1957 | Réacteur de production de plutonium | Incendie | 7,4 10 ⁶ | iode-131 polonium-210 césium-137 | 2000 |
| Three Mile Island 1979 | Réacteur industriel PWR | Défaut de refroidissement | 555 | iode-131 | 16-50 |
| Tchernobyl 1986 | Réacteur industriel RBMK | Criticité | 3 700 10 ⁶ | iode-131,132 césium-137,134 strontium-89,90 | 600 000 |

* **h.Sv** : L'homme-Sievert est l'unité de dose collective : celle-ci reflète l'exposition d'un groupe ou d'une population. Elle est calculée en cumulant les doses individuelles reçues ou en multipliant la dose individuelle moyenne par le nombre de personnes exposées dans les groupes ou populations considérés.

3.2.2 Les installations du cycle du combustible

Les installations du « cycle » comportent, en amont des réacteurs, des usines de fabrication de combustible (extraction du minerai et transformation physique et chimique de l'uranium en éléments combustibles). Des risques d'accident existent sur les installations de transformation : ils sont surtout de nature chimique et liés à la présence d'un composé de l'uranium sous forme gazeuse : l'hexafluorure d'uranium (UF₆) qui peut produire, en se décomposant à l'air, de l'acide fluorhydrique, gaz chimiquement très corrosif.

En aval des réacteurs, il existe des installations pour stocker le combustible irradié ou pour le retraiter.

Quatre accidents de criticité lors d'opérations chimiques de retraitement d'uranium enrichi ou de plutonium se sont produits dans le passé (Rodriguez-de- Olivera 1987). Les quantités de substances radioactives en jeu étaient faibles (quelques dizaines de kilogrammes, au maximum) comparées à celles des réacteurs électronucléaires. Les effets mécaniques de ces accidents sont toujours restés négligeables, sans rejet vers l'extérieur des installations. Seuls les travailleurs présents ont été exposés et ont subi une irradiation externe par des rayonnements gamma et des neutrons pendant des temps très courts (quelques minutes) et à des doses très élevées.

Un accident s'est produit en 1957 sur un réservoir de stockage de produits de fission de haute activité, dans le premier complexe nucléaire construit dans le sud de l'Oural (Russie) pour la fabrication du plutonium à des fins militaires (accident de Kyshtym – Tableau 3). Le réservoir insuffisamment refroidi a explosé provoquant le rejet de 740 PBq (20 MCi) dans l'atmosphère et la contamination de plus de 16 000 km² (Akleyev 1994). Un des principaux radionucléides rejeté lors de cet accident est le strontium 90, lequel, après ingestion via la chaîne alimentaire, se fixe dans le tissu osseux irradiant les os – risques de sarcômes – et la moëlle osseuse – risques de leucémies.

Concernant les conséquences sanitaires de l'accident, des affections somatiques (pathologies cardio-vasculaires, troubles respiratoires) ont été observées dans la période initiale chez près de 25 % des sujets résidant dans la zone la plus exposée. La mortalité chez les enfants de 4 ans ou moins résidant dans la zone la plus exposée aurait augmenté. Après un suivi de 30 ans, une mortalité par cancers des tissus lymphatique et hématopoïétique plus élevée chez les sujets de la zone exposée a été observée par comparaison avec ceux d'une zone témoin. Des études épidémiologiques internationales de cohorte rétrospective et cas-témoins ont été entreprises plus de 30 ans après cet événement – resté secret au monde entier jusqu'en 1989 – pour estimer l'impact de l'accident sur l'incidence des leucémies et des sarcômes (Kossenko 2002).

3.2.3 Les accidents lors d'utilisations industrielles (hors nucléaire) et médicales de radioéléments

La perte de sources radioactives provenant de gammagraphes industriels (utilisés par exemple pour l'inspection radiographique de joints ou de soudures) est l'accident le plus fréquent. Mais la perte de sources à usage médical s'est également produite. Deux scénarios sont alors possibles. La source peut être ramassée et conservée par une personne durant quelques heures (par exemple dans la poche) puis signalée et restituée ; elle provoque alors des brûlures localisées. Elle peut également être ramassée puis emportée au domicile où l'irradiation de nombreuses personnes du public pendant de longues durées est alors possible.

Des accidents ont également eu lieu à la suite de la récupération d'appareils de téléthérapie par des ferrailleurs. Ces derniers ont démonté les têtes des appareils renfermant les sources radioactives pour récupérer leurs divers matériaux et ils les ont ainsi mises à nu. Deux accidents importants de ce type ont entraîné une exposition du public : l'accident de Juarez (Mexique, 1984) et celui de Goiânia (Brésil, 1987). Le tableau 4 fournit quelques exemples d'accidents de source qui se sont produits dans le monde.

Tableau 4. Accidents liés à la perte de sources radioactives et ayant entraîné une exposition de la population (Verger 1998)

| Pays (année) | Nb. de Personnes exposées | Nb. de personnes ayant reçu des doses élevées* | Nb. de personnes décédées** | Source radioactive impliquée |
|----------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|
| Mexique (1962) | ? | 5 | 4 | Cobalt-60 |
| Chine (1963) | ? | 6 | 2 | Cobalt-60 |
| Algérie (1978) | 22 | 5 | 1 | Iridium-192 |
| Maroc (1984) | ? | 11 | 8 | Iridium-192 |
| Mexique, Juarez (1984) | ≈ 4000 | 5 | 0 | Cobalt-60 |
| Brésil, Goiânia (1987) | 249 | 50 | 4 | Césium-137 |
| Chine, Xinhou (1992) | ≈ 90 | 12 | 3 | Cobalt-60 |
| Etats Unis, Indiana (1992) | ≈ 90 | 1 | 1 | Iridium-192 |

* personnes exposées à des doses ayant pu entraîner des effets aigus (décès inclus) ou des séquelles

** parmi les personnes ayant reçu des doses élevées

L'accident de Juarez a été découvert de la façon suivante (IAEA 1989). Le 16 janvier 1984 un camion transportant des barres d'acier déclenche un détecteur de rayonnements dans un laboratoire scientifique de Los Alamos (Nouveau Mexique, Etats-Unis). Les investigations

permettent d'établir la présence de cobalt-60 dans les barres d'acier et de remonter à leur origine : une fonderie située au Mexique. Le 21 janvier, la provenance des matériaux contaminés est identifiée : il s'agit d'un dépôt de ferrailles situé dans la ville de Juarez. Celui-ci est fortement contaminé. Une surveillance systématique des routes et des autoroutes par des détecteurs révèle ensuite un camion fortement contaminé dont l'identification permet de remonter à l'origine de la source : un appareil de téléthérapie stocké dans un centre médical. En décembre 1983, l'appareil avait été démonté, transporté chez un ferrailleur et la capsule protégeant la source avait été rompue libérant des pastilles de cobalt-60. Certaines d'entre elles étaient tombées dans le camion utilisé pour le transport et les autres avaient été dispersées dans le dépôt de ferraille lors d'une manipulation à l'aide d'un aimant, se mélangeant ensuite aux débris de ferraille entreposés. Au total, 3200 personnes ont été exposées. La majorité d'entre elles a reçu des doses faibles mais 5 personnes ont reçu des doses de plusieurs Gray. Il n'y a pas eu de décès mais les personnes ayant manipulé la source ou des matériaux contaminés ont souffert de lésions réversibles localisées aux mains.

L'accident de Goiânia s'est produit au Brésil en 1987 (AIEA 1989). Entre le 21 et le 28 Septembre 1987, plusieurs personnes sont hospitalisées à l'hôpital spécialisé des maladies tropicales de Goiânia, ville de 1 million d'habitants dans l'Etat de Goiás. Elles présentent toutes des troubles similaires : vomissements, diarrhée, vertiges et lésions cutanées localisées en divers endroits du corps, selon les personnes. Ces troubles sont d'abord attribués à une maladie parasitaire, fréquente au Brésil. Le 28 Septembre, le médecin responsable du service de vigilance sanitaire de la ville voit se présenter une femme qui lui apporte un sac contenant des débris d'un appareil récupéré dans une clinique désaffectée et une poudre qui émet, aux dires de celle-ci, *une lueur bleue*. Pensant que l'appareil est probablement un appareil à rayons X, il contacte ses collègues de l'hôpital des maladies tropicales. Le département de l'environnement de l'Etat de Goiás est averti et le lendemain, un physicien vient effectuer des mesures dans la cour du service d'hygiène, où le sac a été entreposé depuis la veille. Il constate des niveaux de radioactivité très élevés. Les investigations déclenchées dès lors par les autorités compétentes permettent de remonter à l'origine de la source : il s'agissait d'une source de Césium-137, d'une activité totale de environ 50 TBq (1375 Ci). Elle se trouvait dans un appareil de téléthérapie, laissé à l'abandon dans les locaux d'une clinique désaffectée, depuis 1985. La tête de l'appareil avait été démontée le 10 Septembre 1987 par deux ferrailleurs et la source de césium, sous forme de poudre avait été progressivement séparée de son enveloppe de protection. Cette substance insolite et les fragments de l'appareil qu'elle contamine ont été peu à peu disséminés en plusieurs endroits de la ville ; de nombreuses personnes les ayant

transportés, manipulés ou simplement venues les voir - parents, amis, voisins - ont été contaminées. Au total, plus de 100 000 personnes ont été examinées, 129 ont été très sérieusement contaminées, 50 ont été hospitalisées dont 14 pour insuffisance médullaire et 4 sont décédées, dont une petite fille âgée de 6 ans. Les conséquences économiques et sociales de cet accident ont été dramatiques, pour l'ensemble de la ville de Goiânia, dont 1/1000 de la superficie a été touché, mais aussi pour l'Etat de Goiás : les prix agricoles, les loyers, la valeur des biens immobiliers et des terrains ont chuté ; les habitants de l'ensemble de l'état ont été l'objet d'une véritable discrimination.

4 Risques naturels

Deux grandes catégories de catastrophes naturelles peuvent être distinguées : les événements géologiques (séisme, glissement de terrain, avalanche...) et les événements climatiques (inondation, foudre, tempête, cyclone, incendie de forêts, vague de chaleur ou de froid...) (Tobin 1997). Certains événements, tels que les éruptions volcaniques, sont de forte intensité, sur une période courte. D'autres (vagues de chaleur, cyclones...) sont en général de plus longue durée et ont un délai d'apparition plus long. Ils peuvent apparaître selon des cycles et couvrir des territoires étendus. Enfin certaines catastrophes naturelles peuvent s'accompagner de risques technologiques (Auger 2003). Les conséquences sur la santé de ces catastrophes sont très variables selon les événements. La nature de ces conséquences et leur fréquence dans les différents groupes de population exposés sont rarement étudiées.

4.1 Types d'effets sur la santé

4.1.1 Lésions traumatiques

Les conséquences les plus visibles sont les lésions traumatiques, qui peuvent aller de la simple lacération jusqu'aux traumatismes majeurs nécessitant une intervention chirurgicale. Ces traumatismes peuvent survenir au cours de l'événement ou après sur les lieux de la catastrophe. En effet, des électrocutions, ou des brûlures liées à des explosions de gaz peuvent avoir lieu lorsque les personnes reviennent sur les lieux de la catastrophe.

Tableau 5 : Types d'atteintes physiques liées aux catastrophes naturelles

| Atteintes | |
|-------------|--|
| Court terme | Traumatismes, syndromes d'écrasement de membres, hypothermie ou hyperthermie, morsures animales, électrocutions, brûlures, issues anormales de grossesses, asphyxie, noyades |
| Moyen terme | Maladies cardiovasculaires (infarctus, insuffisance coronarienne, hypertension artérielle), décompensation de maladies chroniques (diabète, maladies rénales, maladies respiratoires), intoxication au CO et par des produits chimiques, infections bactériennes |
| Long terme | Peu connues, maladies découlant de l'exposition aux moisissures et aux produits chimiques, dont certains types de cancer |

Source : Auger, P. et al., Sinistres naturels et accidents technologiques in Environnement et santé publique – Edisem, 2003, p 524

4.1.2 Asphyxie et exposition à des produits toxiques

Des décès par asphyxie liés à la poussière libérée par la catastrophe peuvent survenir. Certaines catastrophes naturelles peuvent entraîner une exposition de la population à des composés chimiques toxiques. Des éruptions volcaniques, par exemple, peuvent s'accompagner d'une exposition de la population aux monoxyde de carbone, sulfure d'hydrogène, dioxyde de soufre, chlorure d'hydrogène, fluorure d'hydrogène... pouvant avoir des conséquences sanitaires importantes. D'autre part, au cours de catastrophes naturelles, des sites industriels peuvent être détruits ou endommagés ce qui peut entraîner des fuites de produits toxiques dans les sols, les cours d'eau ou les nappes phréatiques et provoquer une contamination de la chaîne alimentaire. Selon l'agent chimique en cause, différents organes peuvent être touchés lors de telles expositions (foie, reins, système nerveux...) (Auger 2003).

Enfin, lors de catastrophes impliquant des pannes de courant prolongées (inondations, vagues de froid) des intoxications au monoxyde de carbone peuvent survenir, liées à l'usage d'appareils de chauffage défectueux.

4.1.3 Les catastrophes naturelles responsables d'épidémies

Les catastrophes naturelles peuvent également être à l'origine d'épidémies, bien que cela soit peu fréquent dans les pays développés. Des maladies d'origine hydriques (diarrhées microbiennes, hépatite A, giardiose, leptospirose...) sont à craindre, particulièrement en cas

d'inondation (Campanella 1999). De même, les catastrophes peuvent avoir contraint certains animaux (rats, serpents...) à quitter leur habitat naturel et des morsures sont alors fréquentes (CDC 1993).

4.1.4 Les risques cardiovasculaires liés au stress

Les conséquences sanitaires d'une catastrophe naturelle, comme un tremblement de terre par exemple, ne se limitent pas aux blessures ou traumatismes divers liés aux destructions des logements ou aux accidents de la route, mais incluent parfois des morts soudaines ou des pathologies liées à des problèmes cardiaques. Les situations de stress important pourraient être, en effet, responsables de problèmes cardiovasculaires (infarctus du myocarde, hypertension artérielle...) pouvant entraîner un décès.

Plusieurs études suggèrent une augmentation de la mortalité cardiovasculaire à la suite d'un tremblement de terre (Trichopoulos 1983 ; Kloner 1997 ; Ogawa 2000). Par exemple, dans le cas du tremblement de terre d'Athènes (1981), le nombre moyen de décès quotidiens liés à des maladies cardiovasculaires est passé de 2,6 dans la période précédant le tremblement de terre à 5,4 dans les jours suivants la catastrophe (Trichopoulos 1983).

Certaines études ont montré une relation de type « exposition-effets » entre les risques de troubles cardiovasculaires et l'intensité de l'exposition à la catastrophe ou le niveau de pertes matérielles ou humaines (Armenian 1998).

4.2 Facteurs de risques

4.2.1 Facteurs comportementaux et environnementaux

Les conséquences somatiques des catastrophes naturelles sont fortement associées au degré d'exposition des victimes et à leurs comportements au moment de la catastrophe. Ainsi, lors d'un tremblement de terre, les personnes résidant dans les étages les plus élevés des immeubles présentent davantage de risque de décéder ou de subir des traumatismes que les personnes vivant dans les étages inférieurs ou se trouvant à l'extérieur au moment de la catastrophe (Armenian 1997).

Dans le cas des fortes vagues de chaleur, la mortalité touche davantage les villes, ce, d'autant plus qu'elles sont de grandes taille et éloignées de la mer : la densité de l'habitat et l'activité humaine entraînent l'apparition d'îlots de chaleur et la température nocturne reste élevée (Rooney 1998).

4.2.2 Facteurs individuels

L'âge constitue un facteur de risque de d'hypothermie ou d'hyperthermie lors de fortes variations de la température et de troubles cardio-vasculaires lors de catastrophes générant un stress important (Diaz 2002). L'isolement constitue aussi un facteur de risque lors de catastrophes naturelles (Naughton 2002).

La présence de maladies mentales (schizophrénie, trouble de l'attention, troubles psychiatriques...), l'obésité, l'alcoolisme, la consommation de tranquillisants, de neuroleptiques ou de médicaments à propriétés anticholinergique diminuent les capacités de thermorégulation de l'organisme et constituent donc des facteurs de risque d'hypo ou d'hyperthermie lors de vagues de froid ou de chaleur (Kilbourne 1982 ; Dixit 1997 ; Basu 2002 ; Besancenot 2002).

Enfin, la chaleur peut aggraver une maladie déjà présente ou contribuer à la déclencher : le système cardio-vasculaire est le plus touché, suivi par les voies respiratoires (Besancenot 2002; Tillaut 2003).

4.3 Les principaux événements

4.3.1 Ouragan Floyd – Etats-Unis 1999

Le 16 septembre 1999, La Caroline du Nord a été touchée par l'ouragan Floyd. Inondations, routes coupées et coupures d'électricité ont jalonné le parcours de cet ouragan qui a été responsable de plus de 50 décès.

A la suite de cet évènement, une étude a été réalisée par le Center for Disease Control (CDC) auprès des services d'urgence de 20 hôpitaux de la région comparant les motifs de recours aux urgences la semaine suivant l'ouragan à la même semaine un an avant l'évènement. Les recours aux urgences pour morsures de chien, affections cutanées, diarrhées et asthme étaient significativement plus importants durant la semaine suivant la catastrophe que durant la semaine de référence. De même, 10 cas d'empoisonnement au monoxyde de carbone et 19 cas d'hypothermie ont été notifiés après l'ouragan, alors qu'aucun cas n'était survenu l'année précédente (CDC 2000).

4.3.2 Tremblement de terre – Arménie 1988

Un tremblement de terre d'une amplitude de 6,9 sur l'échelle de Richter a frappé le Nord de l'Arménie le 7 décembre 1988. A la suite de cette catastrophe, le nombre de décès a été estimé à plus de 25 000 et le nombre de blessés à plus de 130 000 ; entre 500 000 et 700 000 personnes ont perdu leur logement.

Une étude de cohorte (Armenian 1997) a mis en évidence certains facteurs de risques de décès ou de traumatismes au cours de ce tremblement de terre : les personnes résidant dans des barres d'immeubles importants ou dans les étages les plus élevés présentaient davantage de risques que les autres, ainsi que les personnes étant à l'intérieur au moment du séisme par rapport à celles se trouvant à l'extérieur. Cette étude a souligné l'importance de repenser les modes de construction (matériaux, architectures...) dans les zones à risque élevé de tremblement de terre. Elle a également souligné le rôle primordial des messages de prévention clairs destinés aux populations exposées à de tels risques (quitter les immeubles, dans la mesure du possible, au moment de la catastrophe ou se rendre dans les étages les moins élevés pour se protéger).

4.3.3 Canicule – France Août 2003

Au cours de l'été 2003, la France a connu une vague de chaleur importante du 8 au 20 août, les températures atteignant jusqu'à 40°C dans certaines grandes villes plusieurs jours de suite. La vague de chaleur a été exceptionnelle par l'importance de l'élévation des températures minimales et maximales, mais aussi par la durée du phénomène.

Cette vague de chaleur a été à l'origine d'une augmentation importante du nombre de décès en France et particulièrement chez les personnes âgées en institution ou à domicile. Le nombre de décès liés à ce phénomène climatique a été estimé à plus de 14 800, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue (Hémon 2003). L'augmentation était de 70 % chez les personnes de 75 ans et plus mais déjà importante dans la classe d'âge 45-74 ans (+ 30 %). Dans toutes les classes d'âge, le ratio de mortalité était de 15 à 20 % plus élevé chez les femmes par rapport aux hommes. La surmortalité a été observée sur la totalité du territoire, cependant son intensité a varié selon les régions : les surmortalités maximales ont été observées en Ile-de-France et dans la région Centre où la mortalité a plus que doublé. Ce bilan, qui place cette canicule parmi les catastrophes sanitaires les plus graves que la France ait connues, a soulevé de nombreuses questions sur l'organisation de la veille et de l'alerte sanitaire en France ainsi que sur la prise en charge des personnes dépendantes et/ou isolées (Hémon 2003a).

5 Risques psychosociaux

Les catastrophes peuvent avoir des répercussions post-traumatiques importantes sur la santé mentale. Les risques sont cependant très variables selon les individus, le degré d'exposition, le type de traumatisme et le type de catastrophe. Du point de vue de leur perception, les catastrophes industrielles se distinguent des catastrophes naturelles. Elles sont davantage perçues comme résultant de « fautes » d'origine humaine avec identification de tiers « coupables » (l'industriel, l'Etat,...). Par ailleurs, elles peuvent ne pas se traduire de façon immédiatement visible pour le public lorsqu'il n'y a pas de témoin de la présence du toxique. L'« information » est alors l'agent stressant initial. L'impact est souvent diffus : les limites géographiques des zones d'exposition sont souvent floues ou difficiles à déterminer dans l'absolu. L'impact peut aussi être chronique et par conséquent faire peser une menace sur le futur. Il n'existe pas toujours de seuil démontré en dessous duquel des effets redoutés ne se produiraient pas. Enfin, des comportements de stigmatisation vis-à-vis des personnes exposées ou dont on pense qu'elles l'ont été, sont fréquents et ont été observés par exemple à Tchernobyl ou encore vis-à-vis des survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki (Pirard 1998).

Il est donc possible que, dans ces situations, la prévalence des troubles, les groupements de symptômes et les facteurs de risque soient différents de ce qui est observé lors de catastrophes d'autres natures. Il semble en particulier que l'état de stress post-traumatique (ESPT) soit moins fréquent lors de catastrophes dites « invisibles » que lors de catastrophes « visibles » (Green 1990b).

En ce qui concerne les accidents radiologiques, on dispose d'études sur l'accident de Three Mile Island surtout (Pirard 1998). Sur le court terme, les études effectuées ont montré l'existence d'effets psychologiques immédiats dans la population exposée, en particulier chez les mères de jeunes enfants, pour lesquelles les effets étaient parfois sévères (épisodes de dépression). Un accroissement de la demande de soins et une augmentation de la consommation de médicaments anxiolytiques, d'alcool ou de tabac ont également été constatés dans les suites de l'accident mais sont à confirmer (Houts 1984). Les études sur le long terme ont mis en évidence des effets psychologiques et psychiatriques plusieurs années après l'accident mais à des niveaux modérés (Baum 1983 ; Dew 1993). Certains facteurs étaient associés à la persistance de niveaux élevés de conséquences psychologiques notamment l'absence de soutien social ou l'existence d'antécédents d'épisodes d'anxiété et de dépression.

5.1 Conséquences post-traumatiques chez l'adulte

Le risque le plus spécifique d'un traumatisme collectif (ou individuel) est l'état de stress post-traumatique (ESPT). Mais d'autres troubles post-traumatiques psychologiques ou psychiatriques peuvent être observés, isolément ou en association avec l'ESPT. Il peut s'agir de dépressions, de troubles anxieux, d'addictions (Kessler 1995). En tout état de cause, la réponse psychique à un traumatisme entraîne un continuum de manifestations allant d'une augmentation de la symptomatologie à des troubles caractérisés.

5.1.1 Le syndrome de stress post-traumatique

5.1.1.1 Historique

En 1884, le concept de névrose post-traumatique a été créé par Oppenheim et Thomsen pour désigner les séquelles psychologiques observées chez les accidentés des chemins de fer ne présentant pas d'anomalies neurologiques observables (Oppenheim). Freud a précisé, en 1918, le rôle des traumatismes dans le développement des troubles mentaux (Freud 1920).

Les différents conflits militaires de l'histoire (guerres mondiales, guerre du Vietnam) ont permis d'avancer dans l'étude des névroses traumatiques et de les rapprocher des manifestations psychopathologiques observées à la suite de catastrophes naturelles ou de traumatismes individuels. Les syndrômes psychotraumatiques, qui naguère étaient sous estimés ou dissimulés, ont pris place peu à peu dans le débat de société. L'action conjuguée des travaux dans ce domaine et des groupes de pressions aboutira à l'intégration en 1980 du stress post-traumatique comme entité autonome au sein de la 3^{ème} édition du manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-III) (APA 1992) et de la classification internationale des maladies (CIM) en 1992.

Le passage du concept de névrose traumatique à l'état de stress post-traumatique souligne ainsi clairement le rôle pathogène du traumatisme par rapport à une éventuelle fragilité névrotique sous-jacente, au moins dans les premières années d'utilisation de cette catégorie (Young 2001).

5.1.1.2 Définitions

La quatrième version du DSM différencie deux syndromes distincts (APA 1994) :

a) L'état de stress aigu

La caractéristique essentielle de l'état de stress aigu est le développement d'une anxiété caractérisée avec des sentiments de torpeur, de réduction de la conscience de l'environnement qui ne sont pas dus aux effets physiologiques d'une substance. Cette perturbation dure un minimum de 2 jours et un maximum de 4 semaines après l'événement traumatisant.

b) L'état de stress post-traumatique (ESPT)

L'ESPT est défini comme un ensemble de réactions pathologiques anxieuses pouvant se développer chez une personne, qu'elle ait vécu, été témoin ou confrontée à un événement psychologiquement traumatisant hors du commun. Le début et la durée des symptômes sont utilisés pour caractériser ce syndrome. On distingue :

- l'ESPT aigu : les symptômes persistent moins de 3 mois ;
- l'ESPT chronique : les symptômes persistent trois mois ou plus ;
- l'ESPT à survenue différée : les symptômes apparaissent dans un délai de six mois au moins après l'événement traumatique.

Plusieurs critères sont définis dans le DSM IV (APA 1994) :

- critère A : La personne doit être exposée à un événement traumatique. Cet événement est variable selon la perception et le vécu ; il peut être une agression, une catastrophe naturelle ou humaine. La caractéristique de l'événement traumatique est sa capacité à provoquer une peur intense, un sentiment de vulnérabilité ou d'horreur.
- critère B : L'événement traumatique est constamment revécu d'une ou de plusieurs façons : souvenirs, rêves, sentiment de détresse ;
- critère C : Les stimuli associés au traumatisme sont évités par le sujet. Ce qui se traduit par des efforts pour éviter les pensées, endroits ou activités associés au traumatisme ;
- critère D : Des symptômes d'hyperactivité neurovégétative (irritabilité, accès de colère, déconcentration, difficulté d'endormissement) non présents avant le traumatisme apparaissent ;
- Critère E : La perturbation (critères B, C, D) dure plus d'un mois.

- Critère F: La perturbation entraîne une souffrance et/ou une altération du fonctionnement social ou professionnel.

5.1.1.3 *Données épidémiologiques sur l'ESPT*

Les études épidémiologiques traitant du risque d'ESPT après un événement traumatique indiquent une fourchette de prévalence très large qui s'étend de 1 à 80 % selon la nature du traumatisme, les populations à risques, les outils de mesure et le design méthodologique utilisés (Ducrocq 2001).

La prévalence sur la vie entière de l'ESPT, définie selon les critères du DSM III Révisé, a été étudiée dans la population générale des Etats-Unis (National Comorbidity Survey, 8 000 sujets environ). Elle a été évaluée à 5 à 6 % chez les hommes et à 10 à 14 % chez les femmes, tous types d'événements traumatiques confondus (Kessler 1995). Une étude récente estime la prévalence de l'ESPT sur la vie entière en France à 1 % chez les hommes et 3 % chez les femmes (Demyttenaere 2004). Les événements traumatiques les plus souvent associés à l'ESPT sont, chez l'homme, le viol, l'exposition aux combats et l'abus sexuel pendant l'enfance ; chez la femme, le viol et l'agression sexuelle (Kessler 1995).

L'étude de l'histoire naturelle de cette psychopathologie montre le plus souvent une rémission rapide des symptômes durant les premiers mois mais l'absence de rémission a aussi été observée au bout de 10 ans chez un peu plus du tiers des individus. La durée moyenne des symptômes a été estimée à 36 mois chez les personnes ayant reçu un traitement et à 64 mois chez celles n'ayant pas été prises en charge (Kessler 1995).

5.1.1.4 *L'ESPT en situation de guerre chez l'adulte*

L'incidence de l'ESPT a été particulièrement étudiée dans les situations militaires. Une étude de Polovina en 1992 durant la guerre de l'ex-Yougoslavie relève des taux élevés d'ESPT (85 %) (Polovina 1992). Une étude américaine chez les vétérans du Vietnam montre une prévalence de l'ESPT de 30 % chez les hommes et de 26 % chez les femmes. Ces études portent et se focalisent essentiellement sur les combattants ou des groupes ayant participé de façon active aux conflits mais pas sur les populations civiles. Sydor et al ont observé un taux de prévalence de l'ESPT de 31 %, 6 mois après les événements, chez des coopérants belges rapatriés du Rwanda (Sydor 1996).

5.1.1.5 *L'ESPT après des catastrophes naturelles ou industrielles chez l'adulte*

L'augmentation de l'incidence de l'ESPT après une catastrophe naturelle a été observée dans de nombreuses études (Smith 1993 ; Green 1994). Elle varie selon les études entre 2 à 50 % (Smith 1993 ; Bromet 1995 ; Kessler 1995).

Dans le cas des catastrophes industrielles, l'exemple de l'accident de Chernobyl met en évidence des prévalences différentes selon les intensités d'exposition et les populations : la prévalence de l'ESPT était estimée à 32 % chez les « liquidateurs » (Tarabina 1996) et entre 48 et 65 % en population générale (Havenaar 1996a ; Havenaar 1996b ; Pirard 1998).

L'hétérogénéité des résultats est vraisemblablement due à des intensités d'exposition variables selon les événements en cause et à des méthodologies d'échantillonnage et d'évaluation différentes selon les études. Les taux d'incidence sont plus élevés dans les évaluations rétrospectives que prospectives et dépendent largement des instruments d'évaluation utilisés (Rubonis 1991 ; Smith 1993).

La prévalence de l'ESPT diminue avec le temps après une catastrophe (Raphael 1986), mais un excès de risque d'ESPT a été mis en évidence jusqu'à 14 ans après (Green 1990b).

D'autre part, l'ESPT est, dans 60 à 99 % des cas selon les groupes de population étudiés, associé à des épisodes de dépression, d'anxiété, de somatisation ou encore à des phobies (Kessler 1995 ; Brady 1997).

Les études françaises mesurant l'impact psychopathologique des catastrophes naturelles confirment l'existence d'un impact significatif à long terme des inondations sur la santé mentale et ont notamment montré une prévalence accrue d'ESPT 2 à 5 ans après ces événements (Vergier 2000, 2003a ; ORS-PACA 1999, ORS-Picardie 2004).

5.1.1.6 *ESPT après des attentats*

Concernant les conséquences psychologiques des attentats, la plupart des études réalisées au cours des 15 dernières années ont étudié leur impact à court terme (Loughrey 1988 ; Curran 1990 ; Shalev 1992 ; North 1994 ; Somasundaram 1996 ; Trappler 1996 ; Amir 1998 ; North 1999 ; Smith 1999 ; Schuster 2001 ; Galea 2002 ; Schlenger 2002) : les estimations de prévalence de l'ESPT variaient de 7,5 à 50,0 % dans l'année suivant l'événement selon le degré d'exposition. Malgré l'augmentation du nombre des attentats terroristes dans le monde, il existe peu d'information sur les conséquences psychologiques de tels événements à moyen et long terme (Abenhaim 1992 ; Bouthillon-Heitzmann 1992 ; Shalev 1992 ; Desivilya 1996 ; Jehel 2001).

Concernant les répercussions des événements traumatiques, il est important de prendre en compte les accidents entraînant des blessures physiques. Les études réalisées chez les victimes d'accidents de la route ont mis en évidence des taux de prévalence de l'ESPT de 11 à 46 % entre la 1^{ère} et la 5^{ème} année suivant l'accident (Mayou 1997 ; Blaszczyński 1998). Peu d'études ont été réalisées auprès de grands brûlés ; la prévalence de l'ESPT a été estimée entre 22 et 45 % un an après l'événement et serait plus importante après la sortie de l'hôpital que lors de l'hospitalisation (Bryant 1996 ; Baur 1998) .

Certaines personnes, qui présentent un ESPT, peuvent aussi souffrir d'autres troubles : troubles anxieux, dépression, addiction à certaines substances. Ceci est défini comme une comorbidité : apparition ou existence d'un trouble quel qu'il soit au cours de l'évolution d'une autre maladie mentale. La comorbidité accroît la sévérité de la maladie et complique le traitement.

5.1.2 Les troubles anxieux

Des tableaux symptomatiques anxieux peuvent survenir ou être réactivés à la suite d'une catastrophe soit dans le contexte d'un ESPT, soit isolément. Ils peuvent revêtir diverses formes : anxiété généralisée, crises d'angoisse aiguës (« trouble panique ») ou encore troubles phobiques. L'anxiété généralisée est définie comme l'existence d'une appréhension et d'une anxiété excessives et difficiles à contrôler pour divers événements ou activités. Elle s'accompagne de troubles du sommeil, de difficultés de concentration, d'irritabilité. L'attaque de panique est définie comme une bouffée d'angoisse subite accompagnée de symptômes physiques (palpitations, douleurs thoraciques, frissons) (APA 1994).

Si les troubles anxieux surviennent uniquement en présence d'éléments rappelant l'événement traumatique, ils sont considérés comme faisant partie de l'ESPT. Si, par contre, ces troubles anxieux débutent à la suite d'un événement traumatique et sans la présence des critères nécessaires à l'établissement du diagnostic d'un ESPT, l'hypothèse d'un lien étiologique entre la situation traumatique et ces troubles doit être faite (Keane 1990). Enfin, on peut assister à une progressive différenciation de la symptomatologie d'ESPT et à son remplacement par des troubles anxieux dont le lien avec l'événement traumatique n'est plus immédiatement perceptible (Meichenbaum 1994). La prévalence des troubles anxieux chroniques (estimée de 15 à 20 %) constatée plusieurs années après un événement traumatique, témoigne de ce processus.

5.1.3 Les troubles dépressifs

L'état dépressif majeur et l'ESPT sont deux pathologies différentes et même opposées sur le plan clinique. L'ESPT est caractérisé par des symptômes d'hyper-activité et d'hyper-vigilance tandis que la dépression est caractérisée par des symptômes de ralentissement ; néanmoins l'ESPT comporte des symptômes communs avec ceux de l'épisode dépressif majeur (critères C et D).

L'hypothèse d'un lien entre certains épisodes dépressifs majeurs et des situations de catastrophe est clairement avancée dans la littérature (Keane 1990). De plus, il existe, de façon générale, une importante co-morbidité entre troubles anxieux et troubles dépressifs. La prévalence co-morbide est particulièrement élevée selon les études : de 20 à 61% (Breslau 1991 ; Kessler 1995). Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer cet état de fait : l'ESPT entraîne secondairement un syndrome dépressif surtout dans son évolution chronique et serait un facteur de vulnérabilité.

5.1.4 L'usage de produits psycho-actifs

L'usage de produits psycho-actifs (alcool, tabac, psychotropes, produits illicites...) est un comportement connu de réponse à une expérience traumatique (Gleser 1981 ; Davidson 1991 ; Beckham 1997). Le traumatisme et les séquelles psychologiques dont il est responsable peuvent avoir un lien étroit avec l'augmentation de la consommation de substances psycho-actives (Deering 1996).

L'usage de produits psycho-actifs est par conséquent un comportement fréquemment associé à l'ESPT et qui a été mis en évidence dans de nombreuses études (Kulka 1990; Breslau 1991 ; Kessler 1995 ; Vlahov 2002). La prévalence élevée des comportements d'abus de produits psycho-actifs dans ces populations traumatisées pourrait constituer une stratégie d'ajustement au stress ou « d'auto-médication » par rapport à l'angoisse ou la peur ; certaines stratégies mentales comme l'abus d'alcool ou de drogues permettent de noyer ou d'annihiler les émotions (Acierno 1996 ; McFarlane 1998). Certains types de traumatismes semblent plus fréquemment associés à ces comportements : les problèmes d'alcool sont beaucoup plus fréquents chez les soldats ayant participé à des guerres que chez les personnes victimes d'autres types de traumatismes (Deering 1996) laissant penser que la menace sur l'intégrité physique ou de la vie est un facteur prédictif des comportements d'alcool-dépendance (McFarlane 1998). L'augmentation de la consommation de ces produits est par conséquent une question importante dans les suites immédiates d'une catastrophe.

5.1.5 Les facteurs de risque de l'ESPT et des troubles post-traumatiques

Certains facteurs sont associés au risque de développer des troubles post-traumatiques tandis que d'autres facteurs sont associés au risque d'exposition à des événements traumatiques.

5.1.5.1 *Le sexe*

Plusieurs études suggèrent que les femmes présentent un risque bien supérieur aux hommes de développer un ESPT ou un état dépressif (Kessler 1995 ; Breslau 1997 ; Galea 2002) : la « national comorbidity survey » révèle une prévalence de l'ESPT sur la vie entière deux fois plus élevée chez les femmes (10,4 %) que chez les hommes (5 %). Pour les personnes exposées à un traumatisme, la probabilité de développer un ESPT est de 8 % pour les hommes et 20 % pour les femmes. Cette différence a été observée quel que soit l'âge de la femme (Breslau 1997). Elle est sans doute liée au type de traumatisme (les agressions sexuelles étant plus fréquentes chez les femmes) et à une plus grande vulnérabilité des femmes. D'autres études ont montré la plus grande capacité des femmes à surmonter des événements traumatiques (Gibbs 1989).

5.1.5.2 *Conditions de vie et précarité*

Les événements traumatiques semblent être vécus différemment selon certaines caractéristiques socio-démographiques : les personnes présentant un faible niveau de vie ou d'éducation, ou celles issues de groupes ethniques minoritaires présentent un risque accru de développer un ESPT (Raphael 1993 ; Ginexi 2000). De telles différences peuvent révéler une inégalité préexistante face à la santé mentale due aux situations économiques des personnes.

Les études réalisées en France (Verger 2003a ; ORS-Picardie 2004) suggèrent que la prévalence de l'ESPT et des autres troubles post-traumatiques est plus importante chez les personnes se trouvant en situation de précarité.

5.1.5.3 *Facteurs personnels et familiaux, antécédents traumatiques*

Le développement d'un ESPT est fortement associé au passé des victimes. Les antécédents de perturbations psychopathologiques prédisposent au développement de ce trouble. Un traumatisme antérieur, surtout en bas âge, grave ou ressemblant au traumatisme principal est reconnu comme facteur de risque (Kulka 1988). Mais en même temps, de tels événements peuvent avoir une influence protectrice notamment lorsque les individus, qui les

ont traversés, ont fait preuve de contrôle et de capacité à faire face (Raphael 1993). D'autre part, les antécédents familiaux de troubles anxio-dépressifs sont considérés comme des facteurs de risque de l'ESPT (Breslau 1991 ; Mellman 2001). Certains traits de personnalité (neuroticisme) seraient associés face à un stress, à une hyper-réactivité et un risque accru de développement d'ESPT (Raphael 1993).

5.1.5.4 Le degré d'exposition et la proximité à l'événement

Les facteurs de risque énumérés précédemment n'expliquent qu'en partie l'apparition d'un ESPT. La nature de l'exposition et la gravité du traumatisme demeurent des facteurs déterminants du développement d'un ESPT bien qu'ils ne soient pas bien appréhendés. Le rôle des blessures physiques résultant de l'événement traumatique fait l'objet de résultats contradictoires.

Les études publiées n'ont pas toujours montré une relation entre la sévérité des blessures physiques (y compris les brûlures) et la prévalence des troubles post-traumatiques. Certaines études sont négatives de ce point de vue (Lyons 1974 ; Curran 1990 ; Green 1994 ; Baur 1998 ; Koren 1999 ; Mayou 2003) tandis que d'autres ont observé que des blessures sévères constituaient un puissant prédicteur des troubles post-traumatiques (Blanchard 1996 ; Jeavons 2000). Dans les premières, les auteurs ont souligné le rôle prédominant de la perception des agents stressants comme médiateur du développement de l'ESPT. Chez les derniers, deux hypothèses ont été formulées : Solomon et al. ont proposé que des blessures plus sévères sont associées à des réactions de stress initial plus importantes, lesquelles sont prédictives de la survenue plus rapide et durable d'un ESPT (Solomon 2001). D'autres auteurs ont suggéré que les résultats dépendent du temps écoulé depuis l'événement et que les blessures peuvent devenir un meilleur prédicteur à long terme car elle peuvent alors rappeler le traumatisme aux victimes (Jeavons 2000).

Par ailleurs, la proximité au site de l'événement est fortement corrélée à une augmentation des symptômes d'ESPT et à la prévalence de l'usage de produits psycho-actifs (Galea 2002 ; Vlahov 2002). Un mois après l'attentat du 11 septembre 2001 de New York, la prévalence de l'ESPT était plus importante chez les personnes habitant au moment de l'attentat à proximité des tours. Les symptômes de morbidité psychiatrique étaient également plus fréquents chez les personnes ayant été directement victimes des attentats par rapport aux personnes uniquement témoins ou indirectement concernées.

Enfin, les sentiments de culpabilité (liés, par exemple, à l'incapacité de sauver une personne au cours d'une catastrophe), de honte ou les attitudes négatives (liées au fait que la

personne ait cherché à sauver sa vie ou ses biens en priorité...) peuvent interférer avec la capacité à faire face (Raphael 1993).

5.1.5.5 *Le soutien social*

La structure et le fonctionnement du soutien social d'une part et l'aide perçue ou reçue d'autre part, représentent des variables modératrices sur l'impact psychosocial d'une catastrophe (King 1999) et sur le processus de retour à la normale dans les traumatismes individuels et collectifs.

La satisfaction vis-à-vis du réseau social constitue également un facteur déterminant de la réponse à un traumatisme : les personnes considérant leur réseau social inutile ou insatisfaisant sont plus vulnérables face à un traumatisme que les autres (Raphael 1993).

5.1.5.6 *Stratégies d'ajustement ou d'adaptation au stress ("coping")*

Le coping est défini, selon le modèle transactionnel du stress, comme l'ensemble des efforts cognitifs et comportementaux destinés à maîtriser, réduire ou tolérer les exigences internes ou externes qui menacent ou dépassent les ressources d'un individu. Le coping désigne finalement la façon d'un individu de s'ajuster aux situations difficiles (Folkman 1984). Deux fonctions du coping ont été décrites : la régulation de la détresse émotionnelle et la gestion des problèmes : ces deux grands types de stratégies de coping apparaissent comme des invariants, alors qu'il existe une grande variabilité intra- et inter-individuelle des stratégies d'ajustement. Deux autres catégories de stratégie de coping ont été décrites : des stratégies dites passives (évitement, fuite, déni, acceptation stoïque, auto-accusation) et des stratégies dites actives (recherche d'information, élaboration de plans de résolution de problèmes). L'étude réalisée à la suite des inondations de la Somme a montré que les stratégies passives d'ajustement étaient associées à un risque plus élevé d'ESPT, de troubles anxieux et dépressifs, 2 ans après l'événement que les stratégies actives (ORS-Picardie 2004) ; ces résultats confirment ceux de Gibbs et al. (Gibbs 1989).

5.2 **Conséquences post-traumatiques chez l'enfant**

L'étude des conséquences psychosociales des traumatismes chez l'enfant s'est développée plus récemment que chez l'adulte. Peu d'études ont été menées à l'heure actuelle mais de plus en plus d'éléments indiquent que les enfants réagissent au stress et pas seulement de façon temporaire (Frederick 1985 ; Mazza 2000 ; Silva 2000). La persistance chronique d'une symptomatologie plus ou moins complète peut être observée parfois durant plusieurs

années et conduire à une modification durable de la personnalité (Green 1990b ; Vila 1999 ; Yule 2001). Chez l'enfant, le retentissement d'une catastrophe n'est pas réductible à l'état de stress post-traumatique mais peut inclure également d'autres troubles psychologiques (anxiété, dépression, troubles du comportement...). D'un point de vue plus global, les conséquences de l'exposition à une catastrophe chez l'enfant sont susceptibles d'affecter son développement et de retentir sur les sphères de la scolarité, de la famille et du social. Malmquist et al. ont montré l'importance d'étudier l'impact des traumatismes directement chez les enfants dans la mesure où les parents, les proches et les enseignants ont tendance à sous-estimer les troubles chez l'enfant (Malmquist 1986).

5.2.1 L'état de stress post-traumatique

5.2.1.1 *Historique*

La définition d'ESPT chez l'enfant se réfère, comme pour l'adulte, au DSM IV (APA. 1994) et à la dixième révision de la classification internationale des maladies (CIM10) de l'OMS. Ces deux systèmes se recoupent. Cependant quelques différences importantes sont à noter. Dans le DSM IV, l'éroussement émotionnel est nécessaire au diagnostic et différentes classifications du stress ont été définies selon la durée d'apparition des troubles alors que dans la CIM 10, il n'existe pas de notion de délai et l'éroussement émotionnel n'est pas requis pour le diagnostic.

Selon certains auteurs, la classification actuelle du DSM IV ne tient pas compte des hypothèses psychopathologiques et ne serait pas adaptée aux symptômes observés chez l'enfant (Crocq 1998) : les symptômes des enfants rescapés des tirs israéliens du sud Liban ne correspondaient pas aux symptômes décrits dans le DSM IV, ce qui conduit à sous-estimer la prévalence de l'ESPT.

Pour les très jeunes enfants âgés de moins de 4 ans, Scheeringa (Scheeringa 1995) a développé une alternative aux critères du DSM IV :

- réexpérience par le jeu, cauchemars, flash back ;
- éroussement affectif, perte du jeu, comportement social restreint ;
- hyperactivité avec troubles du sommeil, troubles de la concentration, hypervigilance associée à des peurs, agression si réactivation.

Ces nouveaux critères ne sont pas intégrés au DSM IV ni à la CIM 10 et sont actuellement en cours d'évaluation.

5.2.1.2 Définition de l'Etat de Stress Post Traumatique (ESPT)

Comme chez l'adulte, l'ESPT chez l'enfant se caractérise par la présence de symptômes de répétition, d'évitement et d'hyperactivité neurovégétative (APA. 1994). La période séparant la survenue du traumatisme et celle des troubles peut varier de quelques semaines (avec des manifestations initiales aiguës, souvent marquées) à quelques mois (période de latence relative) (Yule 2001).

Toutefois, ces symptômes peuvent avoir des caractéristiques spécifiques chez les enfants :

- syndrome de répétition : pensées répétitives, envahissantes entraînant une peur du noir, jeux répétitifs, avec comportement inhabituel de remise en acte ;
- syndrome d'évitement persistant correspondant à un effort pour repousser des stimuli ou des pensées en rapport avec le traumatisme vécu et des phobies spécifiques : une angoisse de séparation avec besoin de réassurance, d'être proche de ses parents et amis. Sont associées à ces symptômes des distorsions cognitives : sentiment de vie fragile qui entraîne une perte de confiance dans l'avenir ;
- hyperactivité neurovégétative : troubles du sommeil, cauchemars entraînant fatigue et/ou troubles de la concentration, diminution des capacités, irritabilité, hypervigilance au danger ;
- troubles de l'humeur : dépression et anxiété chez les adolescents et suicide ou tentatives de suicide ;
- difficultés à parler avec la famille, les proches, les amis ;
- somatisation de forme variable selon l'âge.

A côté des symptômes spécifiques d'hyperactivité neurovégétative, les enfants peuvent présenter des symptômes physiques divers (douleurs abdominales, céphalées, ...) (Bailly 2001). Les bronchites asthmatiformes, les eczémas, les troubles fonctionnels digestifs, les pelades et les troubles des règles chez les adolescentes sont les plus fréquemment rencontrés. Moro rapporte que les victimes du tremblement d'Arménie souffrent fréquemment de problèmes dermatologiques, de troubles somatiques fonctionnels tels que douleurs abdominales ou migraines (Moro 1995). Les comportements peuvent être sensiblement différents selon l'âge des enfants (Udwin 2000 ; Yehuda 2002). Chez les enfants de moins de 6 ans, l'angoisse de séparation avec peur du noir et nécessité de contacts proches, la somatisation ou un comportement régressif prédominant et peuvent s'exprimer à travers des dessins. Chez les enfants de 6 à 11 ans, une diminution des performances scolaires et un comportement antisocial ou régressif peuvent être associés

aux symptômes de l'ESPT. Chez les adolescents (12-17ans) les réactions sont semblables à celles des adultes, mais certains comportements sont plus présents : externalisation du comportement, anxiété, baisse d'énergie, agressivité, usage de produits psycho-actifs ...

5.2.1.3 Données épidémiologiques

La prévalence de l'ESPT sur la vie entière chez les enfants a été évaluée entre 1 et 14 % (APA 1994). Chez les enfants ayant subi un événement traumatique individuel ou collectif, elle varie entre 3 % (Garrison 1995) et 100 % (Frederick 1985) selon la nature du traumatisme, les populations à risque et les critères de mesure utilisés pour le diagnostic (Pynoos 1987 ; Stallard 1998 ; Mazza 2000 ; Silva 2000) [Tableau 6].

Tableau 6 : Prévalence de l'ESPT selon la nature du traumatisme

| Auteurs | Type d'événement | Prévalence de l'ESPT | Délai après l'événement | Âge |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------|
| Yule, 1992 | Nauffrage | 52 % | 5-9 mois | 11-18 ans |
| Pynoos, 1987 | Fusillade (cour de récréation) | 60 % | 1 an | 5-13 ans |
| Winje, 1998 | Accident de car | 82,2 % intrusion 75 % évitement | 1 an | 10-11 ans |
| Green, 1990 | Inondation | 37 % | 2 ans | 2-15 ans |
| McFarlane, 1987 | Feux de forêt | 33 % | 8 mois | 5-12 ans |
| Terr, 1983 | Prise d'otages | 100 % | 5 -13 mois | 5-14 ans |
| Garrison, 1993 | Ouragan | 3% | 1 an | 11-17 ans |

La période d'apparition des troubles post-traumatiques est variable. D'après l'étude réalisée auprès de 334 enfants âgés de 11 à 18 ans, rescapés du naufrage du bateau Jupiter (Yule 1992), 52 % des enfants avaient développé un ESPT entre 5 et 9 mois après l'évènement et pour plus de la moitié d'entre eux dans le mois suivant le naufrage. Certains cas différés sont apparus ou ont été réactivés lors du premier anniversaire de l'accident.

Concernant l'évolution naturelle des symptômes et le retour à l'état normal, peu d'études ont été conduites à l'heure actuelle. Toutefois, la persistance chronique d'une symptomatologie plus ou moins complète a été observée parfois plusieurs années après l'évènement et peut conduire à une modification durable de la personnalité (Green 1994 ; Vila 1999 ; Yule 2001). Ainsi, 7 % des enfants présentaient encore des symptômes d'ESPT 17 ans après la

catastrophe de Buffalo Creek (Green 1994) ; 15 %, 5 à 7 ans après le naufrage du Jupiter (Boyle 1995).

5.2.2 Les autres conséquences post-traumatiques

a) Les troubles anxio-dépressifs

Chez les enfants et les adolescents, les troubles anxio-dépressifs et, notamment, les pathologies phobiques sont fréquemment associés à l'ESPT (Silva 2000 ; Udw in 2000 ; Yule 2001). Ainsi, 6 mois après un feu de forêt, la prévalence des troubles anxio-dépressifs chez des enfants âgés de 8 à 12 ans était de 12 % (McDermott 1999). Un an après un accident de bus, la prévalence des troubles anxieux chez des enfants de 11-12 ans était de 78,5 % et 46,4 % des enfants présentaient les critères d'épisode dépressif majeur (Winje 1998). Selon Pynoos, ceux-ci peuvent être liés à la persistance de symptômes d'ESPT ou au contexte familial dans lequel vit l'enfant (Pynoos 1987)

b) Usage de substances psycho-actives

Chez l'adolescent, les traumatismes peuvent favoriser des comportements de consommation de produits psycho-actifs (alcool, tabac, drogues...) (Kilpatrick 2003) et interférer avec son développement en entraînant une diminution de la capacité d'apprentissage, des risques de changement de personnalité, d'isolement et des problèmes relationnels (Loof 1995 ; Mazza 2000).

5.2.3 Les facteurs de risque de l'ESPT et des autres troubles post-traumatiques

La gravité des symptômes et la fréquence de survenue de troubles post-traumatiques chez l'enfant et l'adolescent peuvent être influencées par différents facteurs : les caractéristiques individuelles, les antécédents traumatiques, le type et l'intensité des agents stressants.

a) Le sexe

Certaines études suggèrent un risque d'ESPT plus important chez les filles que chez les garçons (Yehuda 2002) mais les résultats sont contradictoires (Pynoos 1987 ; Green 1994). Cependant les garçons externaliseraient davantage leurs réactions (réactions d'agressivité) et les filles seraient plus résistantes dans l'enfance et la pré-adolescence mais plus vulnérables à l'adolescence : Garrison et al. ont montré qu'un an après l'ouragan Hugo, 6,2 % des filles de 11-17 ans présentaient un ESPT contre 3,8 % des garçons du même âge (Garrison 1993).

b) Les antécédents traumatiques et environnementaux

L'existence d'antécédents traumatiques (maladie, violences familiales, violences sexuelles) augmenterait le risque de développer un ESPT chez l'enfant (Silva 2000). Les symptômes et leur intensité peuvent aussi varier selon les antécédents traumatiques. En effet, si l'enfant a été victime de traumatismes répétés (violences familiales, sévices sexuelles ...) celui-ci a davantage de risque de présenter des symptômes de dépersonnalisation/dissociation, de recherche du danger, d'auto-agressivité et de dépendance vis-à-vis des auteurs des violences en plus des symptômes de l'ESPT que les enfants n'ayant vécu qu'un seul événement (Terr 1991).

Certains facteurs environnementaux sont également des déterminants de l'ESPT : caractéristiques familiales, réaction des parents, perte d'un proche. McFarlane en 1987, a suggéré, dans une étude réalisée 18 mois après un feu de forêt en Australie, que la réponse de la mère pouvait être un meilleur prédicteur de l'ESPT chez l'enfant que ne le serait sa propre exposition. Ainsi, Creamer et al. ont montré que la prévalence de l'ESPT chez des enfants dont les parents souffrent également d'un ESPT est plus élevée que chez ceux dont les parents n'en présentent pas (Creamer 2001).

c) Type et intensité des agents stressants

Les facteurs d'exposition tels que la durée de l'événement, le degré d'exposition, la sévérité (existence de blessures physiques, perte de proches, témoin de décès, menace vitale...), peuvent être associés au développement d'un ESPT. Ainsi, Pynoos (Pynoos 1987) a montré que le risque de développer un ESPT variait selon l'exposition : 12 % des enfants présents lors d'une fusillade dans une école présentaient un ESPT contre 3 % des enfants n'ayant pas été directement témoins des tirs.

5.3 Modes de prise en charge de l'ESPT

L'ESPT est un trouble grave qui peut induire un handicap sévère dans la vie quotidienne. Il est aussi associé à un risque élevé de suicide (Krug 1998). L'utilité d'un traitement ou d'une aide thérapeutique apportés aux patients souffrant d'un ESPT est indéniable (Kessler 1995). Une prise en charge psychologique appropriée et précoce peut accélérer la rémission des symptômes (Davidson 1993 ; Kessler 1995). Plusieurs modes de prise en charge existent. Cependant selon la nature du traumatisme, le degré d'implication des victimes, leurs caractéristiques psychosociales, ou encore la sévérité des symptômes d'ESPT, les méthodes appropriées sont différentes.

La prévention primaire pose de nombreux problèmes ; même si des choix de société contre la violence peuvent réduire les événements traumatiques, les éliminer n'est pas possible (catastrophes naturelles, industrielles souvent imprévisibles). La prévention pré-traumatique s'intéresse à l'identification des facteurs de risques et à l'augmentation de la résistance des individus, principes utilisés par les militaires pour anticiper le stress au combat (exemple des manœuvres militaires à balle réelles). Après la survenue de l'événement traumatique, d'autres moyens de prévention sont utilisés, notamment les interventions précoces telles que le débriefing.

Signalons l'existence en France d'un dispositif particulier de secours dédié aux besoins psychologiques des victimes de catastrophe ou d'accidents collectifs : les Cellules d'Urgence Médico-Psychologique (CUMP). Celles-ci ont été créées en 1995 à la suite de la vague d'attentats terroristes. Présentes sur tout le territoire national, elles sont composées de volontaires (psychiatres, psychologues et infirmiers psychiatriques) sous la responsabilité d'un psychiatre.

Les CUMP s'adressent aux victimes directes d'une catastrophe et aux intervenants ayant dû gérer une intervention particulièrement éprouvante. L'intervention d'une CUMP est déclenchée par le médecin régulateur du SAMU. Trois types de prise en charge sont assurées par la CUMP :

- 1) les soins immédiats sur le terrain,
- 2) les soins post-immédiats
- 3) les soins à moyen terme (Prieto 2000).

En dehors de ce dispositif réglementaire, les cellules de soutien psychologique mises en place par des collectivités (mairies, entreprises, éducation nationale) se sont multipliées également ces dernières années. Leurs interventions utilisant des approches diverses peuvent poser des problèmes de coordination.

Au cours des soins immédiats sur le terrain, l'équipe de la CUMP assure une aide à la gestion de la crise avec les partenaires présents sur le terrain, une prise en charge des états de stress aigu et des interventions de psychiatrie d'urgence (traitements psychologiques et/ou médicamenteux). Les soins post-immédiats consistent en une prise en charge individuelle ou collective des victimes sous la forme d'un débriefing psychologique (Prieto 2003). Enfin, des consultations individuelles spécialisées (consultations de psychotraumatologie) peuvent être proposées par les intervenants de la CUMP : il s'agit alors d'un suivi ou d'une prise en charge effectués dans un autre cadre que celui de la CUMP (consultations sur le secteur de psychiatrie...) (Prieto 2000).

5.3.1 Le débriefing psychologique

Le « débriefing psychologique » est né dans les années 1980 aux Etats-Unis . Il s'inspire du 'Critical Incident Stress Debriefing' (CISD), modèle conceptualisé par Mitchell (Mitchell 1983). Initialement prévu et développé comme intervention d'aide psychologique destinée aux intervenants des services de secours, il s'est élargi aux personnes victimes d'événements traumatisants. Il se fonde sur un entretien semi-structuré unique réalisé, en principe, dans les 48 heures suivant l'événement et dont le principe est de favoriser l'expression du processus émotionnel et de préparer la personne ayant subi un traumatisme psychologique à l'émergence de symptômes ou de réactions ultérieures. Le DP, couramment utilisé dans le cas de la prévention des symptômes post-traumatiques, est favorablement accueilli par les participants qui le jugent utile en particulier pour réduire le stress, les sentiments de culpabilité ou encore les aider à la compréhension de leurs réactions (Robinson 1993 ; Foa 1997 ; Rose 1998). Toutefois, son efficacité sur la prévention de l'ESPT et des autres troubles post-traumatiques n'a pas encore été démontrée (Aulagnier 2004). Peu d'études ont prouvé les bénéfices du DP auprès de personnes traumatisées et les résultats sont contradictoires (Raphael 1995 ; Rose 1998 ; Arendt 2001 ; Van Emmerick 2002), mettant en évidence tantôt des effets positifs, tantôt des effets négatifs. Le DP pourrait alors retarder le diagnostic d'ESPT et, par conséquent, sa prise en charge.

Quelques auteurs francophones proposent un débriefing pratiqué en post immédiat -- 48 à 72 heures après l'événement -- avec des groupes constitués (le personnel d'une institution, des sapeurs pompiers...) et volontaires (Desoir 2002). Ce type de débriefing se distingue du CISD de Mitchell par certaines règles (au moins 2 jours doivent s'être écoulés entre l'événement et le débriefing, plusieurs séances peuvent être réalisées, il est adapté aux groupes ...) (Lebigot 1997 ; Crocq 1998 ; Prieto 2004).

En tout état de cause, la majorité des chercheurs s'accorde pour considérer que ces techniques ne doivent en aucun cas se substituer aux psychothérapies ultérieures (Deahl 1995 ; Rose 1998). Des évaluations complémentaires sont nécessaires et devraient être effectuées de façon rigoureuse (ISTSS 1999).

5.3.2 Les thérapies comportementales et cognitives (TCC)

La prise en charge de l'ESPT peut être effectuée à l'aide de thérapies cognitives et comportementales (TCC). Celles-ci ont pour but de réduire les souvenirs traumatiques et les interprétations catastrophistes des sujets traumatisés (Clark 2001).

Plusieurs méthodes sont utilisées comme les thérapies d'exposition, les procédures cognitives, les techniques de gestion de l'anxiété, le biofeedback¹⁰ ou la technique des mouvements oculaires rapides. Il est courant également d'associer à ces TCC des techniques de relaxation et d'apprentissage des méthodes respiratoires (Aulagnier 2003). L'efficacité des TCC a largement été reconnue (Foa 1991 ; Foa 1997) à l'exception de la technique des mouvements oculaires rapides dont l'efficacité est controversée (Pitman 1996).

Des études ont toutefois cherché à comparer l'efficacité des différentes TCC (à l'exception de la technique des mouvements oculaires rapides). Celles-ci n'ont pas montré de différences significatives à court terme sur la diminution des symptômes d'ESPT (Foa 1991,1999 ; Marks 1998 ; Tarrier 1999 ; Paunovic 2001). Cependant, au-delà de 3 mois, les techniques de gestion de l'anxiété semblent moins efficaces que les thérapies d'exposition qui, elles, entraînent des améliorations plus tardives mais plus durables (Foa 1991 ; Creamer 2000). Ceci suggère que les techniques de gestion de l'anxiété ne doivent pas être envisagées comme traitement unique de l'ESPT (Creamer 2000) mais en association à d'autres thérapies comportementales.

5.3.3 L'hypnose

L'utilisation des techniques d'hypnose dans la prise en charge des traumatismes constitue une autre approche. Plusieurs études ont montré l'utilité de telles techniques dans le traitement de l'ESPT (MacHovec 1983 ; Kingsbury 1988 ; Spiegel 1989 ; Jiranek 1993 ; Leung 1994). Malgré ces résultats, l'hypnose est moins souvent préconisée car cette méthode n'est pas standardisée (Foa 1997). Le guide de l'International Society for Traumatic Stress Studies (ISTSS 1999) ne considère pas l'hypnose comme une thérapie principale mais davantage comme un outil complémentaire aux thérapies comportementales et cognitives ou aux autres thérapies.

5.3.4 Les traitements médicamenteux

Plusieurs études (Kosten 1991 ; Davidson 1992 ; Baker 1995 ; Davidson 1997 ; Hertzberg 1999 ; Isaac 1999 ; Barnett 2002) ont été menées pour déterminer l'efficacité des traitements médicamenteux dans la prise en charge de l'ESPT : antiépileptiques et surtout antidépresseurs. Celles-ci ont permis d'observer une diminution significative des symptômes

¹⁰ Technique qui consiste à obtenir du sujet le contrôle de lui-même par le conditionnement d'un certain nombre de fonctions physiologiques involontaires ou sous le contrôle du système nerveux végétatif

d'ESPT, quel que soit le type d'antidépresseurs (Inhibiteurs Sélectifs du Recaptage de la Sérotonine – ISRS – ou tricycliques). Les taux de réponses favorables au traitement antidépresseur en termes de réduction des symptômes et d'amélioration de la qualité de vie variaient entre 40 et 68 % selon les études et étaient significativement plus élevés par rapport aux groupes traités par placebo (Van Der Kolk 1988 ; Kosten 1991 ; Baker 1995 ; Davidson 1997 ; Barnett 2002). Les études réalisées sur des périodes de traitement brèves (moins de 8 semaines) ont observé des effets plus modestes et parfois non significatifs, ce qui souligne l'importance de la durée du traitement.

L'usage des antidépresseurs (ISRS en première intention) est recommandé par l'ISTSS (ISTSS 1999) et par une conférence de consensus (Foa 1999) durant au moins 12 mois pour un résultat optimal. La durée optimale du traitement n'est cependant pas bien connue et les stratégies de traitement devraient être précisées lorsque d'autres troubles de santé mentale sont associés à l'ESPT (Kingsbury 1988). La présence d'une co-morbidité psychiatrique pose en effet la question d'une prise en charge particulière. Concernant, d'une part, les troubles anxio-dépressifs, il est proposé d'associer dès le début chimiothérapie et psychothérapie (Foa 1999). Pour les troubles sévères liés à une pratique addictive, il est en revanche conseillé de prendre d'abord en charge cette co-morbidité.

5.3.5 La prise en charge de l'ESPT en pédiatrie

En dépit de la rareté des études sur le traitement de l'ESPT pédiatrique, dont la plupart concernent des enfants ou adolescents ayant subi des violences physiques et/ou sexuelles, il existe un fort consensus chez les experts sur les composantes de ce traitement (Foa 1999).

a) Les psychothérapies

Les études réalisées chez des enfants et adolescents présentant un ESPT à la suite d'un traumatisme ont observé un effet bénéfique des TCC sur les symptômes d'ESPT ainsi que sur les symptômes dépressifs (Goenjian 1997 ; Deblinger 1999 ; Cohen 2000). Les bénéfices des TCC dépendent avant tout de la manière d'aborder la discussion et des échanges autour de l'événement traumatique avec l'enfant. D'autres méthodes peuvent aider les thérapeutes dans leur démarche comme les thérapies recourant à l'art ou aux jeux (Mannarino 1991 ; Siegel 1995) qui peuvent permettre à l'enfant de se mettre dans une situation de confiance et de bien-être avant de devoir se remémorer l'événement traumatique. D'autre part, les enfants ayant vécu un traumatisme et ne présentant pas de symptômes d'ESPT ne nécessitent pas forcément de traitement mais il est important qu'ils

soient suivis au cours du temps pour détecter des symptômes différés ou « dormants » (Mannarino 1991).

Les thérapies d'exposition ne sont pas toujours recommandées dans le cas de l'ESPT chez l'enfant ou l'adolescent car elles peuvent accroître les symptômes d'anxiété ou de peur. Enfin, l'ESPT pédiatrique peut être compliqué par des troubles dissociatifs (hallucinations, troubles du comportement...) liés au traumatisme. Ces symptômes, souvent difficiles à distinguer des états psychotiques, doivent être considérés par les thérapeutes comme des manifestations de l'ESPT et non pas comme une psychose de l'enfant. Un traitement médicamenteux ou une hospitalisation peuvent accentuer les troubles de l'enfant. Les experts conseillent dans le cas de troubles dissociatifs de se rapporter aux guides de références de Pitman (Pitman 1996) et Silberg (Silberg 1996).

b) Les pharmacothérapies

L'efficacité des pharmacothérapies a été peu étudiée dans le cas de l'ESPT pédiatrique. Les quelques études réalisées mettent en évidence des effets bénéfiques de certaines pharmacothérapies (carbamazépine, propranolol...) sur l'enfant, mais aucune de ces études ne possédait de groupe contrôle ou les traitements étaient associés à d'autres médicaments (Famularo 1988 ; Marmar 1993 ; Loof 1995). Des investigations complémentaires sont nécessaires.

6 Risques sanitaires liés aux phénomènes sociaux

À la suite d'une catastrophe, comme le souligne la définition de l'OMS, il se produit un choc sévère, une rupture brutale psychosociale qui affecte les possibilités de faire face de la communauté considérée. Cet impact majeur sur la vie sociale concerne aussi bien la vie personnelle que la vie familiale, les liens sociaux ou encore le travail. Or, l'ensemble de ces phénomènes sociaux est connu pour avoir un impact majeur et démontré sur la santé dans divers domaines pathologiques (Wilkinson 1998 ; Berkman 2000).

Un des problèmes pouvant survenir après une catastrophe, souligné notamment dans les suites de l'explosion de l'usine AZF à Toulouse, est un sentiment d'abandon et d'indifférence sociale et institutionnelle exprimant un profond manque de reconnaissance du préjudice subi. Ce décalage est proche de celui décrit dans le cadre de la pathologie au travail, où le déséquilibre entre l'investissement dans le travail et les efforts déployés, contrastant avec une faible reconnaissance sociale, monétaire ou de promotion sociale, est un facteur de risque de mortalité, notamment cardiovasculaire (Bosma 1998 ; Siegrist 2000).

Une des conséquences d'une catastrophe est la rupture d'un certain nombre de liens sociaux habituels, familiaux, de voisinage, un manque de repères pouvant favoriser l'isolement. Certes, cet isolement est parfois compensé, durablement ou transitoirement, par de nouveaux liens sociaux qui peuvent se créer à l'occasion d'une catastrophe. Mais si l'isolement survient, il est un facteur de risque de mortalité parfaitement démontré dans la littérature épidémiologique (Berkman 1979). Enfin, une catastrophe affecte souvent profondément le rapport au travail, soit par les incapacités résultant des blessures, soit par l'atteinte des entreprises, qui peuvent être détruites totalement, partiellement ou transitoirement voire conduites à la faillite. Ces phénomènes sont à l'origine de périodes de chômage technique transitoire mais aussi parfois définitif amenant à la recherche d'un nouvel emploi ou parfois au chômage de longue durée. Elles entraînent également une insécurité du travail. L'ensemble de ces conséquences sur le travail a des répercussions sur l'état de santé général des individus. Ces faits sont également bien documentés dans la littérature épidémiologique (Wilkinson 1998 ; Berkman 2000).

L'ensemble de la désorganisation sociale peut agir indirectement en modifiant les comportements et les habitudes, comme les habitudes alimentaires, les consommations d'alcool, de tabac, voire les pratiques sportives. Cet ensemble de modifications est, lui aussi, susceptible d'un impact sur la santé à long terme (Berkman 2000).

Chapitre 3. Quels besoins d'évaluation épidémiologique après une catastrophe

1 Principaux enjeux de santé publique lors de catastrophes collectives

L'intérêt et les objectifs de l'épidémiologie après une catastrophe collective se définissent par rapport aux principaux enjeux de santé publique soulevés par ces événements qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. Ces enjeux concernent la protection de la population pour éviter son exposition ou sa sur-exposition, la prise en charge des atteintes à la santé (enjeux décisionnels) ainsi que les besoins d'information des différentes composantes de la société (enjeux informationnels et démocratiques), l'évaluation des effets sanitaires, psychosociaux ou sociétaux (enjeux de connaissance). En particulier, l'évaluation des effets psychosociaux et des effets sociétaux est importante pour améliorer les modalités de soutien des communautés touchées et restaurer des conditions de vie normales après une catastrophe. Enfin, un enjeu de santé publique essentiel concerne le retour d'expérience tiré non seulement de l'événement pour en comprendre les causes mais aussi du dispositif de gestion mis en œuvre : la façon dont les conséquences d'une catastrophe sont gérées par les pouvoirs publics peut être au cœur de polémiques importantes et durables (retombées de l'accident de Tchernobyl en France, 1986 ; canicule de l'été 2003) mais fait rarement l'objet d'une évaluation formalisée. Si la question de la production d'informations épidémiologiques pertinentes se pose en regard de chacun de ces enjeux, il convient de rappeler que l'épidémiologie ne constitue qu'un des éléments du dispositif d'évaluation après une catastrophe, qui devrait être articulé avec d'autres disciplines (évaluation de risque, analyses sociologiques, économétrie...).

Poser la question de la pertinence des informations épidémiologiques en cas de catastrophe c'est aussi envisager les différents acteurs qui peuvent être concernés, utilisateurs ou simples destinataires de ces informations : pouvoirs publics, professionnels de santé, autres acteurs (industriels, syndicats, associations, groupes de pression), médias, communautés touchées, public en général. Les besoins et les attentes de ces différentes composantes de la société sont très différents. Ceci pèse sur les choix d'information et de stratégies de recueil d'information et complique la communication de résultats : celle-ci doit répondre à des impératifs parfois contradictoires de rapidité et de précision, de complexité et de clarté, de signification à court terme et à moyen ou long terme.

Un autre enjeu essentiel, celui de la réparation individuelle, est particulier. Les informations épidémiologiques recueillies pour estimer le ou les préjudices collectifs subis par une population à partir d'un échantillon ne visent pas un objectif de réparation individuelle. Des difficultés peuvent cependant apparaître lors de la communication des résultats, notamment lorsque des prélèvements biologiques ont été effectués auprès des personnes ayant accepté de participer à l'étude. Les modalités d'information des participants sur les résultats des tests effectués ainsi que celles de conservation des échantillons (en particulier la durée) doivent être précisées systématiquement en amont de la mise en place de dispositifs épidémiologiques.

Autour de chacun des enjeux cités ci-dessus, les systèmes d'information à mobiliser ou mettre en œuvre peuvent être différents. Nous envisageons, dans la suite de ce chapitre, quelles informations pertinentes l'épidémiologie est susceptible d'apporter pour aider à répondre à chacun d'entre eux.

2 Protection et prise en charge de la population

2.1 Protection de la population

La protection de la population a pour objectif d'éviter qu'elle soit exposée, surexposée ou bien ré-exposée. Les mesures de protection d'urgence habituelles sont la mise à l'abri, l'évacuation et la restriction de consommation d'eau ou de certains produits alimentaires. Les mesures d'interdiction de consommation d'eau peuvent s'étendre à la consommation de légumes et fruits en cas de contamination de l'eau d'arrosage. Des mesures spécifiques peuvent être nécessaires dans certains types de catastrophes, comme la distribution d'iode stable en cas de menace d'exposition ou d'exposition avérée à des iodes radioactifs (Verger 2001b). La protection est nécessaire vis-à-vis des expositions directement liées à la catastrophe mais peut l'être aussi contre les expositions secondairement induites : par exemple, exposition à l'amiante après la destruction de bâtiments, au CO lors de l'exploration de caves inondées, à certains risques infectieux récurrents dans des zones d'endémie lors de catastrophes naturelles. La protection des travailleurs et des intervenants (équipes de secours par exemple) est aussi essentielle.

Lors de l'accident de Tchemobyl, ce sont les travailleurs de la centrale et les équipes d'urgence (pompiers, médecins...) qui ont payé le plus lourd tribut, en termes de mortalité ou d'irradiation aiguë sévère, à la catastrophe (Bard 1997).

La gestion des mesures de protection nécessite de connaître les dangers en cause, la population qui est exposée, les niveaux d'exposition et les risques associés à ces niveaux d'exposition. Lors de catastrophes chimiques ou radiologiques, les risques peuvent être connus a priori, lorsque des connaissances ont été accumulées sur les produits en cause. En dehors de ces connaissances a priori, les informations indispensables peuvent provenir de modélisations, de mesures environnementales et d'évaluations de risques. Si le temps, les connaissances et les moyens disponibles le permettent, des mesures effectuées chez l'homme peuvent être faites en complément. Cependant, le scénario dans lequel le décideur dispose de connaissances suffisantes sur les produits, leurs effets potentiels et les niveaux d'exposition, est loin de représenter la règle générale. Dans les circonstances où peu d'information est disponible, le recueil d'information épidémiologique en urgence sur les effets potentiels de la catastrophe peut avoir un intérêt pour guider les pouvoirs publics.

2.2 Prise en charge des atteintes à la santé

Au sens large, la prise en charge des atteintes à la santé implique le déploiement de dispositifs de prise en charge des urgences mais aussi le dépistage de problèmes de santé spécifiques puis le suivi médical des victimes ou des personnes les plus exposées. Des recommandations spécifiques peuvent être diffusées pour informer les professionnels de santé sur des problèmes particuliers liés à la catastrophe. Dans les cas extrêmes, la prise en charge des problèmes de santé peut poser un problème d'allocation de ressources, ou de répartition des moyens nécessaires.

Deux exemples peuvent illustrer cette situation : 1) le manque de psychologues et psychiatres pour prendre le relais de la Cellule d'Urgence Médico-psychologique à la suite des inondations d'Arles en 2003 2) à la suite de l'accident de Tchernobyl, lors de l'épidémie de cancers de la thyroïde chez l'enfant en Biélorussie, un déficit de moyens de traitement médicaux pour compléter la chirurgie.

Là encore, des informations *a priori* sur les risques (nature et importance) et des dispositifs de recueil épidémiologique instaurés en urgence peuvent apporter des informations utiles à l'orientation de la prise en charge et des moyens qui doivent être alloués ou ne pas être alloués. Par exemple, lors d'une catastrophe naturelle, il peut s'agir d'évaluer les risques d'épidémie par une surveillance épidémiologique appropriée afin de déterminer la nécessité ou non d'une campagne de vaccination et d'éviter l'allocation inutile de ressources humaines et financières (Verger 1995a).

Le recueil d'informations épidémiologiques pour orienter et guider les décisions concernant la prise en charge des populations exposées pose tout d'abord le problème de la validité des données en fonction de la phase de recueil après la catastrophe et des objectifs recherchés. Il recouvre ensuite des « fonctions » qui sont détaillées ci-après : 1) la description des impacts dans les différents groupes de population touchés, 2) l'alerte sur des problèmes de santé dont la nature ou l'ampleur n'étaient pas anticipés.

2.2.1 Validité, fiabilité des informations selon la phase et les objectifs du programme de suivi

Le niveau de validité scientifique des informations produites par le programme de suivi épidémiologique est variable suivant la phase chronologique du programme.

Rappelons que la validité d'une information se réfère à la capacité de l'indicateur à refléter la réalité qu'il prétend décrire et que la validité d'un indicateur dépend de l'objectif poursuivi. Plusieurs phases, correspondant à différents niveaux de validité des informations utilisées, peuvent être distinguées. Immédiatement après la catastrophe, il est impératif de disposer, de façon urgente, d'éléments décisionnels pour repérer un éventuel problème de santé à traiter prioritairement. Dans cette phase, s'il est possible parfois de disposer d'informations de novo, les informations produites proviennent le plus souvent des systèmes de routine dont les méthodes de recueil, les classifications, les codifications n'ont pas nécessairement été standardisées ni atteint la rigueur scientifique requise pour décrire précisément un phénomène. Mais cette information peut néanmoins être valide dès lors que l'objectif n'est pas de mesurer de façon précise une prévalence ou une incidence mais de déterminer s'il existe un problème de santé important.

Un exemple d'information produite dans ces conditions est celle issue du réseau de médecins sentinelles de la ville de Toulouse dans la première semaine qui a suivi l'explosion d'AZF. Il a été demandé aux médecins généralistes de relever leurs consultations pour stress aigu caractérisé ou partiel. La courbe des consultations fait apparaître un pic important, évalué à près de 6 000 consultations dans les 9 semaines qui ont suivi l'explosion. Il est certain que le nombre d'observateurs impliqués et l'absence de standardisation rigoureuse des cas ne permet pas une estimation précise du nombre de consultations pour stress aigu post-catastrophe.

Néanmoins, la constatation d'un pic très rapide de consultations, confronté à une autre source d'information - la consommation de nouveaux traitements de psychotropes fournie par le Service Médical de l'Assurance Maladie -, elle-même exposée à certaines limites méthodologiques, a permis d'estimer que le retentissement de la catastrophe sur la santé mentale était important et justifiait une intensification de l'offre de soins et une investigation plus poussée.

Dans un deuxième temps, il s'agit de fournir des informations plus précises, de type quantitatif permettant d'estimer une prévalence ou une incidence. Dès lors, les indicateurs utilisés se doivent d'être validés selon les standards habituels en épidémiologie : recueil des données, classifications utilisées, méthodologie de codage... C'est ainsi que dans les suites de la catastrophe d'AZF, l'estimation de son retentissement sur la santé mentale a été mesuré dans des études par des instruments validés dans leur traduction française.

2.2.2 Décrire et apprécier l'impact de la catastrophe dans les différents groupes de population touchés dans les suites immédiates de la catastrophe

La description de l'impact d'une catastrophe dans les différents groupes de population constitue une fonction de base de l'épidémiologie dans ce type de contexte (Verger 2002) : cette fonction descriptive peut être nécessaire dans les suites immédiates de catastrophes naturelles ou industrielles afin de détecter des problèmes de santé et de préciser les besoins d'offre de soins. De plus, elle constitue une évaluation ultime de l'efficacité des mesures prises pour protéger le public et les intervenants. Des données descriptives peuvent être obtenues soit en mobilisant des systèmes d'information existants (ce qui nécessitera souvent leur adaptation) soit en mettant en œuvre des dispositifs de surveillance *ad hoc*.

Les problèmes de santé à surveiller, la nature des données à recueillir et des indicateurs à construire doivent être soigneusement définis mais le choix des priorités est difficile dans un contexte d'urgence. Deux approches peuvent être combinées pour déterminer les informations qui vont aider à éclairer des décisions d'intervention ou de protection :

- une réflexion préalable, à froid, ciblée sur les sites à risques, peut faciliter, sur la base de scénarios, la désignation de priorités de recueil d'informations sans pour autant offrir une garantie absolue d'anticipation de toutes les situations ;
- le déroulement de la catastrophe, l'observation de certains effets sur un nombre limité de personnes exposées (travailleurs d'un site accidenté) peuvent permettre également d'orienter les choix.

2.2.3 Alerter sur la survenue d'un problème de santé dont la nature ou l'ampleur n'étaient pas anticipées

Même lorsque l'on dispose de connaissances sur les dangers et les risques, prudence et circonspection s'imposent, ce d'autant que l'on a affaire à un événement majeur : des dispositifs de veille ou de vigilance post-catastrophe peuvent être nécessaires afin d'alerter sur des problèmes de santé que les connaissances acquises n'auraient pas permis de prédire.

L'épidémie de cancers de la thyroïde survenue plusieurs années après la catastrophe de Tchernobyl chez les enfants, en Biélorussie, Ukraine et Russie, n'avait pas été prédite ni anticipée par les experts, malgré les connaissances acquises sur les effets des rayonnements ionisants.

Il peut aussi s'agir d'alerter sur l'ampleur de problèmes de santé plutôt que sur leur nature car les données d'exposition sont peu fiables voire inexistantes ou car les risques sont difficiles à estimer. A cet égard, cette vigilance peut être nécessaire au-delà de la phase d'urgence car certains effets de l'exposition à des substances chimiques ou radioactives peuvent survenir à moyen ou long terme (cancers, effets héréditaires, effets neurologiques centraux, effets liés à l'accumulation de substances toxiques dans les reins...).

Le tableau suivant fournit quelques exemples des apports de dispositifs de surveillance dans les suites de catastrophes naturelles.

Tableau 7. Systèmes de surveillance épidémiologique mis en place dans différentes catastrophes environnementales

| Catastrophe | Système de surveillance épidémiologique (SSE) et types d'enquêtes | Résultats et implications en termes décisionnels |
|---|--|--|
| Tremblement de terre Guatemala Février 1976 (Spencer 1977) | <ul style="list-style-type: none"> • SSE de J2 à J19 • recueil quotidien des données de morbidité et de mortalité dans les hôpitaux et cliniques sur les 24 heures précédentes • données exprimées en pourcentage du nombre total de consultations de ces hôpitaux et cliniques | <ul style="list-style-type: none"> • démenti apporté aux rumeurs d'épidémie et arrêt des campagnes de vaccination entreprises par différents organismes • diminution de la demande de soins à partir de J4 ; nombre de lits hospitaliers suffisant • augmentation du nombre des morsures de chiens et mise en place d'une vaccination de ces animaux contre la rage |
| Tremblement de terre Italie du Nord Novembre 1981 (Alexander 1982) | <ul style="list-style-type: none"> • observatoire épidémiologique national mis en place en décembre et fonctionnant durant 4 mois • recueil quotidien des nouveaux cas de diverses affections (infectieuses et non infectieuses) par interview téléphonique auprès de 51 hôpitaux • recueil de données pour les mêmes affections sur les années précédant la catastrophe • activation d'un réseau d'épidémiologiste pour conduire des enquêtes si besoin | <ul style="list-style-type: none"> • faible augmentation des maladies infectieuses par rapport aux années précédentes • bonne adéquation du nombre de lits hospitaliers par rapport aux besoins • démenti apporté à une rumeur "d'épidémie de suicides" |
| Inondations Nîmes Octobre 1988 (Dab 1993) | <ul style="list-style-type: none"> • surveillance, après la catastrophe, de l'activité des services d'urgence et de la mortalité enregistrée à partir des certificats de décès • surveillance des maladies infectieuses à partir d'un réseau de médecins sentinelles • enquête descriptive en population pour explorer les raisons d'un nombre de victimes limité (tout de même 9 décès et 3 blessés) | <ul style="list-style-type: none"> • démenti apporté à une rumeur selon laquelle la catastrophe avait fait plusieurs centaines de victimes • l'enquête descriptive a montré : <ol style="list-style-type: none"> 1) la faible proportion des habitants exposés à la crue 2) le rôle important joué par la population dans le sauvetage des victimes |

3 Information

L'information constitue à la fois un enjeu de santé publique et un enjeu démocratique : il s'agit d'assurer la transparence sur les causes et les effets de la catastrophe mais aussi sur l'efficacité des interventions, de limiter, autant que faire se peut, la survenue de rumeurs et de répondre à des questions ponctuelles.

3.1 Les besoins d'informations des différents acteurs

L'information concerne les médias, le public, les victimes et les différents acteurs dont les professionnels de santé. Pour chacun d'eux, les niveaux d'information ne sont évidemment pas les mêmes (Verger 1999b) :

- le public a besoin d'une information générale sur l'impact de la catastrophe ;
- les victimes ont aussi besoin de cette information, au même titre que le public mais également car celle-ci a valeur de témoignage et de reconnaissance du préjudice subi collectivement ; les victimes (ou les personnes exposées) ont également besoin d'informations individualisées « pratiques », de « proximité » pour les aider à faire face et à s'adapter à la nouvelle situation engendrée par la catastrophe ;
- les décideurs et les professionnels de santé ont besoin d'être informés sur les risques sanitaires potentiels et observés.

Bien souvent, le bilan d'une catastrophe est limité aux conséquences matérielles et à un bilan sanitaire à court terme. L'épidémiologie peut apporter des informations utiles pour caractériser les populations exposées, les effets observés, en fonction des niveaux d'expositions, des caractéristiques individuelles et du temps écoulé depuis la catastrophe.

3.2 La contribution au débat démocratique

Les suites d'une catastrophe sont aussi des moments d'affrontement entre groupes de pression, industriels, représentants de la population, des salariés, élus et médias lors desquels l'information épidémiologique devient un enjeu. A cet égard, l'établissement aussi complet et fiable que possible de l'impact sanitaire d'une catastrophe est essentiel afin d'éclairer le débat démocratique sur l'ensemble des enjeux (sanitaires, sociaux et économiques) que peuvent soulever ces événements : ces enjeux concernent la gestion des catastrophes mais également les décisions concernant les investissements dans la

prévention des risques et les choix d'aménagement du territoire (implantation de sites industriels à risque, construction de logement près de ou dans des zones à risques...).

3.3 Le problème des rumeurs

Outre l'impératif de transparence et de diffusion des informations épidémiologiques produites, la communication peut avoir des effets propres après une catastrophe. Une communication étayée sur des données épidémiologiques fiables est susceptible de limiter la survenue de rumeurs ou, à défaut, d'apporter au public des éléments de réponse à une rumeur :

A Nîmes, après les inondations de 1988, une rumeur a couru sur des décès cachés par les autorités : une étude épidémiologique a été conduite en réponse à celle-ci afin de confirmer la mortalité liée à ces inondations, de préciser les circonstances d'exposition à l'inondation et de fournir des explications sur la "relativement" faible mortalité de cet événement (Duclos 1991).

Le même type de phénomène s'est reproduit à Toulouse, après l'explosion de l'usine AZF : des rumeurs ont couru sur un nombre considérable de décès secondaires « cachés par les autorités » ou parmi les patients de l'hôpital psychiatrique Marchand ; les conséquences potentielles de libération d'amiante lors des travaux de déblaiement sur les bâtiments endommagés ont été décrites comme une « bombe sanitaire à retardement ».

Cependant, la validité et la fiabilité des résultats épidémiologiques et leur production par des organismes indépendants ne sont pas toujours des garants d'une crédibilité et d'une acceptabilité élevées auprès du public ou des victimes.

Le rôle de suivi épidémiologique est apparu clairement dans les suites de l'accident survenu au décollage d'un avion cargo de la compagnie El-Al à Amsterdam-Schiphol en 1992. Les circonstances et le contenu du cargo, mal élucidées ont alimenté des rumeurs diverses sur la présence de produits toxiques et des expositions « cachées », notamment à l'uranium appauvri, qui auraient suivi cette catastrophe. Les inquiétudes vis à vis d'effets sanitaires possibles, notamment des cancers et une « épidémie » de symptomatologies médicalement inexplicables conduisirent les autorités néerlandaises, six ans plus tard, à commander une enquête destinée à investiguer les effets sanitaires de cette catastrophe et à publier la liste des produits contenus dans cet avion cargo (Yzermans 2003).

3.4 Réponse à des questions ponctuelles (agrégats de cas)

Enfin, lors de catastrophes avec rejets de substances chimiques ou radioactives dans l'environnement, des événements de santé très divers survenant à distance de la catastrophe sont susceptibles d'être attribués, à tort ou à raison, à la catastrophe. La détection d'agrégats spatio-temporels de cas est fréquente (Bard 1997) et peut appeler des réponses pour vérifier la réalité des excès et documenter l'imputabilité de ces agrégats à la catastrophe.

Suite à la catastrophe de Tchernobyl, plusieurs agrégats spatio-temporels de cas de trisomie 21 ont été détectés dans plusieurs pays peu exposés aux retombées de l'accident (Berlin, Ecosse). Des analyses effectuées à partir du réseau européen de registres de malformations congénitales (EUROCAT) n'ont pas montré de différence de prévalence à la naissance de cette anomalie avant et après l'accident, fournissant un argument en défaveur d'un lien entre ces clusters et les retombées de l'accident (Bard 1997).

4 **Besoins de connaissances**

Les conséquences des catastrophes peuvent être multiples mais ne sont pas toujours documentées ou précisées. Toute catastrophe constitue donc une opportunité pour accroître les connaissances et améliorer la réponse lors d'une catastrophe future.

Les apports de connaissance varient en fonction du type de catastrophe : certains aspects sont spécifiques du type de catastrophe (natures et niveaux de risques des effets sanitaires), tandis que d'autres peuvent être observés dans différents types de catastrophe (effets psychosociaux, effets sociétaux). Certaines connaissances acquises dans un contexte de catastrophe peuvent être utiles dans des situations dites normales.

4.1 Nature et niveaux de risques sanitaires

En dehors des effets psychosociaux, les questions relatives à la nature et aux niveaux de risques sanitaires se posent essentiellement lors de catastrophes ou d'événements lors desquels la population est exposée à des explosions et/ou à des substances chimiques ou radioactives. Les évaluations épidémiologiques peuvent être nécessaires dans un but d'identification des effets induits, de quantification des risques et d'identification des facteurs de vulnérabilité. La quantification des effets en fonction des niveaux d'exposition (relation dose-effet) est utile pour déterminer des indicateurs de risque à des fins de gestion de situations d'exposition normales ou accidentelles (limites de doses, niveaux d'intervention,

valeurs toxicologiques de référence – VTR –) ce d'autant que des résultats épidémiologiques ne sont pas disponibles par ailleurs.

Plusieurs années après l'accident de Tchernobyl, des études épidémiologiques cas-témoins ont été entreprises parmi les liquidateurs de l'accident provenant de Biélorussie, d'Estonie, de Latvie, de Lituanie et de Russie pour quantifier les risques d'une part de leucémie et lymphomes non hodgkiniens et d'autre part de cancers de la thyroïde. Les liquidateurs sont les personnes qui sont intervenues en 1986 et 1987 pour nettoyer la zone des 30 km autour du réacteur accidenté et construire le sarcophage. Elles ont été exposées à des doses en moyenne plus importantes que la population.

Des méthodes spécifiques ont dû être mises au point pour reconstituer à partir de questionnaires et des relevés de débit de dose sur les lieux de travail, les doses individuelles reçues par chacun de ces travailleurs inclus dans ces études épidémiologiques. Les résultats de l'étude des relations dose-effet seront très utiles pour vérifier si les limites de protection actuelles des travailleurs du nucléaire, basées sur les estimations de risques issues de l'analyse de la mortalité des survivants des bombardements de Hiroshima et Nagasaki, sont adéquates.

4.2 Effets psychosociaux

La question des effets psychosociaux se pose dans tous les types de catastrophe, bien qu'ils puissent varier d'une catastrophe à l'autre. En dépit d'un nombre croissant d'études, les effets psychosociaux, leurs facteurs de vulnérabilité et leurs répercussions en termes de santé publique ne sont pas encore bien établis, chez les enfants et adolescents tout particulièrement. L'amélioration des connaissances sur les effets psychosociaux de catastrophes devrait également permettre de mieux comprendre les effets de traumatismes individuels, liés ou non à des violences.

4.3 Efficacité des protections et des prises en charge au niveau individuel ou au niveau collectif

Le besoin de connaissances ne concerne pas seulement les effets mêmes des catastrophes mais aussi l'efficacité des interventions de protection et des prises en charge. Le problème se pose dans la prise en charge des conséquences psychologiques post-traumatiques : évaluation des stratégies de prévention et des stratégies de prise en charge sur les effets à moyen et à long terme. Il peut se poser aussi dans le domaine médical pour la prise en charge de pathologies spécifiques : pathologies consécutives aux irradiations aiguës, séquelles physiques et esthétiques de traumatismes et brûlures...

Par exemple, dans le domaine psychosocial, un des enjeux est la prévention des troubles post-traumatiques ; des interventions dites de “débriefing” sont préconisées dans un délai relativement court après un événement traumatique mais n’ont pas fait la preuve de leur efficacité (Aulagnier 2004).

Après la catastrophe de Tchernobyl, les résultats décevants des greffes de moelle osseuse effectuées chez les irradiés aigus ont relancé la recherche dans ce domaine pour proposer des traitements mieux adaptés et plus efficaces (Bard 1997).

Là encore, les connaissances acquises à l'occasion de catastrophes peuvent être utilisées, dans une certaine mesure, dans d'autres situations (prise en charge psychologique lors de traumatismes individuels dans le premier exemple, irradiations accidentelles médicales ou professionnelles dans le second).

4.4 Coûts économiques induits

Des essais de monétarisation ont porté sur les conséquences financières de risques environnementaux, notamment ceux liés à la pollution atmosphérique (Chanel 1996 ; Kunzli 2000) mais pas sur les effets sanitaires des catastrophes environnementales. L'évaluation des coûts sanitaires relatifs aux catastrophes environnementales à l'aide des relevés de consommation de soins (épisodes d'hospitalisation, consultations de médecins généralistes et/ou spécialistes, consommation de médicaments, arrêts de travail) dont les Caisses Primaires d'Assurance Maladie assurent la gestion, devrait faire l'objet d'une réflexion et d'un questionnement spécifiques.

La difficulté principale liée à l'exploitation de telles données tient dans la comparabilité des données avant et après catastrophe, afin de ne pas imputer à la survenue d'événements catastrophiques d'éventuelles (sur-)consommations médicales pré-existantes. Une difficulté corollaire de la précédente est l'horizon temporel considéré pour la monétarisation des coûts des catastrophes. Les résultats de la littérature sur les effets psychosociaux (cf. chapitre 2) montrent que les effets psychologiques occasionnés peuvent perdurer plusieurs années. Il s'agit alors de considérer des temporalités suffisamment longues pour garantir l'évaluation la plus exacte possible des conséquences financières liées aux effets sanitaires.

5 Soutien des communautés touchées et retour à la vie normale

L'organisation et la mise en place des mécanismes de soutien social et de compensation financière (relogements, reconnaissance de catastrophe naturelle, indemnisations) constituent un des enjeux fondamentaux d'une catastrophe : les retards d'indemnisation sont susceptibles d'aggraver considérablement les impacts sociétaux d'une catastrophe, de ralentir le retour à la vie normale et finalement de péjorer l'impact sociétal global. Ceci est d'autant plus probable que les populations touchées appartiennent à des groupes faibles sur le plan socio-économique. Pourtant, malgré les dispositifs existants, les aides apportées aux victimes sont encore trop souvent partielles et mises en place avec retard.

Les sinistrés : Ce grand chantier qui déprime - La Dépêche du Midi – 21 Mars 2002

« Il n'y a pas de raison qu'on y soit de notre poche ! ». Alors tant pis pour l'infarctus survenu en 1996, Gilles M. s'est relevé les manches, et, avec le soutien de son fils, il a pris l'initiative d'effectuer lui-même quelques réparations dans sa maison totalement dévastée de la rue Etienne-Bacqué. (...)

« De temps en temps, je m'arrête car je suis un peu essoufflé, concède l'ancien chauffeur routier. Mais comment faire autrement quand les assurances ne font pas ce qu'il faut. »

Et de fait, la municipalité a bien été obligée de constater que, six mois après l'explosion d'AZF, seuls 40 % des logements HLM, 11 % des copropriétés et 31 % des maisons individuelles avaient été entièrement réparés. (...)

« Il faudrait que la vie revienne pour que le commerce reparte. »

Et pour que le moral des sinistrés reparte avec lui. Route de Seysses, Jean-Louis C. est désespéré. Bien-sûr, il y a son chiffre d'affaires qui a plongé de 40 % depuis six mois. Mais le patron du tabac-presse pense surtout aux retraités du quartier. Privés de boulanger, de boucher et des services de Frio, ils n'ont d'autres recours que le bus pour aller faire leurs courses en ville ou au centre commercial de Basso-Cambo.

« Je fais bien dépôt de pain pour ceux qui ne peuvent pas se déplacer. Mais ce n'est pas suffisant », soupire Jean-Louis.

Durant cette phase de retour à la vie normale qui peut durer parfois plusieurs années, les difficultés persistent pour la population alors que la mobilisation des premières semaines s'estompe et que certains dispositifs de soutien s'interrompent.

Des difficultés particulières ont été rapportées plusieurs mois après l'accident d'AZF, sur le plan des soutiens tant pour améliorer les conditions de vie (transports, commerces, écoles...) que sur la prise en charge psychologique. Après plusieurs mois de fonctionnement, les dispositifs de soutien psychologique ont été interrompus du jour au lendemain. Ils ont été réinstaurés sur la base de données épidémiologiques montrant la durabilité des troubles post-traumatiques.

Cette transition d'une période de mobilisation initiale importante à un retour à la vie normale pose de nombreux problèmes souvent non anticipés. Parmi eux, l'absence d'articulation entre les aides mises en place en phase aiguë et celles nécessaires en phase post-accidentelle reflète l'absence de réflexion sur la planification des aides. Une transition de type « marche d'escalier » peut engendrer un problème d'accès aux soins et aggraver, dans la phase post-accidentelle, le sentiment d'abandon des personnes qui ont le plus souffert de la catastrophe. Des travaux épidémiologiques, économétriques et sociologiques sont indispensables pour appréhender les effets du reflux des aides, mesurer l'ampleur des conséquences sanitaires et psychosociales qui peuvent en découler et fournir des éléments pour guider l'organisation des dispositifs de soutien. Il est probablement essentiel de développer la réflexion sociologique sur le sens, en fonction de leurs modalités, des aides et soutiens dans les communautés touchées par une catastrophe.

6 Retour d'expérience

Bien que le retour d'expérience sur une catastrophe fasse partie de l'amélioration des connaissances, nous lui consacrons un paragraphe séparé car, tout en revêtant une importance particulière et bien que chaque catastrophe donne lieu à un ou plusieurs rapports d'expertise tirant le bilan de l'événement, le retour d'expérience effectué lors de chaque événement semble parcellaire et peu formalisé. Le retour d'expérience après une catastrophe a un double but :

- 1) Améliorer la prévention d'événements futurs en analysant les causes et les facteurs ayant favorisé la catastrophe (aménagement du territoire, sûreté des installations industrielles et des transports de matières dangereuses, prévention des attentats, systèmes d'alerte et de veille sanitaire) ;
- 2) Améliorer les dispositifs de gestion des conséquences : protection du public, prise en charge sanitaire et psychologique des victimes, information du public et des acteurs et indemnisation. Même si ces aspects sont souvent traités à des degrés divers dans les

rapports d'experts, le retour d'expérience doit s'appuyer sur une méthodologie un tant soit peu standardisée et systématique qui devrait comprendre :

- L'évaluation de la protection du public et des intervenants : il s'agit d'évaluer la couverture des mesures de protection et leurs délais de mise en œuvre. Ces évaluations sont essentielles car elles permettent de juger de l'efficacité des dispositifs existants en situation de crise : il est en effet malaisé de le faire à froid d'une façon réaliste ; même si les exercices constituent des tests indispensables, ils ne permettent pas de simuler les comportements et réactions des acteurs et du public en situation de catastrophe ;
- Le recueil de données socio-comportementales (par exemple, le pourcentage de population qui suit les consignes, qui les connaît etc....) : ces données, nécessaires pour « caler » les scénarios sur lesquels les plans d'intervention sont fondés, sont mal connues ; les évaluations sont difficilement envisageables si elles ne font pas partie intégrante des plans d'intervention ;
- L'évaluation des dispositifs d'indemnisation : l'évaluation de l'indemnisation et du soutien apporté aux communautés touchées (couverture, adéquation par rapport aux besoins, délais d'attribution, facteurs associés aux inadéquations) devraient être effectuées de façon systématique et rigoureuse ; on touche ici à un domaine particulièrement délicat puisque les organismes impliqués dans la réparation des dommages subis divulguent rarement ces informations ; des données déclaratives peuvent être recueillies auprès des victimes mais elles ne sont pas forcément fiables.

Le retour d'expérience peut s'appuyer sur l'épidémiologie ainsi que sur d'autres disciplines : la description des impacts sanitaires dans différents groupes de population fournit des éléments pour apprécier l'efficacité des mesures de protection ; la façon dont ces dernières ont été mises en place et les taux de couverture de la population sont aussi susceptibles d'être évalués. Des analyses socio-comportementales ainsi que des études économétriques peuvent aussi apporter des éléments utiles.

Finalement, le retour d'expérience concerne aussi la conception, la mise en œuvre, les résultats, leur diffusion et l'intérêt de la réponse épidémiologique même. Une telle réflexion est nécessaire pour formuler des recommandations concrètes pour le futur.

Chapitre 4. Proposition d'éléments de stratégie de recherche pour l'évaluation des conséquences psychosociales de catastrophes collectives d'origine naturelle ou humaine

1 Introduction

1.1 Violence et santé publique en France

Les années 2002-2004 ont vu se développer en France une réflexion approfondie sur la santé publique et son système de santé : en même temps qu'une loi était préparée puis votée pour réformer l'organisation du système de santé, des priorités nationales étaient définies, parmi lesquelles la lutte contre le cancer, la prévention des accidents de la route, la lutte contre le tabagisme, la prise en charge du handicap ; par ailleurs, un plan santé-environnement était préparé. Certains champs, notamment celui des violences, subies ou agies, ont été nouvellement appréhendés comme problèmes de santé publique (cf. Groupe Technique National de Définition des Objectifs pour la loi de santé publique – GTNDO¹¹ -). Pourtant, l'impact psychosocial des catastrophes naturelles ou humaines semble être resté, en partie, à l'écart de cette évolution, bien que des catastrophes naturelles qualifiées d'exceptionnelles, une dizaine d'années encore, se répètent annuellement depuis quelques années en France. En particulier, le rapport sur l'environnement et la santé (Momas 2004), préparé pour définir les priorités pour le plan santé environnement devant être présenté à la conférence de Budapest en juin 2004, écarte d'emblée la problématique des catastrophes environnementales tout en consacrant cependant un chapitre aux vagues de chaleur à la suite des événements de l'été 2003.

¹¹ Le Rapport du GTNDO est disponible à l'adresse suivante : <http://www.sante.gouv.fr/html/dossiers/losp>

1.2 Les catastrophes : un problème de santé publique insuffisamment pris en compte en termes de recherche

Les catastrophes soulèvent une question de fond dans nos sociétés occidentales : quels efforts de solidarité, d'organisation et de recherche sont-elles prêtes à consentir pour contribuer à leur prévention et au soutien des personnes, de plus en plus nombreuses, qui en sont les victimes ? Des efforts de prévention sont naturellement réalisés mais il est difficile de revenir en arrière sur des décennies d'urbanisation des zones à risque et les efforts qui pourraient être faits désormais ne sont susceptibles d'être effectifs qu'à long terme. Des plans existent pour organiser les secours et la protection du public face aux catastrophes mais ils ne sont pas systématiquement mis à jour, ne visent que la phase aiguë sans prévoir les mesures de retour à la normale en post-catastrophe – dans le domaine nucléaire, bien qu'un accident puisse conduire à une contamination durable des zones qui seraient touchées, il n'existe pas de plan post-accidentel. Des dispositifs d'aide psychologique pour prendre en charge les victimes sont mis en œuvre lors d'événements traumatiques collectifs mais avec quelle efficacité ? Des mécanismes de solidarité sont mis en place mais sont-ils suffisants ? Les victimes sont indemnisées, mais de quelle façon, dans quels délais et les préjudices subis sont-ils toujours bien réparés ? De nombreux témoignages font état de déficiences dans les mécanismes de réparation alors que bien souvent les catastrophes touchent les zones de précarité sociale (AZF, Somme, Arles...).

Lorsqu'elles se produisent, les catastrophes occupent le devant de la scène médiatique, mais tire-t-on pour autant un retour d'expérience « croisé » et global de ces événements à la hauteur des enjeux de santé publique qu'ils soulèvent – les bases de données qui enregistrent les accidents et catastrophes survenant sur le territoire national ne recueillent que des informations relativement sommaires d'où sont absentes les données relatives aux conséquences sanitaires et sociales. Une stratégie globale d'investigation et d'amélioration des connaissances concernant les conséquences sanitaires, psychosociales et sociétales des catastrophes en France n'est pas définie, en dépit de travaux de chercheurs et d'équipes isolées, voire d'agences conduits sur des événements récents (AZF, Aude, Somme) ou plus anciens (Vaison-la-Romaine, Tchernobyl).

1.3 Objectifs de ce chapitre

Un des objectifs de ce guide, dans le cadre de l'appel d'offre RIO2, est de proposer des éléments de réflexion sur une stratégie de recherche concernant les effets psychosociaux des inondations graves. Ceux-ci sont présentés dans le présent chapitre et sont en fait élargis aux catastrophes d'origine naturelle ou humaine. Ces éléments devront bien entendu être discutés par les organismes, les équipes de chercheurs, les professionnels de santé publique intéressés et les pouvoirs publics.

Nous proposons d'identifier les principales questions qui se posent encore au vu des connaissances acquises dans la littérature internationale (Rubonis 1991 ; Baum 1993 ; Bromet 1995 ; Verger 2003a) et de discuter les éléments d'une stratégie de recherche pour tenter d'y répondre.

2 Développer les connaissances sur les impacts psychosociaux et les facteurs de risque ou de protection

Dans ce paragraphe, nous abordons, au vu de la littérature, les objectifs des études post-catastrophe pour évaluer leurs impacts psychosociaux.

2.1 Décrire et quantifier l'impact psychologique en fonction du type d'agent stressant et de son intensité

Bien que de nombreuses études permettent de confirmer l'existence d'un lien entre l'exposition à une catastrophe et la survenue de troubles psychologiques (Rubonis 1991 ; Bromet 1995) de nombreuses questions restent posées sur la nature, la sévérité et la fréquence des troubles en fonction du type de population, du type de catastrophe, du degré d'exposition et de la nature des agents stressants.

2.1.1 Nature des troubles

Les études réalisées montrent que les conséquences psychosociales peuvent être spécifiques (ESPT) ou non (dépression, troubles anxieux, consommation de substances, syndromes de deuil pathologiques...) et inclure aussi un impact sur les comportements sociaux, les relations inter-personnelles, le travail, le fonctionnement personnel et la qualité de vie. Deux points méritent cependant d'être mieux précisés :

- 1- l'incidence des suicides et des tentatives de suicide au décours des catastrophes : si l'on peut s'attendre à leur augmentation car les suicides et tentatives de suicide constituent des complications de l'épisode de dépression majeure et de l'ESPT, cela n'a pas été confirmé jusqu'ici ;
- 2- le degré de co-morbidité des troubles post-traumatiques: les troubles de santé mentale sont rarement isolés : l'épisode de dépression majeure est dans 70 % des cas accompagné d'autres troubles (alcoolisme, troubles anxieux) (Boyer 1999) ; de même, l'ESPT est fréquemment associé, indépendamment des symptômes communs, à des troubles dépressifs ; la question se pose de savoir si un traumatisme psychologique est susceptible d'aggraver ou de favoriser cette co-morbidité. C'est une question essentielle car les stratégies de prise en charge peuvent différer selon que des troubles co-morbides sont ou non présents.

2.1.2 Types de population

- *Enfants et adolescents*

Relativement peu d'études ont été réalisées chez l'enfant et l'adolescent en raison des difficultés posées par les instruments d'évaluation dans ces tranches d'âge : les instruments standardisés utilisés chez l'adulte ne sont, pour la plupart, pas adaptés ni validés pour une utilisation chez l'enfant. Une des difficultés de la reconnaissance de troubles psychologiques chez l'adolescent réside dans le fait qu'il est difficile de distinguer sur le plan diagnostique, ce qui relève de comportements liés à des troubles de santé mentale et ce qui est lié à l'émergence de traits de caractère personnels (Beautrais 2000). Pourtant, on peut penser qu'enfants et adolescents sont particulièrement vulnérables aux traumatismes psychologiques ou aux événements stressants, qui peuvent constituer un facteur de risque de comportement suicidant à l'adolescence (Beautrais 2000). Les conséquences de catastrophes lors d'une exposition dans l'enfance ou à l'adolescence sont présentées au paragraphe 2.5 de la partie I du guide. Il importe de mieux documenter les effets de catastrophes chez les enfants et les adolescents et, pour ce faire, de conduire une réflexion méthodologique sur les moyens d'évaluation devant être mis en œuvre, en tenant compte de l'âge.

- *Intervenants (urgentistes, policiers, pompiers, militaires...)*

Les intervenants sont soumis à des stress multiples (menace vitale, blessures, exposition à des visions horribles...) lors d'événements variés qui peuvent induire des troubles psychologiques post-traumatiques. Mais la répétition de l'exposition à ces agents stressants,

l'implication active sur le théâtre des événements (catastrophes, guerres,...) et la préparation psychologique que ces personnes reçoivent pour faire face à ces situations sont susceptibles de modifier leurs réactions. Il importe donc de mieux évaluer les différences de réaction et de prévalence de troubles post-traumatiques qui peuvent être observées chez les intervenants par rapport aux victimes.

2.1.3 Type de catastrophe et nature des agents stressants

L'amélioration des connaissances est aussi nécessaire pour déterminer l'influence du type de catastrophe et de la nature des agents stressants sur la nature et la fréquence des troubles post-traumatiques.

- *Catastrophes technologiques » (nucléaires, chimiques...)*

Comme cela a été souligné dans le chapitre 2 de la partie I du guide, du point de vue de leur perception, certaines catastrophes technologiques (avec rejet de produits toxiques dans l'environnement) se distinguent des catastrophes naturelles : elles ne se traduisent pas de façon immédiatement visible pour le public car il n'y a pas, le plus souvent, de témoin de la présence du toxique. Par conséquent, « l'information » par la presse est souvent l'agent stressant initial. Il est donc possible que, dans ces situations, la prévalence des troubles, les groupements de symptômes et les facteurs de risque soient différents de ce qui est observé lors de catastrophes d'autres natures. Il semble en particulier que l'ESPT soit moins fréquent lors de catastrophes dites invisibles que lors de catastrophes naturelles (Green 1994). En ce qui concerne les accidents radiologiques, les études de leurs effets psychosociaux ont été reviewées par Pirard et al. (Pirard 1998). Dans l'ensemble, les études ont montré des troubles psychologiques en particulier chez les mères de jeunes enfants mais à des niveaux modérés ; elles suggèrent aussi un accroissement de la demande et la consommation de soins chez les personnes exposées (Houts 1984). Ces résultats sont à confirmer.

- *Exposition aiguë, répétée ou chronique*

La persistance d'agents stressants dans les suites d'une catastrophe – inondation durable comme dans la Somme en 2001 ou persistance d'une pollution chimique ou radiologique dans un territoire exposé (Seveso, Tchernobyl) – est susceptible d'en modifier l'impact en interagissant sur l'évolution naturelle des troubles et sur les capacités de résilience vis-à-vis d'eux.

- *Nature des agents stressants*

Des troubles post-traumatiques peuvent être observés chez des personnes n'ayant pas été directement exposées à une catastrophe collective mais impliquées à divers titres (proches des victimes par exemple...) : le fait de voir disparaître sous ses yeux un proche ou de perdre un proche dans une catastrophe peut constituer un traumatisme psychique : il est important de bien évaluer les conséquences de ces traumatismes afin de déterminer qui devrait bénéficier d'un soutien psychologique. Dans l'état actuel des connaissances, il reste difficile d'établir un lien spécifique entre le type d'agent stressant et le type de trouble.

Par ailleurs, il convient d'évaluer l'impact de blessures physiques surajoutées au traumatisme psychique : la présence d'une atteinte physique peut être un marqueur de l'intensité d'exposition au traumatisme psychique. Les études publiées n'ont pas toujours montré une relation entre la sévérité des blessures physiques (y compris les brûlures) et la prévalence des troubles post-traumatiques, notamment l'ESPT (Verger 2004). Certaines études sont négatives de ce point de vue tandis que d'autres ont observé que des blessures sévères constituaient un puissant déterminant des troubles post-traumatiques. Dans les premières, les auteurs ont souligné le rôle prédominant de la perception des agents stressants comme médiateur du développement de l'ESPT. Chez les secondes, deux hypothèses ont été formulées : les blessures plus sévères seraient associées à des réactions initiales de stress plus importantes, lesquelles sont prédictives de la survenue plus rapide et durable d'un ESPT. D'autres auteurs ont suggéré que les résultats dépendent du temps écoulé depuis l'événement et que les blessures peuvent devenir un meilleur déterminant à long terme car elle peuvent alors rappeler le traumatisme aux victimes.

2.2 Identifier les facteurs de vulnérabilité et les facteurs de protection vis-à-vis des conséquences psychosociales

Les facteurs de vulnérabilité des troubles psychologiques post-traumatiques sont présentés au chapitre 2.5 de la partie I. Parmi les facteurs personnels, une situation socio-économique défavorable ou un faible niveau d'éducation sont associés à des risques plus élevés de troubles post-traumatiques. Les femmes ont également un risque plus élevé mais leurs capacités de résilience ont aussi été soulignées. Parmi les autres facteurs de risque personnels, on peut citer certains traits de personnalité, les expériences passées de traumatisme, le style de coping (stratégies d'ajustement à un événement), les antécédents psychologiques ou psychiatriques, le fait d'avoir présenté, durant l'événement un épisode de dissociation ou des comportements de mal-adaptation ou de désorganisation, le fait d'avoir ou non été préparé, voire entraîné, sont diversement associés au risques de troubles post-traumatiques.

Les facteurs de vulnérabilité peuvent aussi être sociétaux qu'ils s'agisse des prescriptions socioculturelles, des réseaux de soutien et de leur perception ou encore des ressources de la communauté affectée. Ils jouent notamment un rôle crucial dans les processus de retour à la normale aux niveaux individuel et collectif.

Il reste difficile de prédire, face à un même type de stress, quel individu est plus susceptible de développer un état de stress post-traumatique que tel autre. Les connaissances doivent donc être approfondies à ce sujet afin de mieux étayer et cibler des stratégies de dépistage de sujets à risque. Une voie qui devrait être approfondie est de mieux tenir compte de façon simultanée, dans l'analyse des déterminants des conséquences post-traumatiques, des interactions entre l'individu et son environnement social. Pour ce faire, il nous paraît devoir être recommandé de rapprocher les travaux épidémiologiques de ceux des sciences sociales (sociologie, économie,...) et, au plan analytique, de construire des modèles intégrant les dimensions individuelles et socio-environnementales. Cette démarche a été entreprise, d'ailleurs, dans le domaine des inégalités sociales de santé (Fassin 2003 ; Goldberg 2003). Une réflexion devrait être menée en France, à partir des travaux sociologiques conduits sur les communautés touchées par des catastrophes, sur les variables qui pourraient être construites pour intégrer, dans les modélisations, des éléments permettant de caractériser les réactions et les états de toute ou partie de la communauté touchée lors d'une catastrophe.

2.3 Evaluer et suivre les conséquences sociales de la catastrophe, au-delà de l'événement initial

Comme nous l'avons déjà souligné dans ce guide, le retard ou le caractère incomplet des dispositifs de soutien auprès d'une communauté touchée par une catastrophe sont susceptibles de constituer, au niveau collectif, une seconde catastrophe dans la catastrophe et au niveau individuel, des agents stressants supplémentaires, particulièrement pour les sujets les plus vulnérables. L'évaluation et le suivi, au delà des conséquences immédiates, des conséquences sociales d'une catastrophe aux plans individuel et collectif constitue un objectif à retombée décisionnelle directe, habituellement fort mal documenté lors de divers événements. Cette évaluation concerne les sphères suivantes :

- Logement : durée de l'évacuation du logement, conditions d'hébergement ou de relogement ou de restauration du logement, problèmes liés au rééquipement du logement (meubles, vêtements, appareils ménagers...);
- Travail (chômage technique ou partiel, d'un seul ou des deux conjoints) ;

- Vie quotidienne (alimentation, changement d'établissement scolaire...) et transport (perte des moyens de transport personnels, ...)
- Vie de famille, vie de couple (perte de proches, séparations...)
- Difficultés administratives (assurances, demandes d'aides... ; pertes de documents administratifs dans la catastrophe...)
- Vie sociale (isolement, soutien de proches, de voisins, organisation de la solidarité...).
- Préjudices financiers (montant des pertes liés aux biens personnels et à la perte du travail)
- Réparation et aides : délais et niveaux.

L'ensemble de ces points, qui ne relèvent pas strictement d'une approche épidémiologique, devrait être régulièrement évalué dans les suites d'une catastrophe auprès de la communauté touchée afin de suivre l'évolution de la situation et de fournir aux pouvoirs publics et aux organisations impliquées, des éléments quantitatifs et rigoureux leur permettant d'adapter, dans des délais raisonnables, les dispositifs d'aide et de soutien.

2.4 Evaluer l'impact économique des conséquences psychosociales (en dehors des conséquences matérielles et des conséquences somatiques)

L'examen des études cherchant à identifier le montant économique des conséquences de catastrophes naturelles ou industrielles révèle une forte inégalité des connaissances entre l'évaluation économique des dégâts matériels et celle des préjudices humains.

D'une part, les dégâts matériels font effectivement l'objet de chiffrages systématiques utilisés à des fins d'indemnisation. Le dispositif juridique d'indemnisation a été instauré par la loi du 13 juillet 1982 pour offrir aux sinistrés une véritable garantie de protection contre les dommages matériels dus aux catastrophes naturelles ; il fait appel à la fois aux sociétés d'assurance et aux pouvoirs publics.

D'autre part, l'évaluation économique des traumatismes aux personnes a jusqu'à présent, et à de très rares exceptions près, essentiellement porté sur les préjudices les plus apparents et les plus immédiats (personnes décédées ou blessées). La raison vient sans doute du fait qu'aucun dispositif ne permet, à l'heure actuelle, d'aller au-delà du seul recensement des victimes ou de l'identification des préjudices qui sont, instantanément, les plus apparents. De plus, la nature et la diversité des conséquences sanitaires de ces événements ne font pas l'objet d'une surveillance et d'un recueil de données systématiques, tout comme, plus largement, celles des événements de type traumatique (accidents, attentats, guerres). En

particulier, les conséquences psychosociales ne sont pas renseignées. Celles-ci ne sont que peu ou pas du tout prises en compte dans l'évaluation des conséquences de ce type d'événement. Pourtant, leur valorisation économique est supposée faire apparaître des coûts importants pour les individus et plus largement pour la société (Solomon 1997). Cinq pourcent des américains et 10 à 12 % des américaines souffrent d'un état de stress post-traumatique (ESPT) dans leur existence (Solomon 1997). Chez 25 % des personnes ayant vécu un événement traumatique à un moment donné de leur vie, l'ESPT se traduit par un retentissement net sur la santé, sous la forme d'une altération de leur santé mentale (Hidalgo 2000). Quatre vingt pour cent des personnes présentant un ESPT souffrent d'autres troubles psychiatriques (Solomon 1997 ; Chan 2003). Plusieurs études montrent en particulier que les conséquences psychosociales de l'exposition à des situations ayant un fort retentissement sur la santé mentale des individus -- accidents, guerres, attentats -- (Chan 2003 ; Marshall 1998 & 2000 ; Jack 2002), se traduisant notamment par un ESPT, peuvent aboutir chez les personnes exposées à des consommations de soins significativement plus élevées, et potentiellement pérennes, que celles des personnes non-exposées. Chez les femmes américaines, ces différences de recours et de consommations de soins peuvent aller de 38 % (personnes ayant un fort score d'ESPT versus un score moyen) à 104 % (personnes ayant un fort score d'ESPT versus un score faible), une fois contrôlés les co-morbidités et les facteurs démographiques (Walker 2003).

En revanche, la valorisation des coûts « humains », et notamment psychosociaux, des conséquences de catastrophes naturelles ou d'origine humaine à proprement parler en est à un stade très embryonnaire et, à notre connaissance, les références publiées en la matière sont rares alors que les méthodes mobilisables pour mener à bien de telles études ne semblent pas disjointes de celles utilisées dans l'approche des problèmes plus généraux de santé environnementale (voir, par exemple, le cas français du coût économique des effets sanitaires de la pollution atmosphérique) (Chanel 1996, 2000 & 2001). Au niveau national comme à l'échelle internationale, le constat de la documentation insuffisante du coût économique individuel et collectif lié aux problèmes psychosociaux causés par les événements traumatiques, et notamment les catastrophes naturelles ou industrielles, est répandu (Solomon 1997 ; Jack 2002).

2.5 Etudier les impacts sociaux

Le retour d'expérience de la catastrophe de Tchernobyl indique la possibilité de conséquences « sociales » importantes dans certains types de catastrophes, conséquences qu'il convient d'évaluer. Les catastrophes peuvent notamment avoir des répercussions socio-démographiques (mouvements de population, structure de la population). Elles peuvent aussi induire des modifications de comportement (natalité, modes de vie, habitudes alimentaires...) (Bard 1997). Ces conséquences peuvent déboucher sur un certain nombre de décisions en matière de politique de prévention, d'aménagement du territoire, d'organisation de l'expertise... qu'ils convient d'analyser. Nous les mentionnons ici, bien que ce type d'analyse ne relève pas de l'épidémiologie mais des sciences sociales.

Enfin, des études qualitatives et sociologiques sont également nécessaires afin de mieux comprendre les réactions collectives en cas de catastrophe, notamment les mécanismes de retour à la vie normale qui peuvent s'instaurer au sein des communautés touchées afin de proposer des stratégies de soutien mieux adaptées et plus efficaces.

2.6 Améliorer les connaissances sur l'efficacité des pratiques de prise en charge des troubles psychologiques post-traumatiques et sur les déterminants du recours aux soins chez les victimes

Comme cela est discuté dans le paragraphe 2.5.3 (partie I), certaines pratiques de prise en charge précoce des conséquences psychologiques post-traumatiques sont remises en cause, notamment le débriefing psychologique, dont un des principaux objectifs est la prévention de ces troubles (Raphael 1995 ; Arendt 2001 ; Aulagnier 2004).

Par ailleurs, bien que des études aient été réalisées pour évaluer certaines thérapies comportementales, les résultats manquent à la fois sur l'efficacité des antidépresseurs sur l'ESPT ainsi que sur les stratégies globales de traitement (indications et efficacité de l'association de diverses techniques de psychothérapies et de traitements médicamenteux).

Ces deux aspects relèvent de l'épidémiologie clinique et ne sont donc pas détaillés dans ce chapitre. Un projet d'étude multicentrique en France pour évaluer les effets du débriefing psychologique « à la française » devrait être mis en œuvre en 2004 sous l'égide de la Direction Générale de la santé.

Une autre question concerne les déterminants du recours au soutien psychologique des victimes de catastrophes. Depuis quelques années, existe en France un dispositif, les cellules d'urgence médico-psychologique (CUMP), qui peut être mobilisé lors de

catastrophes collectives pour apporter un soutien aux victimes. Ce dispositif est conçu pour intervenir à chaud et dans un temps limité. Un relais doit être pris ensuite par les autres dispositifs de prise en charge ou de soins psychologiques habituels du secteur ou par les médecins ou psychiatres libéraux. Plusieurs questions se posent quant à cette intervention (en dehors de l'efficacité même du débriefing) :

- En termes de contenu : il semble que les modalités et contenus d'intervention varient d'une cellule à l'autre ;
- En termes de couverture : bien que ces cellules comportent souvent des équipes mobiles qui vont au devant des victimes, notamment dans les centres d'hébergement, se pose la question d'évaluer la proportion des victimes qui bénéficient, lors d'un événement, de ce soutien, de nombreuses personnes pouvant être réticentes à y recourir par elle mêmes ;
- En termes d'articulation entre la période aiguë et la phase de post-crise : les conséquences psychologiques post-traumatiques peuvent être durables et survenir de façon différée (plusieurs semaines à plusieurs mois après la catastrophe) ; un phénomène de « palier » a été observé lors de la levée subite du dispositif de soutien psychologique dans les suites de la catastrophe d'AZF qui a conduit au rétablissement de ce dispositif ; la question se pose donc de déterminer comment le relais est pris pour un suivi psychologique, entre le dispositif CUMP et le système habituel de prise de charge ;
- En termes de déterminants du recours : qu'il s'agisse du recours initial à un soutien psychologique ou bien du relais entre le dispositif de crise et le système habituel de prise en charge, la question se pose aussi d'identifier les déterminants du recours et, notamment, le profil des personnes n'ayant pas recours à l'aide des CUMP ou plus largement à un soutien psychologique, par un spécialiste ou un généraliste, à court ou à plus long terme ; ceci est utile pour mieux adapter les stratégies de soutien et de prise en charge.

3 Stratégies de recherche

3.1 Problèmes méthodologiques dans la comparaison des résultats des études post-catastrophe

Il a été bien montré que les résultats divergents obtenus dans les études des conséquences psychosociales de catastrophes sont, pour partie, liés aux différences méthodologiques entre études (Rubonis 1991). Ces différences portent d'abord sur les types d'étude (cas-témoins, transversal, cohorte : voir le Module I partie III) et sur les instruments psychométriques utilisés dont les qualités sont variables (les critères de qualité et de validité des instruments psychométriques sont expliqués au module VI, ainsi que les instruments recommandés pour des études post-catastrophe et validés en langue française). Une 3^{ème} source de discordance et de variabilité entre études réside dans les méthodes d'évaluation de l'exposition aux catastrophes et aux agents stressants (Module V). Il est donc important, dans l'étude des conséquences psychosociales des catastrophes de se référer à un cadre conceptuel précis et à une méthodologie standardisée.

3.2 Référence à des modèles théoriques

Depuis 40 ans, de nombreuses études épidémiologiques ont évalué les conséquences psychologiques post-traumatiques à court ou long terme de catastrophes d'origine naturelle ou humaine (Bromet 1995). De nombreuses études sont centrées sur l'événement lui-même plutôt qu'établies à partir de bases théoriques : une recherche conduite en fonction de modèles théoriques, pour mieux comprendre les mécanismes, les déterminants et les médiateurs de la réponse aux traumatismes psychiques est plus susceptible de conduire à des résultats intéressants que des études purement descriptives (Baum 1993). On pourra se référer, sur ces aspects à l'ouvrage suivant : *International Handbook of Traumatic Stress Syndromes*, Wilson JP and Raphael B. (Plenum Press, New York, London, 1993).

Un 1^{er} point réside dans la caractérisation des dimensions des événements auxquels on s'intéresse. Il est tout d'abord indispensable d'avancer dans la conceptualisation de la structure des traumatismes lors de catastrophes, alors que ceux-ci sont de natures extrêmement diverses (Baum 1993). En dehors de leur caractère multidimensionnel, un aspect devant être précisé est leur caractère aigu et isolé, ou répété voir chronique, même si le moment précis lors duquel l'événement traumatisant cesse est loin d'être toujours évident. Il est ensuite essentiel de préciser quelles sont les expériences (agents stressants) qui peuvent constituer un traumatisme psychique et quel impact ces expériences entraînent

dans différents groupes de population. Ceci peut aider à déterminer quelles populations exposées devraient être prises en charge, à adapter le contenu de la prise en charge et à mieux appréhender les mécanismes pathologiques de la réponse au traumatisme.

◆ Le modèle général de Green et Wilson

Un modèle général théorique et conceptuel de réponse à un événement traumatique collectif ou individuel a été proposé par Green (1985) et Wilson (1989) (Green 1985 ; Wilson 1989). Ce modèle prend en compte : les caractéristiques de l'événement et de l'expérience traumatique, les facteurs personnels de l'individu, l'environnement socio-culturel dans lequel l'événement se produit, la façon dont l'expérience d'exposition aux agents stressants est appréhendée et intégrée par l'individu et la gamme de conséquences post-traumatiques possibles.

▪ *L'expérience traumatique :*

Comme nous venons de le souligner, elle est souvent multidimensionnelle et comprend d'abord deux principaux types de traumatismes 1) *la rencontre avec la mort* et la destruction (vision d'horreurs) 2) *les pertes* (de proches, de biens matériels, de travail, de réseau social...). L'expérience traumatique est aussi souvent associée à d'autres dimensions : 1) *la rupture* liée à l'évacuation et à la perte de sa maison, de sa famille, de sa communauté 2) *des conflits moraux* et de responsabilité liés aux rôles joués par les individus au cours de l'événement 3) *le caractère intentionnel* d'une agression 4) *la responsabilité du décès* ou d'un dommage pour autrui 5) l'exposition à des *menaces invisibles* (toxiques, rayonnements ionisants) 6) la perte du *sentiment personnel d'invulnérabilité*. La perception de l'exposition, la sévérité et la durée d'exposition à ces agents stressants et le degré d'anticipation et de préparation, interfèrent avec l'expérience traumatique.

▪ *Les facteurs personnels :*

Ils sont évoqués au paragraphe 2.2 de ce chapitre et recouvrent les facteurs personnels et sociaux. La façon dont ces différents facteurs interagissent avec les différentes dimensions de l'expérience traumatique est complexe et mérite des efforts de recherche afin de mieux identifier leur signification et leur contribution.

▪ *Milieu socio-culturel :*

La signification donnée par la société à l'événement traumatique, la façon dont celle-ci le définit et dont elle organise et prescrit la réponse pour faciliter le retour à la normale, ont une influence sur les conséquences psychosociales pour les individus. Notamment, les prescriptions socio-culturelles jouent un rôle clef dans l'appréciation de ce que sont une

souffrance et une victime légitimes ; un soutien et une réparation peuvent être disponibles et attendus ou bien devenir de nouveaux agents stressants.

Des réseaux de soutien et un soutien social sont des facteurs importants dans les processus de retour à la normale dans les traumatismes individuels et collectifs. Les ressources de la communauté touchée restant après la catastrophe ont une influence déterminante dans la capacité de l'environnement social à soutenir les efforts des victimes à « s'en sortir ».

▪ *Processus d'appréhension d'un traumatisme psychique par l'individu*

Horowitz a proposé un modèle généralisé d'appréhension d'un événement de vie traumatique en plusieurs phases, dérivé des observations cliniques et des études de terrain (Horowitz 1993). La réaction immédiate et normale à un événement de vie traumatique est souvent une réaction d'alarme, accompagnée d'une forte émotion et d'un sentiment de peur intense : durant cette phase initiale, la personne évalue rapidement les implications de l'événement, interrompt ses occupations ordinaires et exprime des signaux d'alarme (outcry phase). Cette phase n'est pas systématique et peut apparaître de façon décalée dans le temps, lorsque la personne diminue ses barrières de défense.

Une phase durant laquelle apparaissent les symptômes d'une réaction de stress peut suivre et se traduire par deux types d'états mentaux, en général successifs : une réaction d'intrusion (réactions émotionnelles brutales et incontrôlées relatives à l'événement, actions compulsives, images et idées intrusives et répétitives, pseudo hallucinations, hypervigilance ...) et une réaction de déni caractérisée par un émoussement des affects et durant laquelle le sujet ignore les implications de la menace ou des pertes, oublie des choses importantes, se désintéresse des choses...

La phase de résilience (working through) est une phase de progrès dans les pensées, sentiments, communications et relations aux autres concernant les thèmes qui ont entraîné une détresse particulièrement importante dans les phases précédentes. Cette phase correspond à un travail important d'intégration d'informations nouvelles et d'interactions sociales ; elle implique une sorte de processus de décision sur ce que l'événement traumatique signifie et implique dans l'organisation du soi, préparant l'individu à accepter une nouvelle situation de ce que lui-même et son environnement sont devenus après l'événement. Enfin, la phase de résolution marque la fin des processus actifs de résilience et d'intégration de l'événement traumatique.

Les réponses aux expériences traumatiques sont souvent discutées en terme de processus d'intégration d'une nouvelle information non compatible avec les schémas internes préexistants et les modèles mentaux sur la façon dont le soi s'articule avec l'environnement extérieur. La première phase du processus implique une première auto-évaluation par

l'individu de la meilleure façon de faire face à l'événement. Un contrôle inhibiteur excessif peut interrompre le processus d'assimilation et d'adaptation qui suit et conduire à la phase de déni et d'émoussement des affects des syndromes de stress post-traumatique. L'échec de ce contrôle conduit soit à la poursuite de la phase de réaction initiale (« outcry »), soit à un état de panique soit enfin à la phase d'intrusion. Une réaction de contrôle optimale réduit les processus émotionnels et d'idéation à des niveaux tolérables.

▪ *Les conséquences psychosociales :*

Elles vont dépendre des dimensions de l'événement traumatique citées plus haut, de l'interaction entre ces dimensions et le système « sociétal » dans son ensemble, du temps écoulé depuis l'accident et du chemin parcouru par l'individu dans le processus d'intégration de son expérience traumatique.

♦ **La théorie de « conservation des ressources » de Hobfoll**

Alors que certaines théories du stress dépeignent celui-ci comme résultant principalement d'un processus cognitif d'évaluation par le sujet (appraisal-based theories (Lazarus 1984), les théories de conservation des ressources (resource-based theories) proposent une approche intégrée considérant à la fois les processus individuels et environnementaux (Hobfoll 2001). Ces théories considèrent en effet que les risques de troubles post-traumatiques résultent du plus ou moins bon ajustement entre, d'une part, les demandes externes auxquelles l'individu doit faire face et, d'autre part, ses ressources personnelles, sociales, économiques et environnementales.

Ces théories reposent sur l'axiome suivant : les individus s'efforcent d'obtenir, de garder, de protéger et de renforcer tout ce à quoi ils attachent une valeur. Les entités auxquelles une valeur est attachée par les individus sont appelées des ressources et il peut s'agir d'objets, de caractéristiques personnelles, de conditions diverses... Les ressources ne sont pas uniquement déterminées au plan individuel mais peuvent aussi être transculturelles ou le produit d'une culture particulière (Tableau 8). Notamment, leur ordre d'importance est le produit de chaque culture. Il s'ensuit que des conséquences post-traumatiques peuvent survenir lorsqu'il y a menace de perte ou perte non ou partiellement compensée des ressources de l'individu. Les expériences vécues ou agents stressants lors de catastrophes (deuil, menace de mort, menace de son intégrité corporelle ou de celle de ses proches, pertes de biens (maisons, affaires personnelles,...) et leurs conséquences (perte de la stabilité familiale, financière, perte du travail) sont interprétées comme des pertes -- ou menaces de pertes -- de ressources.

Cette théorie permet d'avancer l'hypothèse que le cumul d'agents stressants lors d'une catastrophe ou une exposition durable à ces agents stressants peut être associé à un risque accru de troubles post-traumatiques. Plusieurs études réalisées à la suite de catastrophes naturelles ont apporté des éléments à l'appui de cette théorie (Carver 1993 ; Freedy 1994 ; Ironson 1997 ; Norris 1999 ; Verger 2003b).

Tableau 8 : Liste de ressources identifiées et proposées par Hobfoll dans le cadre de sa théorie sur la conservation des ressources (Hobfoll 2001)

| | | |
|---|--|---|
| Moyen de transport personnel (voiture...) | Pouvoir manger à sa faim | Ressources financières adéquates |
| Sentiments d'avoir du succès | Avoir un logement plus grand que ce dont on a besoin | Sentiment d'indépendance |
| Avoir du temps pour un sommeil suffisant | Sens de l'humour | Sens de la camaraderie |
| Avoir fait un bon mariage | Intimité avec son époux(se) ou partenaire | Biens financiers (propriétés...) |
| Sentiment d'être utile aux autres | Avoir des meubles dont on a besoin | Savoir où l'on va dans la vie |
| Famille stable | Sentiment de contrôler sa vie | Se sentir aimé des autres |
| Temps libre | Avoir un rôle de leader | Stabilité financière |
| Avoir plus de vêtements qu'on en a besoin | Capacité de bien communiquer | Sentiment que sa vie a un sens |
| Sentiment de fierté de soi | Fournir l'essentiel à ses enfants | Sentiments positifs à son égard |
| Intimité avec un ou plusieurs membres de sa famille | Sentiment d'être en paix | Connaître des personnes dont on peut apprendre |
| Temps pour le travail | Reconnaissance de ses accomplissements | Avoir de l'argent pour se déplacer |
| Sentiments d'accomplir ses objectifs | Capacité d'organiser des tâches | Avoir de l'aide au travail |
| Bonne relations avec ses enfants | Sens de l'engagement | Assurance médicale |
| Temps avec les êtres chers | Intimité avec au moins un(e) ami(e) | Assurance retraite |
| Avoir les outils nécessaires pour son travail | Avoir de l'argent pour des extras | Etre aidé pour les tâches à la maison |
| Avoir des enfants en bonne santé | Sens de l'auto-discipline | Avoir des amis loyaux |
| Etre endurant | Etre compris de ses employés/de son patron | Avoir de l'argent pour avancer ou progresser (formation...) |
| Avoir les équipements ménagers nécessaires | Motivation pour faire les choses | Aide pour élever des enfants |
| Etre en bonne santé | Santé de son époux(se)/partenaire | Etre impliqué et partager les mêmes intérêts que d'autres |
| Avoir un logement adapté à ses propres besoins | Soutien de ses collègues de travail | Pouvoir bénéficier d'une aide financière si nécessaire |
| Sens de l'optimisme | Sentiment de savoir qui on est | Santé de sa famille ou amis proches |
| Supériorité d'âge au travail | Niveau d'éducation et formation professionnelle | |

3.3 Problèmes méthodologiques dans l'évaluation de l'exposition à une catastrophe

Une source importante de discordance et de variabilité entre études réside dans les méthodes d'évaluation de l'exposition aux catastrophes et aux agents stressants. Bien que cette question ait été soulevée dans quelques articles méthodologiques (Rubonis 1991 ; Baum 1993 ; Green 1993 ; Carr 1997 ; Verger 2003a), peu de publications portent sur cette question et ont fait des recommandations.

Quatre principaux problèmes méthodologiques se posent dans l'évaluation de l'exposition individuelle à une catastrophe naturelle et à ses agents stressants : 1) l'évaluation subjective par les sujets 2) le besoin de tester des relations du type « exposition-effet » 3) la confusion par des variables cognitives 4) le manque de standardisation des outils d'évaluation.

3.3.1 L'évaluation subjective reposant sur les sujets

Les sujets sont la meilleure source d'information sur ce qui leur est arrivé lors d'une catastrophe. Mais l'expérience de la catastrophe peut être appréhendée de façon très différente d'un individu à l'autre, en fonction notamment, de ses propres caractéristiques psychologiques et de sa façon de s'ajuster à une situation de stress (« coping style »). La façon dont un individu relate son expérience peut aussi dépendre de son état émotionnel au moment où le recueil d'information a lieu (Verger 2000). Il peut donc y avoir à la fois biais de déclaration et biais de mémorisation. Sur ce dernier point, certaines études indiquent que les individus se souviennent de façon relativement fiable sur de longues périodes des éléments factuels lors de catastrophe (pertes de proches par exemple). Mais, la fiabilité de la mémorisation d'éléments plus subjectifs tels que, par exemple, la menace à l'intégrité corporelle, est moins bonne (Green 1993). Ces points soulèvent donc les problèmes de fiabilité et de reproductibilité des informations recueillies pour évaluer par questionnaire l'expérience d'exposition à une catastrophe, problèmes plus importants dans les dispositifs épidémiologiques lors desquels l'information sur l'exposition est recueillie de façon rétrospective, longtemps après l'événement (Verger 2000).

3.3.2 Test de relations de type exposition-effet et indicateurs d'exposition cumulée

Pour établir un lien causal entre les troubles psychologiques post-traumatiques (qui, en dehors de l'ESPT, peuvent être non spécifiques : dépression), il est important de tester des relations de type « exposition-effet ». Cela pose le problème de la construction d'indicateurs de cumul d'exposition aux divers agents stressants. A cet égard, une méthodologie a été

publiée dans le Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology en 2003 (Verger 2003a) qui permet de sélectionner, à partir d'un ensemble de variables d'un questionnaire, celles qui peuvent entrer dans la composition d'un indicateur de cumul d'exposition à des agents stressants différents. Cette approche permet une étude beaucoup plus puissante et fine à la fois de l'impact d'une catastrophe ; des liens très significatifs entre le niveau d'exposition cumulé aux agents stressants et l'intensité et la sévérité de symptômes d'ESPT (Verger 2000), mais aussi de troubles anxieux et dépressifs (Verger 1999) ont été observés.

3.3.3 Confusion par des variables cognitives (« biais cognitifs »)

Les variables cognitives telles que « l'anxiété trait » ou la perception des risques ou l'opinion sur les conséquences de catastrophes peuvent être des « variables médiatrices » importantes dans la relation entre l'exposition à la catastrophe et les problèmes de santé subjectifs. Elles devraient être prises en compte comme facteurs de confusion dans les modèles étudiant cette relation (Havenaar 2003). Il est donc recommandé de les inclure dans les questionnaires et analyses.

3.3.4 Manque de standardisation des outils d'évaluation

Enfin, dans la plupart des études, les instruments d'évaluation des agents stressants diffèrent dans leur structure, le nombre d'items, le contenu des questions et les échelles de réponse, bien que des agents stressants puissent être similaires d'une catastrophe à l'autre. Green a proposé une classification des agents stressants selon 8 dimensions génériques dont certaines, mais pas toutes, s'appliquent au contexte d'une catastrophe.

Tableau 9. Classification des agents stressants selon Green (Green 1993)

| Degré | Expérience |
|-------|---|
| I | Menace sérieuse à la vie ou à l'intégrité physique du sujet |
| II | Blessures physiques sévères |
| III | Agressions intentionnelles |
| IV | Découverte de personnes gravement blessées ou mortes |
| V | Perte violente ou soudaine d'un proche |
| VI | Agressions sur un proche |
| VII | Exposition à un agent toxique |
| VIII | Causer la mort ou des blessures sévères à quelqu'un |

La menace sur la vie ou l'intégrité physique – degré I -- est reconnue pour être associée de manière significative aux symptômes de stress et constituer un fort prédicteur de stress post-traumatique à moyen et long-terme (Gleser 1981 ; Kulka 1990). Le 2^{ème} degré d'exposition -- blessures physiques sévères -- a été moins fréquemment étudié en terme de conséquences psychologiques. Toutefois, plusieurs études ont mis en évidence une association entre la présence de blessures sévères et l'apparition de troubles d'ordre psychologique tels que des troubles affectifs (Green 1985) ou des symptômes d'ESPT (Fukunishi 1999).

Les agressions ou les violences intentionnelles (violences familiales, viols, tortures...) -- degré d'exposition III -- ont été plus largement étudiées. Si ce niveau d'exposition peut être rapproché du niveau II, il est toutefois important de garder à l'esprit le caractère ici intentionnel de l'agression lequel constitue une dimension supplémentaire à gérer pour la victime. Ces traumatismes sont associés à des troubles anxieux, des troubles dépressifs et des troubles d'ESPT (Donaldson 1985 ; McCormack 1988 ; Kilpatrick 1989).

L'exposition à la mort (mort subite à la suite d'un accident, transport de cadavres...) -- degré d'exposition IV -- a été fréquemment étudié auprès de secouristes intervenant au moment de la catastrophe ou bien dans ses suites immédiates et auprès de militaires ou de soldats. Elle est associée à de fortes répercussions psychologiques à long terme (Taylor 1982 ; Green 1985 ; Green 1989).

La perte soudaine ou violente d'un proche -- niveau V -- est également un déterminant important d'ESPT (Gleser 1981 ; Murphy 1984 ; McFarlane 1986 ; Breslau 1987). Par contre, le degré VI -- apprendre ou être témoin d'agressions sur un proche (ou apprendre qu'un proche a reçu des violences) -- bien que considéré comme un facteur de risque d'ESPT d'après le DSM-III-R (APA 1992), a été peu étudié (Green 1993).

La connaissance de l'exposition à un agent nocif -- Niveau VII -- est également un facteur de risque d'ESPT ou de symptômes de stress. Enfin le fait de causer la mort ou une blessure grave à une personne de manière non intentionnelle -- Niveau VIII -- a fait l'objet de peu d'études. Les conséquences de tels événements ont été étudiées essentiellement auprès de soldats, militaires ou policiers, mettant en évidence une association entre cet acte et le risques d'ESPT (Solomon 1986). Aucune étude n'a été réalisée à l'heure actuelle en population générale sur cette question.

3.3.5 Recommandations pour la construction de questionnaires d'évaluation de l'exposition aux agents stressants lors de catastrophes

Deux recommandations peuvent être faites pour limiter ou évaluer les biais de déclaration ou de mémorisation lors de l'évaluation de l'exposition aux agents stressants d'une catastrophe, dans une étude des répercussions psycho-sociales :

- 1) mettre en place de préférence des dispositifs d'étude prospectifs avec un recueil d'information sur les agents stressants le plus tôt possible après l'événement pour limiter les biais de mémoire et de déclaration et l'impact de facteurs de confusion (voir ci-après) ;
- 2) utiliser pour certains agents stressants spécifiques – pertes de bien matériels par exemple -- en parallèle d'indicateurs subjectifs, des indicateurs objectifs ; mais ces derniers sont en général « frustrés » (cartes d'inondation) ou difficilement accessibles (données d'assurances sur les réparations) et souffrent évidemment de l'effet inverse des indicateurs déclaratifs : ils ne rendent pas compte de la perception des individus : la proximité par rapport à un site sinistré, par exemple, reste donc un indicateur imparfait.

Par ailleurs, il est recommandé d'utiliser, autant que faire se peut, puisque chaque catastrophe est particulière, des approches standardisées dans la construction des questionnaires pour évaluer les agents stressants liés à des catastrophes (Baum 1993) :

- en se référant à la classification des agents stressants proposée par Green et al. (dimensions génériques, voir ci-dessus, (Green 1993) ou à des théories telles que celle de la conservation des ressources de Hobfoll (Hobfoll 2001) ;
- en distinguant la *nature* des agents stressants (ou des traumatismes) de leur *intensité* ; deux types de questions peuvent être utilisées pour ce faire : 1) des questions catégorielles pour caractériser l'exposition en fonction d'une « gamme » d'agents stressants possibles ; 2) des questions avec des échelles de réponses pour évaluer l'intensité d'exposition ;
- en interrogeant les sujets sur chaque agent stressant séparément ;
- en construisant des items les plus concrets et factuels possibles pour les agents stressants pour lesquels cela est possible ;
- en mesurant de façon séparée, si possible, les aspects subjectifs, ceux-ci étant tout à fait légitimes comme source d'information additionnelle potentiellement prédictive de troubles

post-traumatiques : par exemple, pour évaluer le degré de menace corporelle, on peut, lorsque cela est possible, poser des questions détaillées sur l'agent stressant à l'origine de la menace corporelle (niveau d'eau en cas d'inondation, rapidité de sa survenue, possibilité de s'échapper) et, en parallèle, poser une question sur l'intensité perçue de menace corporelle à l'aide d'une échelle subjective ; si cette dernière question était posée seule, il ne serait pas possible de distinguer ce qui relève de la menace perçue dans la réponse du sujet de ce qui relève de son état psychologique, ce dernier pouvant d'autant plus influencer sur les déclarations que celles-ci portent sur des aspects subjectifs (Green 1993) ;

- En évaluant l'exposition aux agents stressants de façon indépendante, si possible, des symptômes qui sont évalués.

3.4 Types d'études : privilégier les études de cohorte

Parmi les différents design d'études possibles, des études longitudinales incluant des évaluations répétées sont essentielles pour évaluer les conséquences de catastrophes. Ce type d'approche devrait être privilégié, dans la mesure où leur mise en place est jugée faisable – un travail de préparation en amont devrait accroître cette faisabilité (chapitre II, partie II) – et où le budget nécessaire peut être réuni. En France, des études transversales à la suite d'inondations ont déjà été réalisées et, bien qu'elles aient permis d'améliorer les connaissances, elles montrent leurs limites méthodologiques : elles posent le problème du recueil simultané des informations sur l'exposition aux agents stressants et sur les conséquences psychosociales, ce qui favorise des biais de déclaration et de mémoire. Dans ces conditions, elles sont moins bien adaptées à l'évaluation des facteurs de risque, notamment au rôle joué par les réactions des sujets pendant ou immédiatement après la catastrophe.

L'intérêt d'études longitudinales est double : décisionnel et scientifique.

3.4.1 Sur le plan décisionnel

Les études longitudinales sont nécessaires pour suivre la prise en charge et le soutien des populations exposées sur les plans matériel, psychologique et social et évaluer ainsi l'adéquation entre la réponse sociétale à la catastrophe et les besoins des victimes et des personnes exposées (objectif 2.3).

3.4.2 Sur le plan des connaissances

Des design prospectifs sont nécessaires pour :

- mieux connaître l'évolution naturelle des réactions et des conséquences psychologiques post-traumatiques (objectif 2.1) ;
- évaluer de façon plus fiable les facteurs de risque, les facteurs protecteurs et le caractère prédictif des réactions immédiates après la catastrophe sur les conséquences ultérieures (objectif 2.2) ;
- éviter certains problèmes méthodologiques liés aux designs rétrospectifs ou transversaux qui limitent la qualité des informations recueillies auprès des patients (biais de déclaration, de mémoire...) ; le problème des biais de sélection liés aux phénomènes d'attrition de la population suivie (perdus de vue ou refus secondaires liés à des problèmes de santé, des mouvements de population... dus à l'événement étudié) se posent dans les cohortes mais aussi dans les études de type cas-témoins ou transversales lesquelles sont alors réalisées sur des échantillons qui ne sont plus représentatifs de la population touchée par la catastrophe ;
- suivre le recours aux soins et aux dispositifs de soutien psychologique et appréhender les déterminants de ces recours (objectif 2.6) ;
- étudier l'évolution de la consommation individuelle de soins dans les semaines et mois suivant la catastrophe (consultations médicales, usage de médicaments psychotropes, arrêts de travail).

Les avantages et inconvénients des autres types d'études possibles (cas-témoins, transversales...) sont discutés au Module I (partie III). Les études cas-témoins peuvent être réalisées au sein d'une cohorte (si leur taille est suffisante) ce qui présente plusieurs avantages : répondre à des questions sur les facteurs de risque d'une affection spécifique, faciliter le choix des témoins (issus de la cohorte), permettre d'intégrer une partie de l'information recueillie au départ au moment de la constitution de la cohorte tout en aménageant la possibilité de recueil spécifique d'informations sur un plus petit nombre de sujet.

3.5 Stratégies d'échantillonnage

Les stratégies d'échantillonnage sont présentées dans le module II.2 (partie III). Nous discutons ici les aspects plus spécifiques de l'évaluation des conséquences psychosociales.

3.5.1 Définir les groupes de victimes et les groupes contrôle ou non-exposés :

Déterminer la population exposée à un événement présente des difficultés variables selon le type de catastrophe étudiée. Il est plus facile d'identifier la population exposée en cas de catastrophe naturelle qu'en cas de catastrophe chimique ou radiologique (difficultés d'identifier la zone géographique touchée par la catastrophe, population non-informée de la catastrophe...). Dans ce dernier cas, il est possible de construire un groupe de personnes exposées selon elles (« self-perceived exposure »). Dans le cas d'une catastrophe naturelle, il est important de distinguer les individus qui résident sur les lieux de la catastrophe mais qui n'étaient pas présents au moment de la catastrophe ou dont le lieu de travail (et non de résidence) a été endommagé (Baum 1993).

Plusieurs définitions de « victimes » existent mais on peut distinguer 2 niveaux de « victimisation » Bolin (1985) :

- victimes directes : sujets qui ont subi des dommages physiques, matériels ou perdu des proches ;
- victimes indirectes (ou encore « personnes impliquées ») : personnes témoins de l'événement mais qui n'ont pas subi personnellement de dégâts ou de blessures physiques.

Deux stratégies pour le choix éventuel de groupes « non exposés » sont possibles :

- 1- Sélectionner les individus au sein d'une communauté non affectée : mais bien souvent, les caractéristiques socio-démographiques d'une communauté ne sont pas suffisamment connues pour constituer un groupe contrôle dont on puisse être certain qu'il est comparable au groupe des « exposés » et des surprises sont, par conséquent, possibles ;

Une étude réalisée après l'accident de Three Miles Island, Etats-Unis (1979) a en effet montré qu'en choisissant un groupe contrôle dans une autre communauté non touchée par l'accident, les niveaux de stress observés étaient plus importants que dans le groupe issu de la communauté exposée : ce groupe comprenait une forte proportion de travailleurs récemment licenciés de leur entreprise.

Pour éviter ce type de biais, Baum et al., recommandent de constituer plusieurs groupes de comparaison afin de contrôler les éventuels biais de sélection.

- 2- Constituer un groupe contrôle le plus proche du groupe exposé en échantillonnant des sujets pas ou peu exposés au sein de la communauté touchée et/ou en incluant les victimes indirectes (Baum 1993).

3.6 Outils de mesure à mettre en œuvre

Nous ne mentionnons ici que les outils recommandés (Baum 1993), traduits et validés en français (cf. module VI, partie III).

3.6.1 Mesures subjectives de symptômes

- *Pour les adultes*

- General Health Questionnaire – GHQ – (Goldberg 1979)
- Center for Epidemiologic Studies Depression Scale - CES-D - (Radloff 1977)
- Hospital and anxiety depression - HAD - (Zigmond 1983)
- Peri-traumatic stress inventory – PDI - (Brunet 2001)
- Impact of Event Scale – IES - (Horowitz 1979)

- *Pour les enfants*

- Impact of Event Scale (Yule 1991)
- Children Post Traumatic Stress Reaction Index - CPTS-RI - (Frederick 1985)
- State and Trait Anxiety inventory for Children - STAI-C - (Spielberger 1973)
- La Revised children's Manifest Anxiety Scale -RCMA-S- (Reynolds 1997)
- Children Depression Inventory - CDI - (Kovacs 1985)

3.6.2 Instruments diagnostiques

- Composite International Diagnostic Interview – CIDI –
- Diagnostic Interview Schedule – DIS - (Robins 1981)
- Mini-International Neuropsychiatric Interview - MINI - (Sheehan 1989)
- Mini-International Neuropsychiatric Interview - Mini-Kid 2- (Sheehan 1989)

3.6.3 Mesures de qualité de vie et de fonctionnement social

Ces outils sont importants car, face à des troubles de santé mentale, leur degré de répercussion sur le fonctionnement social ou au travail constitue une dimension importante pour juger à la fois de leur gravité et, par ailleurs, évaluer le besoin de soins des individus. Le DSM propose une échelle globale du fonctionnement qui permet de juger, en hétéro-évaluation, le fonctionnement psychologique, social et professionnel d'une personne et apprécier le rapport santé-maladie mentale (APA 1992). Des instruments, traduits et validés en français, permettent aussi une auto-évaluation du fonctionnement social :

- Medical Outcome Study Short Form – MOS-SF6 - (Ware 1998)
- World Health Organisation Quality of Life – WHOQOL - (Skevington 2001)

3.6.4 Mesures des facteurs médiateurs

En dehors des caractéristiques socio-démographiques, divers facteurs sont susceptibles de favoriser ou de protéger contre la survenue de troubles psychologiques post-traumatiques. Selon les objectifs d'une étude, les auteurs incluront des instruments pour évaluer :

- Le soutien social (cf. module V II)
 - Social Support Questionnaire - SSQ6 - (Sarason 1983)
 - Questionnaire de soutien social perçu - QSSP - (Bruchon-Schw eitzer 2003)
- Les stratégies d'ajustement au stress (Module V II)
 - Ways of Coping Check List (WCC) (Lazarus 1984)
- Les antécédents psychologiques et psychiatriques (Module VII)
- Les antécédents d'événements de vie traumatiques
- Le stress perçu par rapport aux événements de la vie quotidienne et aux autres événements de vie (Module VI)

3.7 Calendrier des évaluations

Il est difficile de faire des recommandations sur la durée et les intervalles de suivi qui soient applicables en général (Baum 1993). Cela peut dépendre des circonstances et notamment du caractère récurrent de la menace de catastrophe (saisonnalité de certaines catastrophes naturelles). Dans certaines situations, les dates anniversaires sont importantes (réactivation

de la symptomatologie post-traumatique, comme après l'accident nucléaire de Three Mile Island, 1979) et peuvent ne pas constituer une date appropriée, selon les objectifs d'étude.

3.8 Modalités d'évaluation du coût économique des conséquences psychosociales des catastrophes d'origine naturelle ou humaine

La valorisation des coûts « humains » des conséquences de catastrophes naturelles ou industrielles, au même titre que celle relative aux effets d'événements sanitaires particuliers ou de l'exposition des personnes à des risques identifiés, en est à un stade très embryonnaire, et à notre connaissance, les références publiées en la matière sont rares. En revanche, les méthodes mobilisables pour mener à bien de telles études ne semblent pas disjointes de celles utilisées dans l'approche des problèmes de santé environnementale (Chanel 1996, 2000 & 2001), reposant dans l'utilisation des techniques du calcul économique (Drummond 1998 ; Hodgson 1982) : valorisation des vies humaines, évaluation des consommations de soins, quantification de l'altération de la contribution économique des individus à la société, éventuellement mesures de qualité de vie dans une perspective utilitariste. La méthode du coût économique de la maladie semble être la méthode la mieux adaptée aux informations et données disponibles (Hodgson 1982 ; Kopp 2000). De plus, elle ne fait aucune hypothèse sur le comportement des agents et ne s'appuie que sur des coûts tangibles, relativement aisés à quantifier. D'autres stratégies de mesure existent, notamment celles du consentement à payer (Mitchell 1989 ; Hausman 2004 ; Venkatachalam 2004), mais demandent un retour vers les personnes exposées et donc l'organisation d'un recueil supplémentaire d'informations.

3.8.1 Définition des coûts, sources et format des évaluations économiques

3.8.1.1 Définition des coûts

Les coûts des préjudices humains causés par les catastrophes d'origine naturelle ou humaine peuvent être rangés en trois grandes familles : les coûts médicaux, les coûts non-médicaux et les coûts intangibles.

Les coûts médicaux, liés à la prise en charge des pathologies imputables à l'événement, comprennent les coûts de médicaments, de consultations, d'hospitalisation, de tests et d'examens, de prévention, de rééducation ...

Les coûts non-médicaux directement liés à la prise en charge des personnes exposées recouvrent les soins fournis par les familles, les transports, les gardes d'enfants et les

activités d'aide domestique, les aménagements de la maison, les services sociaux ... Les coûts non-médicaux indirectement liés à la prise en charge de la maladie comprennent l'altération de la productivité des individus liée à la modification de leur état de santé, la perte de revenu, de temps de loisirs,... , imputable à l'événement.

Les coûts intangibles recouvrent la famille d'impacts sur les individus qui ne peuvent être directement valorisés en termes monétaires : perte de bien-être, isolement social, douleur ...

Traditionnellement, les trois familles de coûts décrits reçoivent une attention des travaux d'évaluation médico-économique utilisant les méthodes du calcul économique appliqué (Drummond 1998) qui décroît au fur et à mesure que la proximité de l'événement et le côté tangible de ses effets deviennent moins évidents. Ainsi, si les études parviennent à identifier assez facilement les coûts médicaux liés à la prise en charge des pathologies occasionnées par les catastrophes, elles s'intéressent plus rarement aux coût non-médicaux ou aux coûts intangibles.

La restriction du champ de l'évaluation à la première catégorie de coûts s'explique par la nature même des données nécessaires au calcul. Les données de coûts médicaux sont les plus accessibles et le plus facilement identifiables, car toute consommation de soins par les individus victimes de catastrophes fait, in-fine, l'objet d'un enregistrement dans les fichiers des caisses d'assurance-maladie. En revanche, les coûts non-médicaux, directs ou indirects, et les coûts intangibles ne peuvent être connus sans l'interrogation des individus concernés.

Ainsi, la nature des données à colliger est conditionnée par le format des évaluations médico-économiques envisageables.

3.8.1.2 Format des évaluations économiques

La faisabilité du recensement des différentes classes de coût est largement associée au dispositif de collecte considéré.

L'étude des coûts médicaux occasionnés par les catastrophes peut être réalisée au moyen de données de liquidation des caisses d'assurance-maladie, sans étude spécifique auprès de la population touchée. Ce type d'étude souffre de nombreux biais, dont celui de la définition des populations exposées. Un autre biais qui ne peut être systématiquement neutralisé, à défaut d'investigations supplémentaires, est un biais de confusion avec des phénomènes concomitants.

L'identification des coûts non-médicaux nécessite de recourir aux déclarations des populations exposées et impose donc que soient menées des enquêtes complémentaires auprès des individus, le cas échéant après échantillonnage au sein de la population cible. Si

les effets sanitaires sont supposés durer, ou ne se révéler qu'après un certain laps de temps, la constitution de cohortes est indiquée (cf. Module I, partie III). Il en va de même pour les coûts intangibles, dont l'estimation ne peut se faire que sur la base de déclarations individuelles.

Aux côtés des formes traditionnelles de l'évaluation médico-économique reposant sur le recueil des coûts détaillé dans ce qui précède, une manière alternative d'identifier les coûts associés aux conséquences psychosociales des catastrophes d'origine naturelle ou humaine est de questionner les personnes exposées, tout comme celles non-exposées, sur leur consentement à payer (CAP) pour éviter la catastrophe. Ce format d'enquête a connu au cours du temps un engouement important (Hausman 1993 ; Hanemann 1994 ; Diener 1998 ; Prtney 1994) dans les tentatives d'évaluation de types très variés de biens publics, comme les transports (Jones-Lee 1995), l'éducation, l'environnement (Venkatachalam 2004 ; Brookshire 1983) ou la santé (Olsen 2001 ; Klose 199). Il permet d'attribuer une valeur à l'occurrence ou à l'évitement de certains événements, même en l'absence de marchés, dans la mesure où il existe toujours une courbe de demande latente pour ce type de biens. Les raffinements méthodologiques présidant à l'utilisation de ce type d'évaluation ont accompagné au cours de la dernière décennie la diffusion de l'utilisation ce type de méthode d'évaluation. L'évaluation du CAP permet spécifiquement d'identifier les coûts difficilement repérables à l'aide des ressources statistiques existantes et/ou pour lesquels aucun moyen d'observation par un tiers n'est envisageable. Ainsi, l'altération du bien-être ou de la productivité, autrement mesurable que par l'absence du lieu de travail, l'état de détresse morale consécutive à la confrontation au traumatisme des catastrophes, sont particulièrement repérables à l'aide de ce type d'évaluation.

3.8.1.3 Identification des sources

Les sources existantes pour la collecte de données de consommation de soins sont de deux types.

Lorsque les données sont de type « macro », c'est-à-dire au niveau de zones géographiques, on se contente de solliciter les échelons locaux du service médical de l'Assurance-Maladie (les organismes adossés aux caisses primaires, mais qui ne dépendent pas d'elles et qui regroupent des informations départementales). C'est typiquement le cas si on retient une analyse du type avant-après sur une zone exposée. Lorsqu'on a besoin de repérer des consommations individuelles, alors le recours doit être effectué auprès de l'échelon régional du service médical de l'assurance-maladie. On doit envisager cette possibilité si l'on veut contrôler plus finement et sur des périodes plus longues (ce qui est en rapport avec les modalités d'observation des effets des ESPT) les effets psychosociaux des

catastrophes auprès de cohortes de personnes exposées, pour peu que l'exposition des personnes ait pu au préalable faire l'objet d'une définition.

Même s'il n'existe pas à ce jour de recueil systématique de données sur les indicateurs sanitaires et économiques concernant les personnes victimes de catastrophes naturelles ou industrielles, ni de dispositifs permettant un tel recueil, il est néanmoins possible de proposer différentes modalités de la mesure de coûts socio-économiques en utilisant les ressources existantes et en les mettant en correspondance et/ou en cohérence. Cette mesure des coûts de prise en charge sanitaire des personnes exposées repose pour l'essentiel sur l'exploitation des données d'enregistrement de l'Assurance-Maladie, et éventuellement des ressources de l'Agence Régionale de l'Hospitalisation (ARH).

Chacune des deux ressources correspond à un niveau différent d'appréhension des coûts : les données de l'Assurance-Maladie doivent aider à identifier les consommations de soins de ville (consultations de médecin généralistes, spécialistes, consommations pharmaceutiques), celles de l'ARH à valoriser les épisodes d'hospitalisation.

3.8.2 Les différents types de coût

3.8.2.1 *Coûts liés à l'activité médicale de ville*

Les coûts de la prise en charge en ville des états psychologiques consécutifs aux catastrophes naturelles ou industrielles peuvent être scindés en deux catégories : les recours aux médecins généralistes et spécialistes dont les psychiatres d'une part, les consommations médicamenteuses d'autre part.

Les consultations font l'objet d'enregistrements par les caisses d'assurance-maladie et les prescriptions de médicaments par les médecins donnent lieu aujourd'hui, de façon répandue et quasi-systématique, à des télétransmissions depuis les officines de pharmacie vers les caisses d'assurance-maladie (l'exhaustivité du codage des ordonnances télétransmises par les officines est quasiment atteinte, ou en voie de l'être, dans la plupart des départements). En ce qui concerne les consommations de médicaments, il s'agit de repérer dans les fichiers de l'assurance-maladie les prescriptions incluant un ou des médicaments dont le code se rapporte à une spécialité pharmaceutique prescrite dans le cadre du traitement des troubles psychologiques engendrés par l'événement.

Il est impossible de documenter, de façon rétrospective et systématique, le motif de la consultation chez un quelconque médecin, en le reliant le cas échéant à l'exposition des personnes aux catastrophes identifiées. En revanche, cela est possible dans le cadre de

cohortes de personnes exposées, si la demande en est faite auprès de l'échelon local ou régional du service médical de la caisse d'assurance-maladie concernée et si un recueil d'informations est effectué auprès de ces personnes. Il en va de même pour les consommations médicamenteuses.

3.8.2.2 *Coûts liés à l'activité médicale hospitalière*

L'évolution de la connaissance qualitative de l'activité hospitalière rend accessible l'exercice d'identification des recours des personnes souffrant de conséquences psychologiques post-traumatiques. En effet, la documentation, depuis 1996, des motifs de séjour en milieu hospitalier dans le cadre du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI), pour les activités de médecine, chirurgie et obstétrique, rend envisageable un recensement exhaustif, dans une aire donnée, au cours d'une période donnée, des hospitalisations consécutives à l'observation d'un diagnostic ou d'un ensemble de diagnostic.

Tout séjour hospitalier effectué dans la partie court séjour d'un établissement fait l'objet d'un Résumé de Sortie standardisé (RSS), constitué d'un ou plusieurs Résumés d'Unité Médicale (RUM). Sur chaque RUM sont consignées un ensemble d'informations relatives au patient (sexe, âge, code postal), le contexte de l'admission (date d'entrée et de sortie, modes d'entrée et de sortie, hospitalisation dans le même établissement dans les 30 jours qui ont précédé), le motif de l'hospitalisation (diagnostic principal et diagnostics associés posés au cours du séjour) et la nature de l'activité médicale réalisée (acte principal et actes associés).

Les données médicales recueillies dans le cadre du PMSI sont protégées par le secret professionnel. La transmission d'informations médicales à la direction de l'établissement, ou à l'extérieur de celui-ci, s'opère sur la base de Résumés de Sortie Anonymes (RSA) obtenus par la transformation du RSS.

La compulsion de ces informations, selon une algorithmie élaborée par la Direction des Hôpitaux du Ministère des Affaires Sociales et de la Santé, aboutit au classement du séjour dans un Groupe Homogène de Malades (GHM), supposé rendre compte d'une homogénéité médico-économique et faisant l'objet du calcul d'un indicateur synthétique de coût au travers d'une échelle nationale de coûts constituée à partir des données comptables d'un échantillon (non-représentatif) d'établissements de soins. Il est donc possible de renvoyer, avec une certaine finesse, un coût objectif, relatif à la prise en charge des personnes exposées aux catastrophes, pour peu que la nature du recours aux soins hospitaliers, dans une zone géographique donnée, au cours d'une période donnée, puisse être identifiée au travers de diagnostics précis.

Ces diagnostics sont tirés des Classifications Internationales des Maladies (CIM). La neuvième version était utilisée jusqu'en juin 1999, la dixième est utilisée depuis juillet 1999. Le chapitre V de la neuvième version est consacré aux troubles mentaux, celui de la dixième version aux troubles mentaux et du comportement.

Entre les deux versions, le nombre de pages consacrées aux affections mentales a doublé. En outre, la dixième version a substantiellement développé les diagnostics pouvant être ceux posés pour des personnes victimes de catastrophes, en reconnaissant même spécifiquement un diagnostic d'état de stress post-traumatique.

Dans la version 9, les diagnostics identifiables sont les suivants :

- *Troubles névrotiques* (300) : états anxieux (300.0), états phobiques (300.2) ;
- *Symptômes ou troubles spéciaux non classés ailleurs* (307) : troubles du sommeil d'origine non organique (307.4) ;
- *Etats réactionnels aigus à une situation très éprouvante* (308)¹². Ces états sont déclinés en un ensemble de rubriques dont états réactionnels aigus avec troubles prédominants de l'affectivité (308.0), de la conscience (308.1) ou de la psychomotricité (308.2).

Dans la version 10, les diagnostics identifiables sont les suivants :

- *Troubles mentaux et du comportement liés à l'utilisation d'alcool* (F10.-) ;
- *Troubles mentaux et du comportement liés à l'utilisation de sédatifs ou d'hypnotiques* (F13.-) ;
- *Troubles mentaux et du comportement liés à l'utilisation de tabac* (F17.-),
- *Troubles de l'humeur* (F30-F39) : épisodes dépressifs (F32), trouble dépressif récurrent (F33) ;
- *Troubles névrotiques, troubles liés à des facteurs de stress et troubles somatoformes* (F40-F48) : troubles anxieux phobiques (F40), autres troubles anxieux (F41) dont trouble panique (F41.0), anxiété généralisée (F41.1), troubles anxieux et dépressif mixte (F41.2) et troubles anxieux sans précision (F41.9), réaction à un facteur de stress sévère et troubles de l'adaptation (F43) dont réaction aiguë à un facteur de stress (F43.0), état de stress post-traumatique (F43.1) ;
- *Troubles du sommeil non-organiques* (F51) : insomnie non-organique (F51.0), terreurs nocturnes (F51.4), cauchemars (F51.5) ;

- *Abus de substances n'entraînant pas de dépendance à l'exclusion de substances psycho-actives (F55) ;*
- *Modification durable de la personnalité non attribuable à une lésion et une maladie cérébrale (F62) : modification durable de la personnalité après une expérience de catastrophe (F62.0).¹³*

3.8.2.3 Les coûts liés au paiement d'indemnités journalières

On touche là au dernier argument identifiable en rapport avec un vécu de catastrophe. Dans la mesure où l'indisponibilité des personnes peut être datée et ramenée à un motif médical objectif, cet élément permet d'approcher la partie radicale (arrêt transitoire ou définitif de l'activité professionnelle) du coût de l'altération de la productivité des individus exposés.

3.8.3 Les types de comparaison

Deux types de comparaison différents sont envisageables : les comparaisons temporelles et les comparaisons zones exposées-zones non-exposées.

La comparaison temporelle permet d'écartier tout biais de sélection non-identifié en évaluant une éventuelle sur-consommation médicale prévalente, notamment de médicaments permettant de soigner les affections psychologiques. La comparaison géographique, à un niveau agrégé, constitue une possibilité de contrôle supplémentaire, même si elle est rendue difficile par la complexité de l'exercice (définition de la comparabilité de deux zones géographiques). En revanche, dans une optique de suivi de cohorte et de comparaison de personnes exposées à des personnes non-exposées, il semble évident que la dimension inter-groupe (population exposée/population non-exposée) accroît la portée des résultats obtenus sur la base de la première dimension avant-après.

¹² « Troubles transitoires de n'importe quelle gravité ou nature survenant, sans aucun trouble mental apparent, en réaction à une épreuve physique ou psychique exceptionnelle telle qu'une catastrophe naturelle ou une bataille et se résorbant habituellement en quelques heures ou en quelques jours »

¹³ « *Modification durable de la personnalité, persistant au moins deux ans, à la suite de l'exposition à un facteur de stress catastrophique. Le facteur de stress doit être d'une intensité telle qu'il n'est pas nécessaire de se référer à une vulnérabilité personnelle pour expliquer son effet profond sur la personnalité. Le trouble se caractérise par une attitude hostile ou méfiante envers le monde, un retrait social, des sentiments de vide ou de désespoir, par l'impression permanente d'être sous-tension comme si on était constamment menacé et par un détachement. Un état de stress post-traumatique (F43.1) peut précéder ce type de modification de la personnalité.* »

3.8.3.1 *Comparaison avant/après*

Un avantage de cette méthode est la disponibilité et l'accessibilité des données. Les populations sont toutefois beaucoup moins bien caractérisées en terme d'exposition.

De plus, des risques de confusion peuvent apparaître, notamment lorsqu'un événement intercurrent, qu'il est difficile d'identifier a priori sans connaissance fine des événements sociaux, économiques, démographiques, ..., se produit dans la zone considérée.

3.8.3.2 *Comparaison zone exposée/zone non-exposée*

Le même type de démarche peut être envisagé avec une comparaison du type zone exposée/zone non exposée. Il s'agit alors de trouver une zone géographique comparable sur le plan socio-démographique : caractère rural ou urbain, proportion d'actifs, structure par âge, par sexe, par CSP, ... Mais ceci ne va pas toujours de soit.

Dans ces 2 types de comparaisons, le recueil d'informations individuelles est préférable à l'utilisation d'indicateurs agrégés. En effet, si ces derniers peuvent être plus facilement recueillis, ils sont fréquemment biaisés par des erreurs de classification (notamment sur l'exposition). Ces biais peuvent masquer des impacts réels si ceux-ci sont relativement faibles.

Références

- Abenheim L., Dab W., Salmi LR. (1992). "Study of civilian victims of terrorist attacks (France 1982-1987)." J Clin Epidemiol 45(2): 103-9.
- Acierno R., Kilpatrick DG., Resnick HS. et al. (1996). "Violent assault, posttraumatic stress disorder, and depression: risk factors for cigarette use among adult women." Behav Modif 20: 363-84.
- AIEA (1989). L'accident radiologique de Goiânia. Vienne, Agence Internationale de l'Energie Atomique.
- Akleyev A., Lyubchansky ER. (1994). "Environmental and medical effects of nuclear weapon production in the southern Urals." Sci Total Environ 142: 1-8.
- Alarie Y. (2002). "Toxicity of fire smoke." Crit Rev Toxicol 32(4): 259-89.
- Alexander D. (1982). "Disease Epidemiology and Earthquake Disaster: The example of southern Italy after the 23 november 1980 earthquake." Soc Sci Med 16: 1959-69.
- Amir M., Weil G., Kaplan Z., Tocker T., Witztum E. (1998). "Debriefing with brief group psychotherapy in a homogenous group of non-injured victims of a terrorist attack: A prospective study." Acta Psychiat Scand 98(3): 237-242.
- APA (1992). DSM III R. Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 3ème version, révisée.
- APA (1994). Diagnostic and statistical Manual of Mental Disorder. Fourth edition.
- Arendt M., Elkit A. (2001). "Effectiveness of psychological debriefing." Acta Psychiat Scand 104: 423-37.
- Armenian H., Melkonian A., Noji E., Hovanesian AP. (1997). "Deaths and injuries due to the Earthquake in Armenia: a cohort approach." Int J Epidemiol 26(4): 806-813.
- Armenian H., Melkonian A., Hovanesian AP. (1998). "Long term mortality and morbidity related to the degree of damage following the 1998 earthquake in Armenia." Am J Epidemiol 148(11): 1077-84.
- Arturson G. (1987). "The tragedy of San Juanico: the most severe LPG disaster in history." Burns Incl Therm Inj 13(2): 87-102.
- Astakhova L., Bouville A., Drozdovitch VV., Garber V., Gavrillin YI., Khrouch VT. et al. (1998). "Chernobyl-related thyroid cancer in children of Belarus: A case-control study." Radiation Research 150(3): 349.
- ATSDR (1997). Toxicological profile for benzene. U.S. department of health and Human Services - ATSDR.
- Auger P., Verger P., Dab W., Guerrier P., Lachance A., Lajoie P. et al. (2003). Sinistres naturels et accidents technologiques. Environnement et santé publique - Fondements et pratique, Edisem: 1021.
- Aulagnier M., Limosin F., Verger P., Rouillon F. (2003). "Les différents modes de prise en charge de l'Etat de Stress Post Traumatique." Ann Med Interne 154: 227-32.
- Aulagnier M., Verger P., Rouillon F. (2004). "Efficacité du "débriefing psychologique" dans la prévention des troubles psychologiques post-traumatiques." RESP 52: (à paraître).
- Bailly L. (2001). Syndromes psycho-traumatiques chez l'enfant. Les traumatisme psychiques. M. De Clercq, Lebigot, F. Paris, Masson: 137-147.
- Baker DG., Diamond B., Gillette G., Hamner M., Katzelnick D., Keller T. et al. (1995). "A double blind, randomized, placebo-controlled, multi-center study of brofaromine in the treatment of post-traumatic stress disorder." Psychopharmacologia 122: 386-389.
- Bard D. (1997). Dérivés halogénés polycycliques. Paris.
- Bard D., Verger P., Hubert P. (1997). Chernobyl, 10 years after: Health Consequences Epidemiologic Reviews 19: 187-204.
- Barnett SD., Tharwani HM., Hertzberg MA., Sutherland SM., Connor KM., Davidson R. (2002). "Tolerability of fluoxetine in Posttraumatic stress disorder." Prog Neuro-Psychoph 26: 363-367.

- Basu R., Samet JM. (2002). Relation between elevated ambient temperature and mortality : a review of the epidemiologic evidence. Epidemiol Review 24: 190-202.
- Baum A., Gatchel R., Schaeffer M. (1983). "Emotional, behavioral, and psychological effects of chronic stress at Three Mile Island Crisis." J Consulting and Clinical Psychology 51(4): 565-72.
- Baum A., Fleming I. (1993). "Implications of psychological research on stress and technological accidents." Am Psychol 48(6): 665-672.
- Baur K., Hardy PE., Van-Dorsten B. (1998). "Posttraumatic stress disorder in burn populations: a critical review of the literature." J Burn Care & Rehabilitation 19(3): 230-40.
- Beaumont A. (2001). Evaluation économique des conséquences psychosociales des catastrophes naturelles en France: l'exemple des inondations. DESS Economie et Environnement. Aix-Marseille, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion: 42.
- Beautrais A. (2000). "Risk factors for suicide and attempted suicide among young people." Aust N Z J Psychiat 34(3): 420-36.
- Beckett WS. (1998). "Persistent respiratory effects in survivors of the Bhopal disaster." 53: S43-S46.
- Beckham J., Kirby AC., Feldman ME et al. (1997). "Prevalence and correlates of heavy smoking in Vietnam veterans with chronic posttraumatic stress disorder." Addict Behav 22: 637-47.
- Berkman L., Syme SL. (1979). "Social networks, host resistance, and mortality: a nine-year follow-up study of Alameda County residents" Am J Epidemiol 109: 186-204
- Berkman L., Kawachi I. (2000). Social Epidemiology. Boston.
- Besancenot J. (2002). "Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines." Environnement, Risques et Santé 1(4): 229-40.
- Blanchard E., Jones-Alexander J., Buckley TC., Forneris CA. (1996). "Psychometric properties of the PTSD Checklist." Behav Res Ther(34): 669-673.
- Blaszczynski A., Gordon K., Silove D., Sloane D., Hillman K., Panasetis P. (1998). "Psychiatric morbidity following motor vehicle accidents: a review of methodological issues." Compr Psychiat 39(3): 111-21.
- Bosma H., Peter R., Siegrist J., Marmot M. (1998). "Two alternative job stress models and the risk of coronary heart disease." Am J Public Health 88: 68-74.
- Bourrelier P., Deneufbourg G., Grassin J., Huet P., De-Vanssay B., Vazelle JD. (1997). La prévention des risques naturels. Rapport d'évaluation. Paris, La Documentation Française.
- Bouthillon-Heitzmann P., Crocq L., Julien H. (1992). "Stress immédiat et séquelles psychiques chez les victimes d'attentats terroristes." Psychologie Médicale 24(5): 465-70.
- Boyer P., Dardennes R., Even C., Gaillac V., Gérard A., Lecrubier, Y., et al. (1999). Dépression et santé publique. Données et réflexion. Paris.
- Boyle S., Bolton D., Nurrish J., O'Ryan D., Udwin O., Yule W (1995). The Jupiter sinking follow up: predicting psychopathology in adolescence following trauma. 11th annual meeting of the ISTSS. Boston. 2-6 november
- Brady K. (1997). "Post traumatic stress disorder and comorbidity : recognizing the many faces of PTSD." J Clin Psychiat 58(suppl 9): 12-15.
- Breslau N., Davis GC. (1987). "Post-traumatic stress disorder: the etiologic specificity of wartime stressors." Am J Psychiat 144(5): 578-583.
- Breslau N., Davis GC., Andreski P., Peterson E. (1991). "Traumatic events and posttraumatic stress disorder in an urban population of young adults." Arch Gen Psychiat 48: 216-222.
- Breslau N., Davis GC., Andreski P., Peterson E, Schultz L. (1997). "Sex differences in Posttraumatic Stress Disorder." Arch Gen Psychiat 54: 1044-1048.
- Brismar B., Bergenwald L. (1982). "The terrorist bomb explosion in Bologna, Italy, 1980: an analysis of the effects and injuries sustained." J Trauma 22(3): 216-20.

- Bromet E., Dew MA. (1995). "Review of psychiatric epidemiologic research on disasters." Epidemiol Rev 17(1): 113-9.
- Brookshire D., Eubanks D., Randall A. (1983). Estimating option price and existence values for wildlife resources. Land Economics; 59: 1-15.
- Bruchon-Schweitzer M., Rasclé N., Sarason IG. (2003). "The Sarason Social Support Questionnaire (SSQ6). A French adaptation." Psychological Reports In press.
- Brunet A., Weiss DS., Metzler TJ., Best S., Neylan TC., Rogers C., et al. (2001). "The Peritraumatic Distress Inventory : A proposed Measure of PTSD criterion A2." Am J Psychiat 158: 1480-1485
- Bryant RA. (1996). "Predictors of post-traumatic stress disorder following burns injury." Burns 22(2): 89-92.
- Campanella N. (1999). "Infectious diseases and natural disasters: the case of Hurricane Mitch over Villanueva municipal area, Nicaragua." Public Health Rev 27: 311-9.
- Carr V., Lewin TJ., Kenardy JA., Webster RA., Hazell PL., Carter GL., Williamson M. (1997). "Psychosocial sequelae of the 1989 Newcastle earthquake: III. Role of vulnerability factors in post-disaster morbidity." Psychol Med 27(1): 179-90.
- Carver C. (1993). Coping with Hurricane Andrew. 15th international Conférence of the Stress and Anxiety research Society, Madrid.
- CDC (1993). "Public health consequences of a flood disaster - Iowa." MMWR 42: 653-5.
- CDC (2000). "Morbidity and mortality associated with hurricane Floyd - North Carolina, september 1999." MMWR 49(17): 369-372.
- CGOR R. (2003). International expert meeting 2003 - Health Impact Assessment of Disasters. International expert meeting.
- Chan AO, Medicine M, Air TM, McFarlane AC. (2003). Posttraumatic stress disorder and its impact on the economic and health costs of motor vehicle accidents in South Australia. J Clin Psychiatry ; 64: 175-81.
- Chanel O., Geniaux G., Rychen F., Deniau C., Ghattas B. (1996). Evaluation monétaire des effets à court terme de la pollution atmosphérique sur la santé : application à l'île de France. Marseille, GREQAM.
- Chanel O. (2000). Difficultés d'une monétarisation des effets sanitaires de la pollution atmosphérique. Pollution Atmosphérique ; 166: 249-260.
- Chanel O., Vergnaud J., Cabantous L., et al. (2001). Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique : un état de l'art pluridisciplinaire, Etude pour le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Paris.
- Chapman L., Chan HM. (2000). "The influence of nutrition on methyl mercury intoxication." Environ Health Perspect 108(1): 29-56.
- CIPR (1993). Recommandations 1990 de la Commission Internationale de Protection Radiologique. Oxford, Pergamon Press.
- Clark DM., Gillespie K., Duffy M., Hackmann A. (2001). "Community based cognitive therapy in the treatment of post-traumatic stress disorder following the Omagh bomb." Behaviour Research and Therapy.
- Cohen, J. A., Berliner, L., Mannarino, A.P. (2000). "Treating traumatized children: a research review and synthesis." Trauma, Violence and Abuse 1(1): 29-46.
- Cowan D., Lange JL., Heller J., Kirkpatrick J., DeBakey S. (2002). "A case-control study of asthma among U.S. Army Gulf War veterans and modeled exposure to oil well fire smoke." Mil Med 167(9): 777-782.
- Creamer M. (2000). "Posttraumatic stress disorder following violence and aggression." Aggression and Violent Behavior 5(5): 431-449.
- Creamer M., Burgess P., McFarlane (2001). "Post-traumatic stress disorder: findings from the Australian National Survey of Mental Health and Well-being." Psychol Med 31: 1237-47.

- Crick MJ., Linsley GS. (1984). "An assessment of the radiological impact of the Windscale reactor fire, October 1957." Int J Radiat Biol Relat Stud Phys Chem Med 46(5): 479-506.
- Crocq L. (1989). "Psychosociological dimensions of disasters." Soins Psychiatr 106-107: 4-6.
- Crocq L., Doutheau C., Louville P., Cremniter D. (1998). Psychiatrie de catastrophe, réactions immédiates et différées, troubles séquellaires. Panique et psychopathologie collective. Paris, Elsevier.
- Cudennec Y., Poncet JL., Buffe P. (1985). "Blasts auriculaire." EMC 20(1): B10.
- Cullinan P., Acquilla S., Dhara VR. (1997). "Respiratory morbidity 10 years after the Union Carbide gas leak at Bhopal: a cross sectional survey. The International Medical Commission on Bhopal." BMJ 314(7077): 338-342.
- Curran P., Bell P., Murray A., Loughrey G., Roddy R., Roche LG. (1990). "Psychological consequences of the Enniskillen bombing." Br J Psychiatr 156: 479-82.
- Dab W. (1993). La décision en santé publique : surveillance épidémiologique, urgences et crises. Rennes.
- Davidson J., Hughes D., Blazer DG., George LK. (1991). "Post traumatic stress disorder in the community: an epidemiological study." Psycholo Med 21(3): 713-721.
- Davidson J. (1992). "Drug therapy of posttraumatic stress disorder." Br J Psychiatr (160): 309-314.
- Davidson J., Foa E. (1993). "Post traumatic stress disorder : DSM-IV and Beyond." Am Psychiatr Press, Washington DC.
- Davidson J. (1997). "Biological therapies for posttraumatic stress disorder: an overview." J Clin Psychiat 58(9): 29-32.
- Davidson J., Malik ML., Sutherland SN. (1997). "Response characteristics to antidepressants and placebo in post traumatic stress disorder." Inter Clin Psychopharm 12(6): 291-296.
- Deahl MP., Bisson JI. (1995). "Dealing with disaster: does psychological debriefing work." J Accid Emerg Med 165: 60-65.
- Deblinger E., Steer R., Lippmann J. (1999). "Two-year follow-up study of cognitive behavioral therapy for sexually abused children suffering PTSD." Child Abuse and Neglect. 23(12): 1371-1378.
- Decrops G. (1998). Protection civile sur ordonnance. La distribution préventive d'iode stable dans les sites pilotes de Chooz, Fesseheim, Golfedh et Saint-Alban. Futur Antérieur.
- Deering C., Glover S., Ready D., Eddleman H., Alarcon R. (1996). "Unique patterns of comorbidity in posttraumatic stress disorder from different sources of trauma." Compr Psychiat 37(5): 336-346.
- Demyttenaere K., Kovess V. (2004). "Prevalence of mental disorders in Europe: results from the European Study of Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) Project." Acta Psychiat Scand (à paraître).
- Desivilya H., Gal R., Ayalon O. (1996). "Extent of victimization, traumatic stress symptoms, and adjustment of terrorist assault survivors: a long-term follow-up." J Trauma Stress 9(4): 881-9.
- Desoir E., Vermeiren E. (2002). Les débriefings psychologiques en question. Anvers, Garant.
- Dew M., Bromet E. (1993). "Predictors of temporal patterns of psychiatric distress during 10 years following the nuclear accident of three Mile Island." Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology 28: 49-55.
- Dhara V., Dhara R. (2002a). "The Union Carbide disaster in Bhopal: a review of health effects." Arch Environ Health 57(5): 391-404.
- Dhara V., Dhara R., Acquilla SD., Cullinan P. (2002b). "Personal exposure and long-term health effects in survivors of the union carbide disaster at Bhopal." Environ Health Perspect 110(5): 487-500.
- Diaz J., Garcia R., Velazquez de Castro F., Hernandez E., Lopez C., Otero A. (2002). "Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997." Int J Biometeorol 46: 145-9.
- Diener A., O'Brien B., Gafni A. (1998). Health care contingent valuation studies: a review and classification of the literature. Health Econ; 7: 313-26.

- Dixit S., Bushara KO., Brooks BR. (1997). "Epidemic heat stroke in a midwest community: risk factors, neurological complications and sequelae." Wisconsin Medical Journal 96(5): 39-41.
- Donaldson M., Gardner R (1985). diagnosis and treatment of traumatic stress among women after childhood incest. Trauma and its wake: The study and treatment of post-traumatic stress disorder. Brunner/Mazel. New York.
- Drummond M., O'Brien B., Stoddart G., Torrance G. (1998). Méthodes d'évaluation économique des programmes de santé. Paris: Economica.
- Duclos P., Vidonne O., Beuf P., Perray P., Stoeber A. (1991). "Flash flood disaster--Nimes, France, 1988." Eur J Epidemiol 7(4): 365-71.
- Ducrocq F., Vaiva G., Cottentin O., Molenda S., Bailly D. (2001). "Etat de stress post traumatique et épisode dépressif majeur : la littérature." L'encéphale 27: 159-168.
- Famularo R., Kinscheiff R., Fenton T. (1988). "Propranolol treatment for childhood posttraumatic stress disorder, acute type: a pilot study." Am J Dis Child 142: 1244-1247.
- Fassin D. (2003). "Social capital, from sociology to epidemiology: critical analysis of a transfer across disciplines." RESP 51(4): 403-13.
- Faustman E., Ponce RA., Ou YC., Mendoza MA., Lewandowski T., Kavanagh T. (2002). "Investigations of methylmercury-induced alterations in neurogenesis." Environ Health Perspect 110(suppl 5): 859-864.
- Foa EB., Rothbaum BO., Riggs DS., Murdock TB. (1991). "Treatment of posttraumatic stress disorder in rape victims: a comparison between cognitive behavioral procedures and counselling." J Consult Clin Psychol 59: 715-723.
- Foa EB., Meadows EA. (1997). "Psychosocial treatments for post-traumatic stress disorder: a critical review." Annual Review Psychol 48: 449-480.
- Foa EB., Davidson RT., Frances A. (1999). "Treatment of Post Traumatic Stress disorder: Expert Consensus Guideline Series." J Clin Psychiat 60(suppl.16).
- Folkman S. (1984). "Personal control and stress and coping processes: a theoretical analysis." J Pers Soc Psychol 46(4): 839-52.
- Freedy J., Saladin ME., Kilpatrick DG., Resnick HS., Saunders BE. (1994). "Understanding acute psychological distress following natural disaster." J Trauma Stress 7(2): 257-73.
- Frederick C. (1985). Children traumatized by catastrophic situations. Washington, DC: American Psychiatry Press.
- Freud S. (1920). Introduction à la psychanalyse des névroses de guerre. Oeuvres complètes, 1916-1920. PUF. Paris. Tome XV: 217-223.
- Fukunishi I. (1999). "Relationship of cosmetic disfigurement to the severity of posttraumatic stress disorder in bum injury or digital amputation." Psychother Psychosom 68(2): 82-6.
- Galea S., Ahern J., Resnick H., Kilpatrick D., Bucuvalas M., Gold J., Vlahov D. (2002). "Psychological sequelae of the september 11 terrorist attacks in New York city." N Engl J Med 346(13): 982-7.
- Garrison C., Weinrich MW., Hardin SB., Weinrich S., Wang L. (1993). "Post-traumatic stress disorder in adolescents after a hurricane." Am J Epidemiol 138: 522-30.
- Garrison C., Bryant ES., Addy CL., Spurrier PG., Freedy JR., Kilpatrick DG. (1995). "Posttraumatic stress disorder in adolescents after Hurricane Andrew." J Am Acad Chil Adolesc Psychiatry 34: 1193-1201.
- Gibbs MS. (1989). "Factors in the victim that mediate between disaster and psychopathology: a review." J Trauma Stress 2(4): 489-514.
- Ginexi E., Weihs K., Simmens S. (2000). "Natural disaster and depression: a prospective investigation of reactions to the 1993 Midwest Floods." Am J Commun Psychol 28(4): 495-518.
- Gleser G., Green BL., Winget C. (1981). "Prolong psychosocial effects of disaster: a study of Buffalo Creek." Academic Press Inc.

- Goenjian A., Karayan I., Pynoos RS. et al. (1997). "Outcome of psychotherapy among early adolescents after trauma." Am J Psychiat 154: 536-542.
- Goldberg D., Hillies V. (1979). "A scaled version of the GHQ." Psychol Med 9: 139-145.
- Goldberg M., Melchior M., Lederer A., Lert F. (2003). "Epidemiology and social determinants of health inequalities." RESP 51(4): 381-401.
- Gout J. (1993). Prévention et gestion des risques majeurs. Les risques d'origine naturelle. Paris, Editions de l'Environnement.
- Grandjean P., White RF., Weihe P. (1996). "Neurobehavioral epidemiology: application in risk assessment." Environ Health Perspect 104(Suppl 2): 397-400.
- Green BL. (1985). "Conceptual and methodological issues in assessing the psychological impact of disaster." Disasters and Mental Health : Selected Contemporary Perspectives (ed. B. J. Sowder). Centre for Mental Health Studies of Emergencies, National Institute of Mental Health : Rockville.: 179 - 195.
- Green M., Lindy JD., Grace MC., Gleser GC. (1989). "Multiple diagnosis in post-traumatic stress disorder: the role of war stressors." J Nervous Ment Dis 177: 329-335.
- Green BL., Lindy JD., Grace MC., Gleser GC., Leonard AC., Korol M., Winget C. (1990b). "Buffalo Creek survivors in the second decade: stability of stress symptoms." Am J Orthopsychiat 60(1): 43-54.
- Green BL. (1993). Identifying survivors at risk. Trauma and stressors across events. International Handbook of Traumatic Stress Syndromes. In J. Wilson, Raphael, B. New York, Plenum Press: 135-44.
- Green B. (1994a). "Psychological research in traumatic stress: an update." J Trauma Stress 7(3): 341-62.
- Green B., Grace MC., Vary MG., Kramer TL., Gleser GC., Leonard AC. (1994b). "Children of disaster in the second decade: a 17-year follow-up of Buffalo Creek survivors." J Am Acad Child Psy 33(1): 71-9.
- Haas N., Gochfeld M., Robson MG., Wartenberg D. (2003). "Latent health effects in firefighters." Int J Occup Environ Health 9(2): 95-103.
- Hanemann WM. (1994). Valuing the Environment through Contingent Valuation. Journal of Economic Perspectives; 8: 19-43.
- Hausman JA, ed. (1993). Contingent valuation: A critical assessment. Amsterdam: North Holland
- Havenaar JM. (1996a). After Chernobyl. Psychological factors affecting health after a nuclear disaster. Utrecht, Utrecht University: 175.
- Havenaar J., Savelkoul TJF., Van Den Bout J., Bootsma PA (1996b). Psychological Consequences of the Chernobyl Disaster. A survey of Psychological and Physical Well-being in an Exposed and a non-Exposed population Sample. The radiological consequences of the Chernobyl accident. A. Karaoglou, Desmet, G., Kelly, GN., Menzel, HG. Minsk, Belarus, European Commission: 435-442.
- Havenaar J., De Wilde EJ., Van Den Bout J., Drottz-Sjöberg BM., Van Den Brink W. (2003). "Perception of risk and subjective health among victims of the Chernobyl disaster." Soc Sci Med 56(3): 569-72.
- Hémond D., Jouglé E., Clavel J., Laurent F., Bellec S., Pavillon G. (2003). "Surmortalité liée à la canicule d'Août 2003 en France." BEH 45-46: 221-225.
- Hertzberg MA., Butterfield MI., Feldman ME., Beckham JC., Sutherland SM., Connor KM., Davidson JRT (1999). "A preliminary study of Lamotrigine for the treatment of Posttraumatic Stress Disorder." Society of Biological Psychiatry 45: 1226-1229.
- Hidalgo RB, Davidson JR (2000). Posttraumatic stress disorder: epidemiology and health-related considerations. J Clin Psychiatry 2000; 61 Suppl 7: 5-13.
- Hill JF. (1979). "Blast injury with particular reference to recent terrorist bombing incidents." Ann R Coll Surg Engl 61(1): 4-11.

- Hobfoll SE. (2001). "The influence of culture, community, and the nested-self in the stress process: advancing conservation of resources theory." *Applied psychology: an international review* 50(3): 337-421.
- Hodgson TA., Meiners MR. (1982). Cost-of-illness methodology: a guide to current practices and procedures. *Milbank Mem Fund Q Health Soc*; 60: 429-62.
- Horowitz M., Wilner N., Alvarez W. (1979). "Impact of event scale: a measure of subjective stress." *Psychosom Med* 41(3): 209-218.
- Horowitz MJ. (1993). "Stress-response syndromes: a review of posttraumatic stress and adjustment disorders." *International handbook of traumatic stress syndromes*.
- Houts P., Hu T., Henderson R., Clearly P., Tokuhata G. (1984). "Utilization of medical care following the Three Mile Island crisis." *AJPH* 74(2): 140-2.
- Hsu EB., Grabowski JG., Chotani RA., Winslow JA., Alves DW., VanRooyen MJ. (2002). "Effects on local emergency departments of large-scale urban chemical fire with hazardous materials spill." *Prehospital Disaster Med.* 17: 196-201.
- IAEA (1989). A large-scale Co-60 contamination case: Mexico 1984. Emergency planning and preparedness for accidents involving radioactive materials used in medicine, industry, research and teaching. Vienna.
- IAEA (1991). Technical report, assessment of radiological consequences and evaluation of protective measures, report by an International Advisory Committee. IAEA, Vienna.
- INERIS (2000). Benzène - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques - version n°1. INERIS.
- INERIS (2000). Cadmium et ses dérivés- Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques - version n°1, INERIS.
- INERIS (2002). Arsenic et ses dérivés inorganiques - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques - version n°2. INERIS.
- INERIS (2003). Benzène. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. INERIS.
- INVS IPSN (2001). Evaluation des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en France, INVS: 62p.
- INVS (2002). Suivi épidémiologique des conséquences sanitaires de l'explosion de l'usine AZF - Rapport Intermédiaire, INVS: 87p.
- InVS (2003). Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine "AZF" de Toulouse le 21 septembre 2001, InVS: 112p.
- Ironson G., Wynings C., Schneiderman N., Baum A., Rodriguez M., Greenwood D., et al. (1997). "Posttraumatic stress symptoms, intrusive thoughts, loss, and immune function after Hurricane Andrew [see comments]." *Psychosom Med* 59(2): 128-41.
- Isaac M. (1999). "Where are we going with SSRIs?" *Eur Neuropsychopharm* 9(3): S101-S106.
- ISTSS (1999). Treatment of posttraumatic stress disorder: Critical review and treatment guidelines. <http://www.istss.org>.
- Jack K., Glied S. (2002) The public costs of mental health response: lessons from the New York City post-9/11 needs assessment. *J Urban Health*; 79: 332-9.
- Jeavons S. (2000). "Predicting who suffers psychological trauma in the first year after a road accident." *Behaviour Research and Therapy* 38: 499-508.
- Jehel L., Duchet C., Paterniti S., Consoli SM., Guelfi JD. (2001). "Etude prospective de l'état de stress post-traumatique parmi les victimes d'un attentat terroriste." *L'Encéphale* 27: 393-400.
- Jiranek D. (1993). "Use of hypnosis in pain management and post-traumatic stress disorder." *Aust J Clin Exp Hypn* 21(75-84).
- Johnstone DJ., Evans SC., Field RE., Booth SJ. (1993). "The Victoria bomb: a report from the Westminster Hospital." *Injury* 24(1): 5-9.

- Jones-Lee MW., Loomes G., Philips PR. (1995). Valuing the Prevention of Non-fatal Road Injuries: Contingent Valuation vs. Standard Gambles. *Oxford Economic Papers*; 47: 676-695.
- Keane T., Wolfe J. (1990). "Comorbidity in post-traumatic stress disorders : an analysis of community and clinical studies." *J Applied Soc Psychol* 20(21): 1776-88.
- Kessler RC., Sonnega A., Bromet E., Hughes M., Nelson CB. (1995). "Posttraumatic stress disorder in the National Comorbidity Survey." *Arch Gen Psychiat* 52(12): 1048-60.
- Kilbourne E., Choi K., Jones TS., Thacker SB. (1982). "Risk factors for heatstroke. A case control study." *JAMA* 247(24): 3332-6.
- Kilpatrick D., Saunders BE., Amick-McMullan A., Best CL., Veronen LJ., Resnick HS. (1989). "Victim and crime factors associated with the development of crime-related post-traumatic stress disorder." *Behavior Therapy* 20: 199-214.
- Kilpatrick D., Ruggiero KJ., Adierno R., Saunders BE., Resnick HS., Best CL. (2003). "Violence and risk of PTSD, major depression, substance abuse/dependence, and comorbidity: results from the National Survey of Adolescents." *J Consult Clin Psychol* 71(4): 692-700.
- King D., King A., Foy D., Keane T., Fairbank J. (1999). "Post traumatic stress disorder in a national sample of female et male vietnam veterans : Risk factors, war zone stressors and resilience recovery variable." *J Abnormal Psychologie* 108: 164-170.
- Kingsbury S. (1988). "Hypnosis in the treatment of post traumatic stress disorder : an isomorphic intervention." *Am J Clin Hypn* 31(81-90).
- Kloner R., Leor J., Poole WK., Perritt R. (1997). "Population-based analysis of the effect of the Northridge Earthquake on cardiac death in Los Angeles County, California." *J Am Coll Cardiol* 30: 1174-80.
- Klose T. (1999). The contingent valuation method in health care. *Health Policy* 1999; 47: 97-123.
- Kopp P., Fenoglio P. (2000). *Le coût social des drogues litées (alcool et tabac) et illicites en France*. Paris: Observatoire Français des Drogues et des Toxicomanies.
- Koren D., Amon I., Klein E. (1999). "Acute stress response and posttraumatic stress disorder in traffic accident victims: a one-year prospective, follow-up study." *Am J Psychiat* 156(3): 367-73.
- Kossenko M., Preston DL., Krestinina LY., Degteva MO., Startsev NV., Thomas T. et al. (2002). "Studies on the extended Techa river cohort: cancer risk estimation." *Radiat Environ Biophys* 41(1): 45-8.
- Kosten TR., Frank JB., Dan E., MacDougle CJ., Giller EL. (1991). "Pharmacotherapy for post traumatic stress disorder using phenelzine or imipramine." *J Nerv Ment Dis* 179(6): 366-370.
- Kovacs M. (1985). "The children depression inventory (CDI)." *Psycho-pharmacology Bulletin* 21(4): 995-998.
- Krug E., Kresnow M., Peddecord JP. (1998). "Suicide after natural disasters." *New Engl J Med* 338: 373-78.
- Kulka RA., Schlenger WE., Fairbanks JA., Hough RL., Jordan BR. et al. (1988). Contractual report of findings from the national Vietnam veterans readjustment study. [Research triangle park](#)
- Kulka RA., Schlenger WE., Fairbank JA., Jordan BK., Marmar CR., Weiss DS., Grady, DA. (1990). "Trauma and the Vietnam War Generation: report of findings from the Vietnam veterans readjustment Study." [New York: Brunner / Maze](#).
- Kunzli N., Kaiser R., Medina S., Studnicka M., Chanel O., Filliger P., et al. (2000). "Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment." *Lancet* 356(9232): 795-801.
- Lazarus R., Folkman S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. New York: springer.
- Lebigot F. (1997). "Le débriefing psychologique collectif." *Ann Med Psychol* 155: 370-7.
- Leibovici D., Gofrit ON., Stein M., Shapira SC., Noga Y., Heruti RJ., Shemer J. (1996). "Blast injuries: bus versus open-air bombings: a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions." *J Trauma* 41: 1030-5.

- Leung J. (1994). "Treatment of posttraumatic stress disorder with hypnosis." Aust J Clin Exp Hypn 22(87-96).
- Loof D., Grimley P., Kuiler F., Martin A., Shunfield L. (1995). "Carbamazepine for Posttraumatic stress disorder." J Am Acad Child Adolesc Psychiat 34: 703-704.
- Loughrey GC., Bell P., Kee M., Roddy RJ., Curran PS. (1988). "Post-traumatic stress disorder and civil violence in Northern Ireland." Br J Psychiat 153: 554-60.
- Lyons HA. (1974). "Terrorists' bombing and the psychological sequelae." J Ir Med Assoc 67(1): 15-9.
- MacHovec F. (1983). "Treatment variables and the use of hypnosis in the brief therapy of post traumatic stress disorders." Int J Clin Exp Hypn 1(6-14).
- Mallonee S., Shariat S., Stennies G., Waxweiller R., Hogan D., Jordan F. (1996). "Physical injuries and fatalities resulting from the Oklahoma City bombing." JAMA 276: 382-7.
- Malmquist C. (1986). "Children who witness parental murder: posttraumatic aspects." J Am Acad Child Adolesc Psychiat 34: 703-704.
- Mannaino A., Cohen JA., Smith JA., Moore-Motily S. (1991). "Six and twelve month follow up of sexually abused girls." J Interpersonal Violence 6(484-511).
- Marks I., Lovell K., Noshirvani H., Livanou M., Thrasher S. (1998). "Treatment of post traumatic stress disorder by exposure and/or cognitive restructuring." Arch Gen Psychiat 55: 317-325.
- Marmar C., Foy D., Kagan B., Pynoos RS. (1993). An integrated approach for treating posttraumatic stress. In Posttraumatic Stress Disorder: a clinical review. Lutherville, MD: Sidran: 239-272.
- Marshall RP., Jorm AF., Grayson DA., OToole BI. (1998). Posttraumatic stress disorder and other predictors of health care consumption by Vietnam veterans. Psychiatr Serv; 49: 1609-11
- Marshall RP., Jorm AF., Grayson DA., OToole BI. (2000). Medical-care costs associated with posttraumatic stress disorder in Vietnam veterans. Aust N Z J Psychiatry; 34: 954-62.
- Mayou R., Tyndel S., Bryant B. (1997). "Long-term outcome of motor vehicle accident injury." Psychosom Med 59(6): 578-84.
- Mayou R., Bryant B. (2003). "Consequences of road traffic accidents for different types of road user." Injury Int J Care Injured 34: 197-202.
- Mazza J., Overstreet S. (2000). "Children and adolescents exposed to community violence : a mental health perspective for school psychologists." Scholl Psychology Review 29: 86-101.
- McCormack A., Burgess AW., Hartman C (1988). "Familial abuse and post-traumatic stress disorder." J Trauma Stress 1: 231-242.
- McCrone P., Knapp M., Cawkill P. (2003). Posttraumatic stress disorder (PTSD) in the Armed Forces: health economic considerations. J Trauma Stress; 16: 519-22.
- McDermott B., Palmer LJ. (1999). "Post-disaster service provision following proactive identification of children with emotional distress and depression." Aust NZ J Psychiat 33(6): 855-863.
- McFarlane A. (1998). "Epidemiological evidence about the relationship between PTSD and alcohol abuse: the nature of the association." Addictive Behaviors 2(6): 813-825.
- Meichenbaum, D. (1994). A clinical handbook/practical therapist manual for assessing and treating adults with posttraumatic stress disorder. Waterloo.
- Mellman T., David D., Bustamante V., Fins A., Esposito K. (2001). "Predictors of post-traumatic stress disorder following severe injury." Depression and anxiety 14: 226-231.
- Mellor SG., Cooper GJ. (1989). "Analysis of 828 servicemen killed or injured by explosion in Northern Ireland 1970-84: the Hostile Action Casualty System." Br J Surg 76(10): 1006-10.
- Mines M., Thach A., Mallonee S., Hildebrand L., Shariat S. (2000). "Ocular injuries sustained by survivors of the Oklahoma City bombing." Ophthalmology 107(5): 837-43.
- Miquel J. (2001). "Environment and biology of the Kara Sea: a general view for contamination studies." Mar Pollut Bull 43(1-6): 19-27.

- Miquel G. (2000). Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.
- Miquel G. (2003). Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. 261.
- Mitchell J. (1983). "When disaster strikes.. The critical incident debriefing process." J Emerg Med Serv 8: 36-38.
- Mitchell RC., Carson RT. (1989). Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. Washington, DC: Resource for the Future.
- MMWR (2002). "Impact of September 11 attacks on workers in the vicinity of the World Trade Center--New York City." Morb Mortal Wkly Rep 51: 8-10.
- Momas I., Caillard JF., Lesaffre B. (2004). Rapport de la Commission d'Orientation du Plan National Santé Environnement, AFSSE: 246.
- Moro M. (1995). Tremblement de terre en arménie: le psychiatre et le réanimateur. Psychiatrie humanitaire en ex-Yougoslavie et en Arménie. M. Moro, Lebovici, S. Paris, PUF.
- Murphy SA. (1984). "Stress levels and health status of victims of a natural disaster." Research in Nursing & Health 7(3): 205-15.
- Myers G., Davidson PW. (1998). "Prenatal methylmercury exposure and children: neurologic, developmental, and behavioral research." Environ Health Perspect 106(suppl3): 841-847.
- Myers G., Davidson PW. (2000). "Does methylmercury have a role in causing developmental disabilities in children?" Environ Health Perspect 108(3): 413-420.
- Naughton M., Henderson A., Mirabelli MC., Kaiser R., Wilhelm JL., Kieszak SM. et al. (2002). "Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago." Am J Prev Med 22(4): 221-227.
- Noji E. (1997). The Public Health Consequences of Disasters. New York Oxford.
- Norris F., Perilla J., Riad J., Kaniasty K., Lavizzo E. (1999). "Stability and change in stress, resources, psychological distress following natural disaster : Findings from Hurricane Andrew." Anxiety, stress and coping 12: 636-396.
- North CS., Smith EM., Spitznagel EL. (1994). "Posttraumatic stress disorder in survivors of a mass shooting." Am J Psychiat 151(1): 82-8.
- North CS., Nixon SJ., Shariat S., Mallonee S., McMillen JC., Spitznagel EL., Smith EM. (1999). "Psychiatric disorders among survivors of the Oklahoma City bombing." Jama 282(8): 755-62.
- Ogawa K., Tsuji K., Hisamichi S. (2000). "Increased acute myocardial infarction mortality following the 1995 Great Hanshin-Awaji earthquake in Japan." Int J Epidemiol 29: 449-455.
- Olsen JA., Smith RD. (2001). Theory versus practice: a review of 'willingness-to-pay' in health and health care. Health Econ ; 10: 39-52.
- OMS (2002). Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide, World Health Organisation.
- Oppenheim H. (1889). Die traumatischen neurosen. Berlin.
- ORS PACA (1999). Evaluation épidémiologique des effets psychologiques des inondations de 1992 dans le Vauduse. Rapport scientifique : Programme Environnement et Santé du Ministère de l'Environnement: 150p.
- ORS Picardie (2004). Enquête santé chez les inondés de la Somme au printemps 2001, 2 ans après. Amiens, ORS Picardie: 73p.
- Paunovic N., Lars-Goran O. (2001). "Cognitive-behavior therapy vs exposure therapy in the treatment of PTSD in refugees." Behaviour Research and therapy 39: 1183-1197.
- Perez R., Gatt N., Cohen D. (2000). "Audiometric configurations following exposure to explosions." Arch Otolaryngol head Neck Surg 126: 1249-52.

- Pesatori AC., Consonni D., Bachetti S., Zocchetti C., Bonzini M., Baccarelli A., Bertazzi PA. (2003). "Short and long-term morbidity and mortality in the population exposed to dioxin after the "Seveso accident". Ind Health 41(3): 127-138.
- Pirard P., Brenot J., Verger P. (1998). "Conséquences des accidents radiologiques sur la santé mentale." Radioprotection 33(4): 271-292.
- Pitman RK., Orr SP., Altman B., Longpre RE., Poire RE., Macklin ML. (1996). "Emotional processing during eye movement desensitization and reprocessing therapy of Vietnam veterans with chronic posttraumatic stress disorder." Compr Psychiat 37: 419-429.
- Polovina N., Diva, L. (1992). "Post traumatic stress disorders and psychotherapeutic approach." Vojnosanit Pregj 42: 115-25.
- Portney PR. (1994). The Contingent Valuation Debate: Why Economists Should Care. J Economic Perspectives; 8: 3-17.
- Prezant DJ., Weiden M., Banauch GI., McGuinness G., Rom WN., Aldrich TK., Kelly KJ. (2002). "Cough and bronchial responsiveness in firefighters at the World Trade Center site." N Engl J Med 347(11): 806-15.
- Prieto N., Weber E., Prost G. (2000). "La cellule d'urgence médico-psychologique : des soins spécifiques et en réseau." Revue française de psychiatrie et de psychologie médicale 34: 98-101.
- Prieto N., Lebigot F. (2003). "Les soins psychiques précoces en cas de catastrophe." Revue Francophone du stress et du trauma 3(1): 29-33.
- Prieto N., Scala G., Buffard, G. (2004). "Doit-on garder la pratique du débriefing psychologique ?" Stress et Trauma 4(1): (à paraître).
- Pynoos R., Frederick CJ., Nader K., Arroyo W., Steinberg A., Eth S., Nunez F., Fairbanks L. (1987). "Life threat and post traumatic stress in school-age children." Arch Gen Psychiat 1987 44: 1057-63.
- Radloff LS. (1977). "The CES-D Scale : A self-report depression scale for research in the general population." App. Psychol. Meas. 3: 385-401.
- Raphael B. (1986). When disaster strikes. A handbook for the caring professions. London, Hutchinson.
- Raphael B., Wilson JP. (1993). Theoretical and Intervention considerations in working with victims of disaster. In Internationale Handbook of traumatic stress syndromes. J. Wilson, Raphael, B. New York, Plenum Press: 105.
- Raphael B., Meldrum L., McFarlane AC. (1995). "Does debriefing after psychological trauma work." BMJ 310: 1479-1480.
- Rawlins JS. (1978). "Physical and pathophysiological effects of blast." Injury 9(4): 313-320.
- Reynolds C., Richmond, BO. (1997). "What I Think and Feel: a revised measure of Children's Manifest Anxiety." J Abnorm Child Psychol 25(1): 15-20.
- Rignault DP., Deligny MC. (1989). "The 1986 terrorist bombing experience in Paris." Ann Surg 209(3): 368-73.
- Ringot C. (1986). La réglementation de l'AIEA - Originalité au sein de la Réglementation Générale des Transports de Matières Dangereuses. La Maîtrise d'un Système de Transport de Matières Dangereuses : Le cas des matières radioactives. S.-o. 1986. Paris.
- Robins L., Helzer JE., Croughan J., Ratdiff KS. (1981). "National Institute of Mental Health Diagnostic Interview Schedule." Arch Gen Psychiatr 38: 381-389.
- Robinson RC., Mitchell JT. (1993). "Evaluation of psychological debriefing." J Trauma Stress 6: 367-383.
- Rodriguez-de-Olivera A. (1987). "Un répertoire des accidents radiologiques 1945-1985." Radioprotection 22(2): 89-135.
- Rooney C., McMichael AJ., Kovats RS., Coleman MP. (1998). "Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heat-wave." J Epidemiol Community Health 52(8): 482-6.

- Rose S., Bisson J. (1998). "Brief early psychological interventions following trauma: a systematic review of the literature." J Trauma Stress 11(4): 697-710.
- Rubonis A., Bickman L. (1991). "Psychological impairment in the wake of disaster: the disaster-psychopathology relationship." Psychol Bull 109(3): 384-99.
- Sarason I., Levine HM., Basham RB., Sarason BR. (1983). "Assessing social support: the social support questionnaire." J Personal Soc Psychol 44(1): 127-139.
- Scheeringa M., Zeanah CH., Drell MJ., Larrieu JA. (1995). "Two approaches to the diagnosis of posttraumatic stress disorder in infancy and early childhood." J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 34(2): 191-200.
- Schlenger W., Caddell JM., Ebert L., Jordan BK., Rourke KM., Wilson D. et al.(2002). "Psychological reactions to terrorist attacks. Findings from the national study of Americans's reactions to September 11." JAMA 288(5): 581-8.
- Schuster M., Stein BD., Jaycox LH., Collins RL., Marshall GN., Elliott MN. et al. (2001). "A national survey of stress reaction after the September 11, 2001, terrorist attacks." New Engl J Med 345: 1507-1512.
- SFSP (1999). "L'incinération des déchets et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation du risque." Société Française de Santé Publique - Collection Santé et Société 7: 368.
- Shalev A. (1992). "Posttraumatic stress disorder among injured survivors of a terrorist attack" J Nerv Ment Dis 180(505-509).
- Sheehan D., Lecrubier Y., Shenan KH., Amorim P., Janavs J., Weiller E., et al. (1989). "The Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.) : The development and validation of a Structured Diagnostic Psychiatric Interview for DSM-IV and ICD-10." J Clin Psychiatr 59(20): 22-33.
- Siegel D. (1995). "Memory, trauma and psychotherapy: a cognitive science view." J Psychoter Pract Res 4: 93-122.
- Siegrist J. (2000). " Place, social exchange and health: proposed sociological framework." Soc Sci Med 51: 1283-93.
- Silberg J. (1996). The dissociative Child. MD: Sidan Press, Lutherville,.
- Silva R., Alpert, M. et al. (2000). "Stress and vulnerability to PTSD in Children and adolescent." Am J Psychiat 157: 1229-1235.
- Skevington S., Carse MS., et al. (2001). "Validation of the WHOQOL-100: pain management improves quality of life for chronic pain patients." Clin J Pain 17(3): 264-75.
- Smith DW., Christianson EH., Vincent R., Hann RE. (1999). "Population effects of the bombing of Oklahoma city." J Okla State Med Assoc 92: 193-8.
- Smith E., North CS. (1993). "Post traumatic stress disorder in natural disasters and technological accidents." Int Handbook of Traumatic stress syndromes: 405-419.
- Solomon R., Horn JM. (1986). Postshooting traumatic reactions : a ppilot study. Psychological services for law enforcement. J. Reese, Goldstein, HH.,. Whashington, DC, U.S. Government Printing Office: 383-393.
- Solomon SD, Davidson JR. (1997) Trauma: prevalence, impairment, service use, and cost. J Clin Psychiatry ; 58 Suppl 9: 5-11.
- Solomon Z. (2001). "The impact of posttraumatic stress disorder in military situations." J Clin Psychiat 62: 11-5.
- Somasundaram DJ. (1996). "Post-traumatic responses to aerial bombing." Soc Sci Med 42(11): 1465-71.
- Spencer H., Campbel CC., Romero A. et al. (1977). "Disease surveillance and decision-making after the 1976 Guatemala Earthquake." Lancet 23: 181-84.
- Spielberger C. (1973). Manual for the state Trait Anxiety Inventory for children (STAI- C). Plalo Alto (CA), Consulting psychologists Press.

- Spiegel D. (1989). "Hypnosis in the treatment of victims of sexual assault." Psychiat Clin N Am 12(295-305).
- Stallard P., Velleman R., Baldwin S. (1998). "Prospective study of post traumatic stress disorder in children involved in road traffic accidents." BMJ 317(7173): 1619-23.
- Suruda A., Wallace D. (1996). "Fatal work-related injuries in the U.S. chemical industry 1984-89." Int Arch Occup Environ Health 68(6): 425-8.
- Sydor G., Philipot P. (1996). "Prévalence des symptômes de stress post traumatique et intervention de prévention secondaire suite à une catastrophe humanitaire." Revue européenne de psychologie appliquée 46: 269-75.
- Tanguy P. (1990). "La sûreté nucléaire en 1990 en France et dans le monde." Rev Energie 423: 433-45.
- Tarabina N., Lazebnaya E., Zelenova M., Lasko N. (1996). "Chernobyl Clean-up Workers' Perceptions of Radiation Threat." Rad Prot Dosim 68: 251-255.
- Tarrier N., Sommerfield C., Pligrim H. (1999). "Relatives' expressed emotion (EE) and PTSD treatment outcome." Psychol Med 29: 801-811.
- Taylor AJ., Frazer AG. (1982). "The stress of post-disaster body handling and victim identification work." J Human Stress 8(4): 4-12
- Terr L. (1991). "Childhood traumas: an outline and overview." Am J Psychiat 148(1): 10-20.
- Thelot B., Malfait P., Faivre P., Fraisse A., Rouch R., Mora M., et al. (2002). Impact des inondations de l'Aude en novembre 1999 sur les tentatives de suicide. Actes du congrès de l'ADELF, Toulouse, RESP.
- Tillaut H., Ravault C., Rambourg MO., Pascal, P. (2003). "Vague de chaleur et santé : revue bibliographique." BEH 45-46: 218-219.
- Tobin G., Graham B., Burrell EM. (1997). Natural hazards explanation and integration. Guilford Press, Londres.
- Torterotot J. (1993). Le coût des dommages dûs aux inondations: estimation et analyse des incertitudes. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris.
- Toutain C. (2002). Prévenir les accidents technologiques. Ed. Toulouse, Milan.
- Trappler B., Friedman S. (1996). "Posttraumatic stress disorder in survivors of the Brooklyn Bridge shooting." Am J Psychiat 153(5): 705-7.
- Trichopoulos D., Katsouyanni K., Zavitsanos X., Tzonou A., Dalla-Vorgia P. (1983). "Psychological stress and fatal heart attack: the Athens (1981) earthquake natural experiment." Lancet (8322): 441-4.
- Udwin O., Boyle S., Yule W., Bolton D., O'Ryan D. (2000). "Risk factors for long-term psychological effects of a disaster experienced in adolescence: predictors of post traumatic stress disorder." J Child Psychol Psychiatry 41(8): 969-79.
- UNSCEAR (2000). Sources, effects and risks of ionising radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000 Report to the general Assembly, Annexe G. U. Nations. New York
- Van Der Kolk BA. (1988). "The trauma spectrum : the interaction of biological and social events in the genesis of the trauma response." J Trauma Stress 1: 273-90.
- Van Emmerick A., Kamphuis JH., Hulsbosch AM., Emmelkamp PM. (2002). "Single session debriefing after psychological trauma: a meta-analysis." Lancet 360: 766-771.
- Van Walsum AD., Rodel SG., Klaase JM., Vierhout PA. (2001). "Local and regional in-hospital trauma care following fireworks depot explosion in Enschede." Ned Tijdschr Geneesk 145(48): 2330-5.
- Venkatachalam L. (2004). The contingent valuation method: a review. Environmental Impact Assessment Review; 24: 89-124.
- Verger P., Bard D., Dab W., Hubert P. (1995a). "Accidents, catastrophes et crises : apports de l'épidémiologie dans le domaine nucléaire." RESP 43(4): 316-27.

Verger P. (1996b). Etude d'un dispositif de réponse épidémiologique pour les situations accidentelles dans le domaine nucléaire et radiologique en France. Fontenay-aux-Roses, Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire.

Verger P., Winter D. (1998). Radiation accidents. Encyclopedia of occupational health and safety, 4th edition. J. M. Stellman. Geneva, International Labour Office. 2: 39.29-39.39.

Verger P., Rotily M., Baruffol E., Boulanger N., Vial M., Sydor G., Pirard P., Bard D. (1999a). "Evaluation des conséquences psychologiques des catastrophes environnementales: une étude de faisabilité à partir des inondations de 1992 dans le Vaucluse (France)." Cahiers Sante 9(5): 313-8.

Verger P., Bourguignon M. (1999b). "Suivi sanitaire et médical des populations en phase post-accidentelle d'un accident radiologique". Rapport d'étape du Groupe de Travail n°4 préparé à l'intention de Monsieur le Secrétaire Général du Comité Interministériel à la Sécurité Nucléaire. Paris, Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire, Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants, Direction Générale de la Santé, Commissariat à l'Energie Atomique, Electricité de France, Direction de la Défense et de la Sécurité Civile.

Verger P., Hunault C., Rotily M., Baruffol E. (2000). "Facteurs de variation des symptômes de stress post-traumatique cinq années après l'inondation de 1992 dans le Vaucluse." RESP 48(suppl 2): 2S44-2S53.

Verger P., Duburq A., Ducruet T., Voinet C. (2001a). Etude ECSAT : étude épidémiologique des conséquences sanitaire des attentats. Paris, SOS Attentats.

Verger P., Aurengo A., Geoffroy B., LeGuen B. (2001b). "Iodine kinetics and effectiveness of stable iodine prophylaxis after intake of radioactive iodine: a review." Thyroid 11(4): 353-60.

Verger P., Hubert P., Bard D. (2002). "Quelle surveillance épidémiologique après un accident radiologique ? Les leçons de Tchernobyl." RESP 50(1): 93-103.

Verger P., Rotily M., Hunault C., Brenot J., Baruffol E., Bard, D. (2003a). "Assessment of exposure to a flood disaster in a mental-health study." J Expo Anal Environ Epidemiol 13(6): 436-42.

Verger P., Catelinois O., Timarche M., Chérié-Challine L., Pirard P., et al. (2003b). "Thyroid cancers in France and the Tchernobyl accident: risk assessment and recommendations for improving epidemiological knowledge." Health Physics 85: 323-329.

Verger P., Dab W., Lamping D., Rouillon F., Loze JY. (2004). "The psychological impact of terrorism: an epidemiologic study of PTSD and associated factors in victims of the 1995-96 bombings in France." Am J Psychiatr (à paraître).

Vila G., Porche LM., Mouren-Simeoni MC. (1999). L'enfant victime d'agression. Etat de stress post traumatique chez l'enfant et l'adolescent. Paris.

Vlahov D., Galea S., Resnick H., Ahern J., Boscarino JA., Bucuvalas M., et al. (2002). "Increased Use of Cigarettes, Alcohol, and Marijuana among Manhattan, New York, Residents after the September 11th Terrorist Attacks." Am J Epidemiol 155: 988-996.

Walker EA., Katon W., Russo J., Ciechanowski P., Newman E., Wagner AW. (2003) Health care costs associated with posttraumatic stress disorder symptoms in women. Arch Gen Psychiatr; 60: 369-74.

Ware J., Gandek B. (1998). "Overview of the SF-36 Health Survey and the International Quality of Life Assessment (IQOLA) Project." J Clin Epidemiol 51(11): 903-912.

Watanabe C., Satoh H. (1996). "Evolution of our understanding of methylmercury as a health threat." Environ Health Perspect 104 : 367-379.

Weiss B., Clarkson TW., Simon W. (2002). "Silent latency periods in methylmercury poisoning and in neurodegenerative disease." Environ Health Perspect 110(5): 851-4.

Weiss J., Papke O., Bignert A., Jensen S., Greyerz E., Agostoni C. et al. (2003). "Concentrations of dioxins and other organochlorines (PCBs, DDTs, HCHs) in human milk from Seveso, Milan and a Lombardian rural area in Italy: a study performed 25 years after the heavy dioxin exposure in Seveso." Acta Paediatr 92: 467-472.

Wilkinson R., Marmot M. (1998). Social determinants of health. The solid facts. Genève.

- Wilson J. (1989). Trauma, transformation and healing. New York, Brunner/Mazel.
- Winje D., Ulvik A. (1998). "Long-term outcome of trauma in children: the psychological consequences of a bus accident." J Child Psychol Psychiat 39: 635-642.
- Yehuda R. (2002). "Post-traumatic stress disorder." N Engl J Med 10(346): 108-14.
- Yule W., Udwin O. (1991). "Screening child survivors for post-traumatic stress disorders: experiences from the "Jupiter" sinking." Br J Clin Psychol 30: 131-138.
- Yule W. (1992). "Post-traumatic stress disorder in child survivors of shipping disasters: the sinking of the 'Jupiter'." Psychother Psychosom 57(4): 200-5.
- Yule W. (2001). "Posttraumatic stress disorder in the general population and in children." J Clin Psychiat 62: 23-8.
- Yzermans J., Donker G., Vasterman P. (2003). The impact of disasters : long term effects on health. Public Health in Europe. Springer. Berlin, Kirch: 317-41.
- Zigmond A., Snaith RP. (1983). "The hospital anxiety and depression scale." Acta Psychiat Scand 67(6): 361-70.

