

Santé travail

Rapport final de la cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine (cohorte santé « AZF »)

Conséquences sanitaires de l'explosion
survenue à l'usine AZF le 21 septembre 2001

Sommaire

Abréviations	2
Résumé	3
Préambule	4
1. Introduction	4
1.1 Contexte	4
1.2 États des connaissances	5
1.3 Objectifs de l'étude	6
2. Population et méthodes	6
2.1 Population étudiée	6
2.1.1 Suivi longitudinal annuel	8
2.2 Données recueillies	8
2.2.1 Données d'exposition à la catastrophe	8
2.2.2 Données de santé mentale	8
2.2.3 Données de santé auditive	9
2.3 Analyses statistiques	9
2.3.1 Données de santé mentale	10
2.3.2 Données de santé auditive	10
2.4 Aspects éthiques	10
3. Résultats	10
3.1 Participation des travailleurs	10
3.2 Parcours des travailleurs	11
3.3 Description de la population des travailleurs	13
3.4 Santé mentale	14
3.4.1 Symptômes d'état de stress post-traumatique (SESPT)	14
3.4.2 Symptômes dépressifs	21
3.5 Santé auditive	27
3.5.1 Signes fonctionnels ORL	27
3.5.2 Audiogrammes	29
4. Discussion	34
4.1 Santé mentale	35
4.2 Symptômes dépressifs	36
4.3 Santé auditive	36
5. Conclusion, pistes de réflexion	37
Références bibliographiques	39
Annexe	43

Rapport final de la cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine (cohorte santé « AZF »)

Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine AZF le 21 septembre 2001

Rédacteurs

Eloi Diène, Institut de veille sanitaire (InVS), Département santé travail (DST)
Aurélie Fouquet, InVS, DST
Chloé Cogordan, InVS, DST

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des travailleurs de la cohorte santé « AZF » pour leur participation et leur implication tout au long du suivi longitudinal. Ils remercient Aouïcha Abid pour la gestion logistique de la cohorte.

Abréviations

Cetaf	Centre technique d'appui et de formation
CES	Centre d'examens de santé
CES-D	Center for Epidemiologic Studies – Depression Scale
CIM 10	Classification internationale des maladies, 10 ^e édition
CPAM	Caisse primaire d'assurance maladie
Cnil	Commission nationale de l'informatique et des libertés
dB	Décibels
DSM-IV TR	Diagnostic and Statistical Manual, Fourth Edition, Text Revision
ÉSA	État de stress aigu
ESPT	État de stress post-traumatique
Hz	Hertz
IES-R	Impact of Event Scale-Revised
OMS	Organisation mondiale de la santé
Peraic	Préparation de la réponse épidémiologique aux accidents industriels et catastrophes
SESPT	Symptômes d'état de stress post-traumatique

Résumé

L'explosion de l'usine AZF a entraîné des conséquences importantes et les travailleurs de l'agglomération toulousaine ont été particulièrement exposés (31 morts dont 21 travailleurs, plusieurs milliers de blessés, 1 300 entreprises partiellement ou totalement détruites).

Une cohorte de travailleurs (cohorte santé « AZF ») a été mise en place en mai 2003 à la suite de l'enquête transversale menée de septembre 2002 à avril 2003 dans la population des travailleurs. La cohorte santé « AZF » comporte 3 000 personnes qui ont été suivies pendant cinq ans par des bilans de santé cliniques et paracliniques ainsi que par des auto-questionnaires de santé. L'objectif est d'évaluer les conséquences à moyen terme de la catastrophe industrielle sur la santé mentale et auditive des travailleurs.

Les principaux indicateurs de santé mentale explorés au cours du suivi longitudinal ont été les symptômes d'état de stress post-traumatique (SESPT) ainsi que les symptômes dépressifs.

La prévalence de SESPT diminuait au cours du suivi longitudinal : elle était respectivement de 15 % en 2004-2005 contre 11 % en 2008-2009 chez les hommes et 22 % contre 17 % chez les femmes. Les facteurs associés aux SESPT chez les hommes étaient la distance personnelle proche du lieu de l'explosion, l'existence de blessures physiques, l'apparition de symptômes psychiques, l'arrêt de travail au décours de l'explosion ainsi que les catégories sociales artisans, commerçants et ouvriers. Chez les femmes, les SESPT étaient associés à l'âge supérieur à 50 ans au moment de l'inclusion, à l'arrêt de travail ainsi que l'appartenance aux catégories sociales ouvrières et employées. Concernant les symptômes dépressifs, la diminution des prévalences a été également observée au cours du suivi longitudinal (respectivement 33 % contre 27 % chez les hommes et 47 % contre 43 % chez les femmes). Les facteurs associés aux symptômes dépressifs étaient chez les hommes, l'âge supérieur à 50 ans, les blessures physiques, les symptômes psychiques immédiats et l'appartenance aux catégories sociales employés et ouvriers ; chez les femmes les facteurs associés aux symptômes dépressifs étaient l'âge supérieur à 50 ans, l'impression de respirer des toxiques, les dégâts au domicile, l'arrêt de travail et l'appartenance aux catégories sociales employées et ouvrières.

Les symptômes auditifs les plus fréquemment rapportés par les travailleurs sont les acouphènes, l'hyperacousie puis les vertiges. La prévalence de ces symptômes était plus élevée au début du suivi longitudinal et diminuait au cours du temps. Les symptômes sont plus fréquents lorsque les personnes se trouvaient au plus près de l'explosion. L'analyse des audiogrammes à l'inclusion et au bilan final révèle peu de déficits auditifs liés à l'exposition.

Les résultats de cette étude mettent en évidence les liens entre l'exposition à la catastrophe industrielle et la santé mentale des travailleurs de la cohorte. Ils soulignent la nécessité d'être attentif aux facteurs de risque socioprofessionnels (catégorie socioprofessionnelle, âge, arrêt de travail) en plus des facteurs reflétant l'exposition directe (blessures, distance personnelle).

Préambule

Le programme de surveillance des conséquences sanitaires de l'explosion de l'usine AZF survenue le 21 septembre 2001 a été mis en place dans les jours ayant suivi la catastrophe industrielle.

Ce programme visait à répondre à des interrogations urgentes concernant la toxicité des produits libérés dans l'air et dans la Garonne après l'explosion et d'évaluer le bilan à court et à moyen terme sur la santé des populations toulousaines.

Une évaluation des risques environnementaux a été réalisée et n'a pas fait apparaître de conséquences sur la santé en dehors des signes irritatifs respiratoires (trachéobronchites) et ophtalmiques (conjonctivites) survenus dans les premiers jours après l'explosion. Des enquêtes épidémiologiques transversales ont été réalisées en 2002 dans la population des enfants, puis en 2003 dans la population générale et celle des travailleurs car cette catastrophe a eu comme particularité d'avoir affecté des écoles ainsi que des quartiers et des milliers d'entreprises.

Les résultats de ces enquêtes témoignent de l'impact de cette catastrophe sur la santé mentale et sont téléchargeables sur le site internet de l'Institut de veille sanitaire (InVS) : www.invs.sante.fr.

Dans le cas particulier des travailleurs, un suivi longitudinal de 5 ans (Cohorte santé « AZF ») a été réalisé après l'enquête transversale. Ce suivi longitudinal a été mis en place entre 2003 et 2004 et s'est achevé en 2009. Un premier rapport publié en 2007 a fait le bilan de la santé des participants au moment de l'inclusion dans la cohorte. Deux autres rapports publiés en 2009 et 2010 ont porté sur les données de santé mentale et auditive recueillies au début du suivi longitudinal. Ce présent rapport rend compte du bilan des données de santé mentale et auditive recueillies sur l'ensemble du suivi longitudinal de la cohorte.

1 Introduction

Une catastrophe est définie par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme « un choc sévère, une rupture brutale, écologique et psychosociale, qui dépasse largement les possibilités de faire face de la communauté affectée » [1]. Les catastrophes, qu'elles soient naturelles (inondations, tremblements de terre) ou d'origine humaine (accidents industriels, actes terroristes), peuvent entraîner chez les personnes qui y ont été exposées des conséquences physiques ou psychologiques de nature variée qui peuvent impacter leur santé [2]. Un des principaux enjeux de santé publique soulevé par la survenue des catastrophes est d'évaluer l'ensemble des conséquences sanitaires, psychosociales et sociétales à court, moyen et long terme, qu'elles génèrent, pour améliorer l'état des connaissances, les modalités de soutien des communautés touchées et la prévention pour de futures catastrophes [3].

1.1 Contexte

Le 21 septembre 2001, une explosion a eu lieu à l'usine Grande Paroisse située à 3 km du centre-ville de Toulouse. Cette usine était située au cœur d'un complexe chimique comprenant 5 autres usines chimiques, et collaborait avec une vingtaine d'entreprises sous-traitantes. Cet accident industriel a provoqué la destruction partielle ou totale d'environ 27 000 logements et 1 300 entreprises.

La violence de l'explosion a entraîné d'une part le décès de 31 personnes dont 21 travailleurs sur le site industriel ; d'autre part, elle a été la cause de plusieurs milliers de blessés. Les données des systèmes de surveillance et les enquêtes ont montré dans les jours et semaines ayant suivi l'explosion une augmentation de la délivrance de psychotropes [4;5]. Devant l'ampleur de la catastrophe industrielle et son impact chez les travailleurs, un programme de suivi épidémiologique a été mis en place. Ce programme comportait :

- une enquête transversale qui avait pour objectif d'évaluer les conséquences sanitaires à court terme (1 an) après l'explosion. Les résultats de cette enquête ont montré un impact sur la santé mentale des travailleurs avec des prévalences élevées de symptômes de stress post-traumatiques dans la zone proche située à moins de 3 km de l'épicentre de l'explosion (18 % chez les femmes et 12 % chez les hommes) ;

- un suivi longitudinal. À la suite de l'enquête transversale, les travailleurs pouvaient se porter volontaires pour participer à un suivi longitudinal (cohorte santé « AZF »). L'objectif général était de décrire à moyen terme (5 ans), les conséquences sanitaires et socioprofessionnelles de l'explosion de l'usine AZF. Cet objectif a été réalisé en partenariat avec le Centre d'examen de santé (CES) de la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) de Toulouse et l'équipe Risque post-professionnel cohortes du Centre technique d'appui et de formation (Cetaf) des CES.

1.2 État des connaissances

Les études épidémiologiques mises en œuvre à la suite de catastrophes collectives ont permis d'améliorer l'état des connaissances sur les conséquences sur la santé [6]. L'impact sanitaire dépend du type de catastrophe. Ce dernier peut être une explosion, un accident chimique ou radiologique ou un aléa naturel comme les inondations ou les tremblements de terre. Dans le cas des explosions, les conséquences psychologiques post-traumatiques et les lésions liées à l'explosion et au blast sont fréquentes et demeurent celles qui sont le plus souvent décrites dans la littérature scientifique [3;7].

Les réactions psychopathologiques secondaires à une catastrophe sont définies en fonction de leur durée et de leur nature :

- elles peuvent être immédiates dans les heures ou les jours suivant l'exposition au traumatisme. Dans ce cas, elles sont définies sous le terme « d'état de stress aigu » (ESA) et leur durée est inférieure à 4 semaines [2]. Ces troubles de santé mentale n'ont pas été évalués dans ce rapport qui avait pour objectif d'évaluer des conséquences à moyen terme de l'explosion ;
- elles peuvent apparaître bien plus tard et durer plus d'un mois avec des perturbations qui entraînent un dysfonctionnement social et professionnel ; il s'agit principalement de l'état de stress post-traumatique (ESPT) et de la dépression qui seront étudiés dans ce rapport.

Selon la classification établie par le Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition, Text Revision (DSM-IV TR), l'ESPT est défini comme un ensemble de réactions anxieuses pouvant se développer chez une personne ayant été témoin ou ayant été confrontée à un événement psychologiquement traumatisant [2] : l'ESPT est l'un des troubles les plus spécifiques d'une exposition à un traumatisme physique ou psychique [7-9]. Il entraîne une souffrance psychologique pouvant être très importante et susceptible de devenir fortement invalidante chez certaines personnes exposées. Les réactions anxieuses qui sont d'une durée supérieure à un mois comportent plusieurs types de symptômes :

- des symptômes d'évitement comportementaux ou cognitifs (éviter les lieux qui peuvent faire penser à l'événement traumatique) ;
- des symptômes d'hyperactivité neuro-végétative (hypervigilance, irritabilité, insomnies) ;
- des symptômes d'intrusion (souvenirs intrusifs, flashback, cauchemars) ainsi qu'une altération du fonctionnement social et professionnel.

Les facteurs de risque d'ESPT peuvent être réunis en trois grands groupes selon leur positionnement par rapport à l'événement traumatique :

- les facteurs pré-traumatiques : ils sont pré-existants au trauma. Il s'agit du sexe féminin, des antécédents psychiatriques ou de la position sociale de l'individu ;
- les facteurs péri-traumatiques : il s'agit généralement de l'exposition à l'événement traumatique (proximité du lieu de l'explosion, avoir été blessé, avoir été menacé dans son intégrité, avoir été le témoin de blessures graves ou de la mort de proches ou de collègues) ;
- les facteurs post-traumatiques : ils sont en rapport avec les conséquences économiques ou professionnelles (perte d'emploi, difficultés financières), et sociales (manque de réseau social).

D'autres troubles de santé mentale peuvent également survenir après l'exposition à un traumatisme : il s'agit principalement de la dépression, de l'abus d'alcool et de drogues, de l'anxiété généralisée, ou des troubles phobiques. La dépression constitue en fait l'autre trouble le plus fréquent avec l'ESPT [8;9]. L'hypothèse d'un lien entre les situations de catastrophe et le risque de dépression est clairement avancée dans la littérature [10;11] bien que les études soient moins nombreuses que celles portant sur l'ESPT. Les études qui évaluent les prévalences des deux troubles post-traumatiques (ESPT et dépression) montrent que ces troubles cohabitent souvent [12;13]. Les facteurs qui leur sont associés sont souvent les mêmes bien qu'une étude récente mette plus en

avant les facteurs pré-traumatiques pour les troubles dépressifs et les facteurs péri et post-traumatiques pour l'ESPT [14].

À côté des aspects psychologiques, les autres conséquences sanitaires relatives aux explosions sont dues à l'onde de choc, à l'effet de souffle ou à l'effet thermique. Ces lésions peuvent toucher les organes comportant des volumes gazeux, en particulier l'appareil auditif : elles sont dues au blast primaire (atteinte voire rupture du tympan ou de la chaîne ossiculaire) ou au traumatisme sonore aigu. Les lésions de blast primaire peuvent s'accompagner d'otalgies ou d'acouphènes et l'audiogramme permet parfois d'objectiver des atteintes des fréquences auditives [15].

1.3 Objectifs de l'étude

La cohorte santé « AZF » constitue le second volet du programme de surveillance des conséquences sanitaires de l'explosion chez les travailleurs de l'agglomération toulousaine après l'enquête transversale qui a eu lieu auprès de cette population en septembre 2002 [16]. Cette étude de cohorte avait deux objectifs généraux :

- d'une part, décrire sur une période de cinq années, les conséquences sur la santé de l'explosion de l'usine AZF auprès d'un échantillon de travailleurs de l'agglomération toulousaine ;
- d'autre part, expérimenter l'utilisation de bases de données médico-administratives dans le cadre de la surveillance de la santé mentale post-catastrophe.

Ce rapport traite uniquement du premier objectif général, le second ayant déjà été abordé dans un article scientifique [17]. Il explore deux objectifs spécifiques qui sont :

- décrire les conséquences à moyen terme sur la santé mentale des actifs de la cohorte, en particulier celles relatives à l'ESPT et à la dépression ;
- décrire les conséquences à moyen terme sur l'appareil auditif.

2 Population et méthodes

2.1 Population étudiée

Pour rappel, la cohorte santé « AZF » a été mise en place entre mai 2003 et avril 2004.

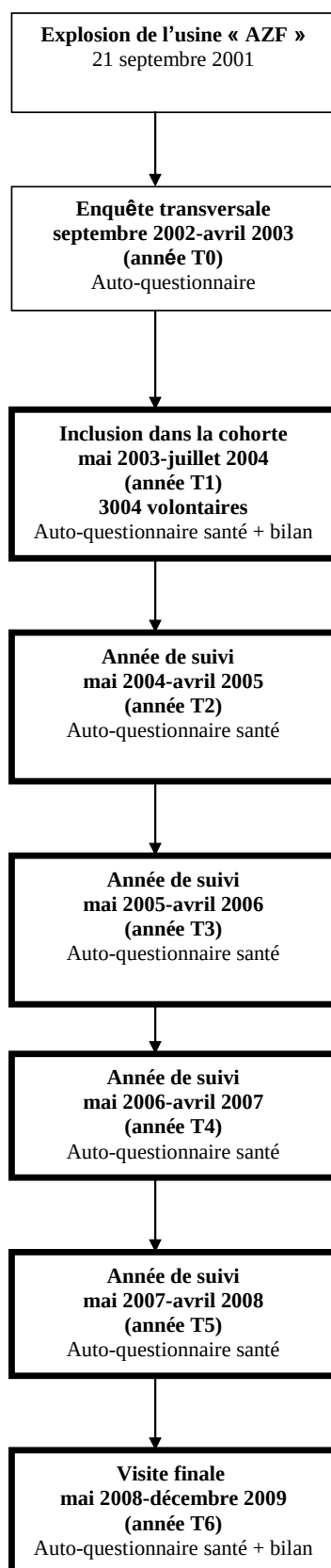
Les personnes ont été sollicitées au moment de l'enquête transversale réalisée entre septembre 2002 et mai 2003 auprès d'un échantillon de 50 000 travailleurs de l'agglomération toulousaine. Sur les 13 700 actifs ayant répondu à l'enquête transversale, 5 000 ont émis le souhait de participer à la cohorte et 3 000 ont été inclus au CES. L'organisation de cette mise en place ainsi que le recueil des données sont décrits dans le rapport de la phase d'inclusion [16].

La figure 1 mentionne les différentes phases du programme de surveillance dans son ensemble depuis la mise en place de l'enquête transversale jusqu'au bilan final ayant clôturé la cohorte. Dans la suite du document, les termes suivant seront utilisés pour désigner les différentes étapes annuelles depuis l'enquête transversale jusqu'à la fin du suivi de la cohorte :

- T0 (enquête transversale année 2002-2003) ;
- T1 (inclusion dans la cohorte 2003-2004) ;
- T2 (année 2004-2005) ;
- T3 (année 2005-2006) ;
- T4 (année 2006-2007) ;
- T5 (année 2007-2008) ;
- T6 (bilan final de la cohorte, année 2008-2009).

I Figure 1 I

Déroulement du suivi longitudinal



2.1.1 Suivi longitudinal annuel

Au cours du suivi longitudinal, à la date anniversaire de l'inclusion dans la cohorte, les volontaires recevaient un pli comprenant un auto-questionnaire à remplir. En l'absence de réponse de leur part, un courrier de relance avec un nouveau pli était renvoyé une première fois, puis une seconde fois quinze jours après, en cas de non-réponse. En cas de retour du pli par la poste en raison d'une non-distribution (pli retourné avec une des mentions suivantes : n'habite pas à l'adresse indiquée, boîte, voie ou rue introuvable) l'adresse personnelle était recherchée dans les annuaires téléphoniques, puis auprès du CES de Toulouse.

Par ailleurs, un site internet dédié aux volontaires de la cohorte a été mis en ligne afin de fidéliser les travailleurs de la cohorte. Une lettre d'information sur la cohorte a également été envoyée à tous les participants chaque année entre 2003 et 2009. Le suivi longitudinal a été clôturé en 2008-2009 par un bilan de santé clinique et paraclinique en tout point identique à celui de l'inclusion. Ce bilan a été proposé à toutes les personnes qui n'ont pas exprimé leur droit de retrait de la cohorte.

2.2 Données recueillies

Les données d'exposition ont été recueillies au cours de l'enquête transversale (T0) tandis que les données de santé mentale ont été recueillies au cours des suivis annuels à T2, T4 et T6. Les données de santé auditive telles que les audiogrammes ont été réalisées à l'inclusion (T1) et à la visite finale (T6) alors que les signes fonctionnels oto-rhino-laryngologiques (ORL) ont été évalués par les auto-questionnaires du suivi longitudinal à T2, T3, T4, T5 et T6.

2.2.1 Données d'exposition à la catastrophe

Ces données ont été recueillies à T0 et comprennent plusieurs types d'exposition :

- la distance personnelle séparant le travailleur de l'épicentre au moment de l'explosion ; cette dernière a été calculée par géocodage à partir des coordonnées géographiques de la personne au moment de l'explosion. Elle a été traitée en variable catégorielle à 4 classes : <1,7 km, entre 1,7 km et <3 km, entre 3 km et <5 km et ≥5 km [16;18]. Dans la suite du document, le terme distance personnelle sera utilisé pour désigner cette variable ;
- l'exposition dans les suites immédiates après l'explosion ; les indicateurs retenus étaient : avoir eu l'impression de respirer des toxiques ou avoir eu l'impression d'effondrement des bâtiments, avoir vu des morts ou des blessés, avoir participé à des opérations de secours ou avoir eu un proche blessé ou décédé dans les suites immédiates de l'explosion ;
- l'atteinte physique : avoir été blessé au moment de l'explosion ;
- l'impact matériel : avoir eu des dégâts matériels importants au domicile ;
- l'impact professionnel : avoir eu un lieu de travail délocalisé ou avoir été en arrêt de travail à la suite de l'explosion ;
- les réactions psychopathologiques survenues quelques heures ou quelques jours après l'exposition traumatique ont été évaluées : il s'agissait du fait d'avoir ressenti des troubles psychologiques (trou de mémoire, difficulté de concentration, sentiment de torpeur, impression de déréalisation) dans les suites immédiates de l'explosion. Ces réactions sont définies sous le terme de symptômes psychiques immédiats dans la suite du document.

2.2.2 Données de santé mentale

Les données de santé mentale proviennent de deux auto-questionnaires : le premier est l'échelle Impact of Event Scale Revised (IES-R) et le second le Center for Epidemiological Studies Depression Scale (CES-D). Ces instruments de mesures ont été choisis pour leurs qualités psychométriques [19;20] et ont été remplis à T2, T4 et T6.

L'IES-R comporte 22 items et explore les 3 dimensions de l'ESPT. Les symptômes relatifs à ces dimensions sont l'intrusion (reviviscence de l'événement, souvenirs, pensées), l'évitement (éviter les lieux ou les choses qui font penser à l'événement traumatique) et l'hyperactivité (irritabilité, hypervigilance). Cette échelle permet de calculer un score global obtenu à partir de la somme de l'ensemble des réponses aux 22 items. Ce score global varie de 0 à 88 [19]. La grille d'évaluation de l'IES-R n'est pas conçue pour permettre un diagnostic d'ESPT tel que décrit dans les classifications

internationales (Classification internationale des maladies 10^e édition CIM 10, DSM-IV). Le terme « symptômes d'état de stress post-traumatique » (SESPT) sera utilisé dans ce document pour définir les symptômes auto-rapportés par l'IES-R. Pour calculer les prévalences de SESPT à partir du score total, nous avons utilisé le seuil supérieur ou égal à 33 qui définit la présence d'ESPT [21]. Il n'existe pas de méthode d'imputation lorsque l'ensemble des 22 items ne sont pas remplis. Dans les cas où un ou plusieurs items étaient manquants, le score n'était pas calculé.

Le CES-D est une échelle constituée de 20 items décrivant les symptômes de la dépression [20].

À chacune de ces modalités de réponse est associée une valeur comprise entre 0 et 3 ; la somme des 20 items permet d'obtenir un score global compris entre 0 et 60. Cette échelle rapporte des symptômes dépressifs mais ne permet pas de porter un diagnostic de dépression. Au-delà d'un certain seuil, on considère que la personne présente une symptomatologie dépressive, qu'on appelle aussi dépressivité. Il existe deux seuils recommandés : l'un avec un score supérieur ou égal à 16 est international [20], l'autre avec un score supérieur ou égal à 17 pour les hommes et 23 pour les femmes est français [22]. Le choix a été fait de retenir le seuil international pour pouvoir comparer les résultats à ceux de la littérature scientifique. Il n'existe pas de méthode d'imputation unanimement validée lorsque les 20 items ne sont pas remplis. Le choix a été fait de ne pas calculer un score global lorsqu'il y avait 5 items manquants ou plus. Entre 1 et 4 items manquants, nous avons calculé un score en utilisant une méthode de complétude des données mise au point au moment de la rédaction du protocole (annexe 1).

2.2.3 Données de santé auditive

Des audiogrammes ont été réalisés à l'inclusion et à la visite finale. Il s'agit d'une audiométrie tonale qui a été effectuée en cabine à insonorisation renforcée avec un audiomètre *INMEDICO SM910*.

La perte en décibels (dB) de chaque oreille a été mesurée de 5 dB en 5 dB aux fréquences 500, 1 000, 2 000, 4 000, 6 000 et 8 000 Hertz (Hz). Un questionnaire administré par le médecin au moment de l'inclusion dans la cohorte a renseigné la présence d'antécédents ORL (barotraumatisme, otorrhée, otites à répétition, paracentèse, surdité médicamenteuse, traumatisme crânien avec otorragies), ainsi que l'exposition professionnelle au bruit ainsi que la présence de signes fonctionnels (vertiges, surdité, otalgies, acouphènes, hyperacousie, hypoacousie).

D'autres données auditives ont été recueillies au cours des suivis annuels: il s'agit de symptômes auto-rapportés de surdité, otalgies, acouphènes, hypoacousie, hyperacousie et vertiges.

2.3 Analyses statistiques

2.3.1 Données de santé mentale

Les prévalences des symptômes de santé mentale (SESPT et symptômes dépressifs) ont été calculées pour chaque année du suivi longitudinal lorsque ces variables étaient présentes dans l'auto-questionnaire (T2, T4, T6). L'association brute entre les symptômes de santé mentale d'une part, et les caractéristiques sociodémographiques et l'exposition à la catastrophe d'autre part, ont été testées par des Chi2 de Pearson.

Les analyses multivariées en santé mentale ont été réalisées en tenant compte du fait que les données analysées sont des données répétées, recueillies tout au long du suivi longitudinal. Il en résulte que les observations réalisées sur un même participant sont corrélées : ceci ne permet pas d'utiliser les méthodes qui reposent sur l'indépendance des observations. Un modèle mixte a été utilisé pour étudier le lien entre la variable dépendante (SESPT ou symptômes dépressifs) et les variables explicatives [23].

Les modélisations ont été effectuées en trois étapes selon le fait que les variables explicatives pouvaient témoigner de la présence ou non des personnes dans l'agglomération toulousaine au moment de la catastrophe [16] :

- la première étape consistait à étudier uniquement un premier groupe homogène de variables liées à la présence de la personne autour du site de l'explosion : il s'agit de la distance personnelle, avoir vu des morts ou des blessés au moment de l'explosion, avoir eu l'impression de respirer des toxiques, avoir participé à des opérations de secours au moment de l'explosion, avoir ressenti des troubles

psychologiques immédiats, avoir été blessé au moment de l'explosion. La distance personnelle a été dichotomisée autour de la valeur de 1,7 km ($<1,7$ km et $\geq 1,7$ km) en lieu et place des 4 catégories initiales, afin d'améliorer l'adéquation du modèle. Ce codage a été choisi en fonction de critères raisonnés : d'une part la distance inférieure à 1,7 km est celle où il y a eu une atteinte majeure du bâti avec des dégâts matériels importants ; d'autre part cette distance correspondait à un rayon, en deçà duquel les pressions acoustiques pouvaient entraîner des lésions auditives [24] ;

- la seconde étape a pris en compte un autre groupe de variables, indépendantes de la présence de la personne sur le lieu de l'explosion, à savoir : avoir eu un proche blessé ou décédé, avoir eu un lieu de travail délocalisé, avoir eu des dégâts matériels importants au domicile, ou avoir été en arrêt de travail ;

- la troisième étape concerne le modèle final qui a pris en compte l'ensemble des variables d'exposition significative au seuil de 20 % à chacune des deux étapes précédentes. Ce modèle final a été ajusté sur l'âge et la catégorie sociale.

2.3.2 Données de santé auditive

Les données des audiogrammes ont été analysées de façon à détecter une perte auditive entre l'inclusion et le bilan final et, le cas échéant d'évaluer le lien avec l'exposition. Les travailleurs ont été répartis en deux groupes d'exposition selon la distance personnelle ($<1,7$ km et $\geq 1,7$ km) car celle-ci reflétait l'exposition à la catastrophe en raison de la propagation de l'onde sonore susceptible d'entraîner la destruction des cellules ciliées de l'organe de Corti et d'entraîner des lésions ou une perte auditive.

L'analyse des données de l'audiogramme a porté sur les fréquences standards (500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 6 000 Hz et 8 000 Hz) pour chaque oreille, puis selon la meilleure oreille c'est-à-dire celle qui présente le moins de déficit auditif. Une perte d'audition moyenne a été calculée entre l'inclusion et le bilan final pour chaque fréquence et chaque oreille.

Un test t de Student a été utilisé pour comparer les variables quantitatives (âge, perte de l'audition) et un test du Chi2 pour les variables qualitatives (antécédents ORL, exposition professionnelle au bruit). Un modèle de régression linéaire multiple a été utilisé pour estimer l'association entre la perte auditive et l'exposition en tenant compte des facteurs de confusion.

2.4 Aspects éthiques

La mise en place de la cohorte (inclusion, suivi longitudinal, bilan final) a fait l'objet d'une déclaration à la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) et une autorisation a été accordée sous le numéro 904129. Les volontaires de la cohorte ont été informés par courrier du caractère facultatif du suivi longitudinal avec la possibilité de se retirer à tout moment du suivi longitudinal. Au total, 38 personnes ont fait la démarche active de demander leur retrait de la cohorte.

3 Résultats

3.1 Participation des travailleurs

Le tableau 1 représente la participation des travailleurs au cours du suivi longitudinal. Le nombre de participants, a diminué de 20 % entre l'inclusion dans la cohorte (T1) et l'année suivante (T2). Au total, l'échantillon initial a subi une érosion entre T1 (2 846 travailleurs) et T6 (1 795 travailleurs) soit un taux d'attrition de 37 %. Le type de non-participation le plus fréquent concerne des personnes qui ont reçu l'auto-questionnaire de suivi et qui n'ont pas répondu malgré deux relances successives.

I Tableau 1 I

Participation des travailleurs au cours du suivi longitudinal

	Suivi longitudinal par année											
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	(2003-2004)		(2004-2005)		(2005-2006)		(2006-2007)		(2007-2008)		(2008-2009)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Questionnaires renvoyés	2 846	80,2	2 282	76,6	2 179	74,4	2 117	68,3	1 945	68,3	1 795	63,1
Questionnaires non distribués ‡	0	-	60	2,1	38	1,3	23	<1	17	<1	64	2,3
Décès rapportés †	0	-	1	0,03	1	0,03	1	0,03	8	0,3	8	0,3
Refus de participation §	0	-	9	0,3	8	0,3	10	0,4	11	0,4	0	-
Non-réponse &	0	-	494	17,4	620	21,8	695	24,4	865	30,4	979	34,4

‡ Questionnaires revenus par la poste avec les mentions suivantes : « n'habite plus à l'adresse indiquée » ou « voie ou adresse introuvable ».
† Information communiquée par le conjoint ou la famille du travailleur au moment de la réception du questionnaire. § Refus de participation exprimé par courrier. & Questionnaires effectivement distribués par la poste mais non renvoyés par les travailleurs malgré deux relances à un mois d'intervalle. Note : pour tous les tableaux, les années de recueil des données sont les suivantes : T1 (2003-2004), T2 (2004-2005), T3 (2005-2006), T4 (2006-2007), T5 (2007-2008), T6 (2008-2009).

3.2 Parcours des travailleurs

La contribution des travailleurs en nombre d'année de suivi est illustrée dans le tableau 2. Près de la moitié de ces travailleurs (50 % chez les hommes et 47 % chez les femmes) a contribué à la totalité du suivi longitudinal de l'inclusion au bilan final (participation complète). Les autres travailleurs ont contribué de façon intermittente ou incomplète.

I Tableau 2 I

Contribution aux nombres d'années de suivi

	Nombre d'années											
	1 année		2 années		3 années		4 années		5 années		6 années	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hommes	123	9,2	96	7,2	103	7,7	155	11,7	195	14,7	659	49,5
Femmes	138	9,1	112	7,4	102	6,7	196	12,9	263	17,4	704	46,5

Parmi les différentes participations incomplètes ou intermittentes, l'analyse des trajectoires montre 31 cas de figures possibles : les 10 cas les plus fréquemment observés figurent dans le tableau 3.

Le type de participation incomplète qui regroupe le plus grand nombre est celle des travailleurs qui se sont présentés uniquement à l'inclusion et qui n'ont plus participé aux autres étapes du suivi longitudinal. Ce groupe sera désigné sous le terme de « participation unique ».

I Tableau 3 I

Types de participation incomplète (10 cas de figure les plus fréquents)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	Nombre de travailleurs
Oui	Non	Non	Non	Non	Non	261
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	193
Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	149
Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	107
Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	100
Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	74
Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	63
Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	57
Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	45
Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non	42

Trois groupes de travailleurs ont été définis selon leur mode de participation :

- le groupe « participation complète » qui comprend l'inclusion ainsi que toutes les années du suivi longitudinal (659 hommes et 704 femmes) ;
- le groupe « participation unique » (123 hommes et 138 femmes) ;
- les autres types de participation incomplète à l'exclusion de la participation unique (549 hommes et 673 femmes).

La comparaison entre les 3 groupes de participation ne montre pas de différence significative chez les hommes. Chez les femmes il n'y a pas de différence à l'exception de la présence de symptômes psychiques dans les suites immédiates de l'explosion (tableau 4).

I Tableau 4 I

Comparaison des groupes de travailleurs selon le type de participation

	Hommes			Femmes		
	Type de participation (%)			Type de participation (%)		
	complète	incomplète	unique	complète	incomplète	unique
Âge à l'inclusion						
<30 ans	4,4	8,2	4,1	7,1	11,1	12,3
30-39 ans	20,0	26,4	30,1	25,0	24,5	32,6
40-49 ans	35,0	37,3	35,8	35,2	35,0	36,2
≥50 ans	40,4	28,1	30,1	32,7	29,3	18,8
Catégorie sociale						
Artisans commerçants	3,8	5,7	10,6	1,7	1,6	2,9
Cadres	33,5	27,1	24,4	18,8	18,0	13,8
Professions intermédiaires	27,6	30,6	31,7	46,5	39,5	34,8
Employés	9,9	10,6	10,6	21,9	28,2	29,7
Ouvriers	16,4	17,9	12,2	3,4	3,4	1,5
Distance personnelle						
<1,7 km	29,4	29,0	29,3	25,4	24,4	18,8
≥1,7 Km et <3 km	29,3	25,9	31,7	35,7	35,1	36,2
≥3 Km et <5 km	23,5	24,2	17,7	19,5	21,3	22,5
≥5 km	16,4	18,2	22,0	18,3	16,6	18,9
Atteinte d'un proche	17,0	18,0	23,7	10,7	11,7	16,7
Arrêt de travail	14,7	18,1	26,8	21,6	23,4	34,1
Délocalisation ou chômage technique	22,8	20,2	19,5	11,2	10,9	17,4
Avoir vu des morts ou des blessés	56,5	54,6	57,7	62,6	60,0	47,1
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	59,9	62,3	66,7	73,4	73,7	65,2
Participation aux opérations de secours	18,2	16,4	17,9	20,7	16,9	12,3
Symptômes psychiques immédiats	51,0	52,5	61,8	66,2	66,3	53,6 *
Blessures physiques	20,0	16,7	18,7	17,8	16,8	17,4
Dégâts importants au domicile	20,5	19,9	29,3	30,8	33,7	23,2

* $p < 0.05$. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs. La participation unique définit les travailleurs qui ont participé uniquement à l'inclusion. La participation complète comprend l'inclusion dans la cohorte ainsi que l'ensemble de toutes les années du suivi longitudinal. La participation incomplète regroupe toutes les autres types de participation qui ne sont ni uniques ni complètes.

3.3 Description de la population des travailleurs

Les caractéristiques sociodémographiques à l'inclusion dans la cohorte ont déjà été décrites dans le rapport consacré à l'inclusion [16]. L'analyse des caractéristiques sociodémographiques et des indicateurs d'exposition selon les années de suivi est mentionnée dans les tableaux 5 et 6. Ces analyses cherchent à montrer si les travailleurs qui répondent aux différentes années de suivi ont des différences en termes d'exposition ou de caractéristiques sociodémographiques. Globalement, ces analyses ne montrent pas de grandes différences entre l'inclusion (T1) et le bilan final (T6) à l'exception de l'âge, le groupe des personnes âgées de plus de 50 ans au moment de l'inclusion devenant majoritaires en fin de suivi.

I Tableau 5 I

Caractéristiques sociodémographiques et indicateurs d'exposition selon les années de suivi chez les hommes

	Année T1 (N=1 331)	Année T2 (N=1 056)	Année T3 (N=1 021)	Année T4 (N=994)	Année T5 (N=922)	Année T6 (N=853)
	%	%	%	%	%	%
Âge à l'inclusion						
<30 ans	5,9	8,9	9,0	9,0	5,1	5,5
30-39 ans	23,6	25,5	24,8	25,3	21,5	21,2
40-49 ans	36,1	35,2	35,2	34,4	35,6	35,8
≥50 ans	34,4	30,4	31,0	31,3	37,9	37,4
Catégorie sociale						
Artisans commerçants	6,2	4,9	4,9	4,7	4,3	4,8
Cadres	33,3	33,5	33,9	34,6	35,2	33,6
Professions intermédiaires	32,0	31,4	31,7	31,0	30,5	32,7
Employés	11,7	11,6	10,8	11,2	11,5	10,6
Ouvriers	16,7	18,4	18,7	18,4	18,5	18,4
Distance personnelle						
<1,7 km	29,7	29,9	29,7	29,9	30,2	30,4
≥1,7 Km et <3 km	28,6	28,8	28,2	28,8	28,2	29,0
≥3 Km et <5 km	23,7	23,9	24,5	24,2	24,6	23,7
≥ 5 km	18,0	17,3	17,6	17,6	17,0	16,9
Atteinte d'un proche	21,8	21,1	21,6	21,1	20,7	20,8
Arrêt de travail	16,8	23,5	23,8	24,0	16,8	17,9
Délocalisation ou chômage technique	25,0	27,7	28,9	27,0	25,0	26,2
Avoir vu des morts ou des blessés	61,6	66,0	67,0	66,0	62,3	62,9
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	67,8	79,3	79,8	79,3	67,9	68,2
Participation aux opérations de secours	23,4	24,0	23,2	24,0	23,6	23,9
Symptômes psychiques immédiats	62,2	72,4	73,0	72,5	60,0	62,0
Blessures physiques	21,9	19,5	19,9	19,1	21,5	23,0
Dégâts importants au domicile	24,4	34,6	35,0	34,9	23,4	23,9

Note : les pourcentages de travailleurs en commun c'est-à-dire ceux ayant répondu à deux années de suivi consécutives sont les suivants : entre T2 et T1 (79,3 %) entre T3 et T2 (87,9 %) entre T4 et T3 (88,8 %) entre T5 et T4 (94,2 %) entre T6 et T5 (82,9 %).

I Tableau 6 I

Caractéristiques sociodémographiques et indicateurs d'exposition selon les années de suivi chez les femmes

	Année T1 (N=1 515)	Année T2 (N=1 226)	Année T3 (N=1 158)	Année T4 (N=1 124)	Année T5 (N=1 032)	Année T6 (N=942)
	%	%	%	%	%	%
Âge à l'inclusion						
<30 ans	9,4	5,9	5,4	5,7	8,4	7,6
30-39 ans	25,5	22,4	22,5	22,8	24,3	23,7
40-49 ans	35,3	36,6	35,9	35,8	35,1	35,5
≥50 ans	29,8	35,1	36,2	35,6	32,2	33,2
Catégorie sociale						
Artisanes commerçantes	2,0	1,8	1,9	1,9	1,7	1,7
Cadres	19,8	20,1	20,5	20,4	19,2	20,9
Professions intermédiaires	47	47,5	48	48,4	49,3	50,4
Employées	27,8	26,7	26,1	25,8	25,8	23,1
Ouvrières	3,5	4,0	3,5	3,6	3,9	3,8
Distance personnelle						
<1,7 km	24,9	25,4	26,6	26,0	25,2	24,1
≥1,7 Km et <3 km	36,2	36,0	36,0	35,7	36,1	37,8
≥3 Km et <5 km	21,0	20,4	20,2	21,0	20,3	20,3
≥5 km	18,0	18,2	17,2	17,3	18,5	17,9
Atteinte d'un proche	20,7	20,1	21,1	20,9	20,9	20,3
Arrêt de travail	22,6	17,0	16,9	16,1	22,9	22,7
Délocalisation ou chômage technique	26,2	25,5	25,0	24,8	27,4	26,0
Avoir vu des morts ou des blessés	64,8	62,4	63,9	63,1	66,3	65,8
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	78,2	68,7	69,2	69,2	79,0	78,4
Participation aux opérations de secours	23,0	23,0	23,6	23,9	24,5	24,6
Symptômes psychiques immédiats	72,2	60,6	61,5	61,2	72,7	72,2
Blessures physiques	19,6	21,3	22,1	21,6	18,7	18,7
Dégâts importants au domicile	34,3	23,4	23,0	23,2	34,5	34,8

Note : les pourcentages de travailleurs en commun c'est-à-dire ceux ayant répondu à deux années de suivi consécutives sont les suivant : entre T2 et T1 (80,9 %) entre T3 et T2 (86,7 %) entre T4 et T3 (87,7 %) entre T5 et T4 (83,1 %) entre T6 et T5 (80,5 %).

3.4 Santé mentale

3.4.1 Symptômes d'état de stress post-traumatique (SESPT)

Au moment du remplissage des auto-questionnaires, certains items de l'IES-R, voir la totalité, n'ont pas été renseignés. L'IES-R a été complétement renseigné par 2 067 travailleurs (983 hommes et 1 084 femmes) à T2, 1 831 travailleurs (883 hommes et 948 femmes) à T4 et 1 614 travailleurs à T6 (800 hommes et 814 femmes).

Les prévalences de SESPT au cours du suivi longitudinal sont indiquées dans les tableaux 7 et 8. Quatre ans après l'explosion (année T2), 14,5 % des hommes et 22 % des femmes rapportent des SESPT. Les prévalences diminuent au cours du suivi longitudinal. L'analyse des prévalences selon les caractéristiques sociodémographiques et les indicateurs d'exposition à T2, T4 et T6 montre une association significative avec la plupart de ces facteurs notamment la catégorie sociale, la distance personnelle, les blessures physiques ainsi que les arrêts de travail.

I Tableau 7 I

Prévalences de SESPT selon les caractéristiques sociodémographiques et les indicateurs d'exposition chez les hommes

	Année T2		Année T4		Année T6	
	n	%	n	%	n	%
Prévalence globale	142	14,5	115	13,0	88	11,0
Âge à l'inclusion						
<30 ans	6	10,5	3	6,1*	7	5,1**
30-39 ans	23	10,2	18	8,5	9	4,9
40-49 ans	51	14,4	41	13,1	17	7,7
≥50 ans	62	18,0	53	17,3	49	20,6
Catégorie sociale						
Artisans commerçants	12	26,7***	10	27,0***	7	19,4***
Cadres	17	5,4	16	5,6	11	4,4
Professions intermédiaires	40	14,0	31	11,9	19	7,9
Employés	14	13,6	11	12,6	6	8,1
Ouvriers	43	26,4	35	24,3	30	22,9
Distance personnelle						
<1,7 km	82	29,4***	66	26,1***	49	20,6***
≥1,7 Km et <3 km	28	9,9	25	10,2	17	7,7
≥3 Km et <5 km	13	5,6	11	5,1	9	4,9
≥5 km	16	9,4	9	5,8	7	5,1
Atteinte d'un proche						
Oui	36	22,2**	27	17,4*	20	14,5
Non	79	11,8	62	10,6	48	9,0
Arrêt de travail						
Oui	49	35,0***	38	31,4***	33	28,2***
Non	68	9,6	54	8,5	39	6,8
Délocalisation ou chômage technique						
Oui	58	27,1***	40	21,4***	30	16,6***
Non	61	9,7	51	9,0	41	8,2
Avoir vu des morts ou des blessés						
Oui	110	20,6***	84	17,4***	67	15,3***
Non	17	5,1	17	5,8	9	3,4
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments						
Oui	114	19,4***	87	16,5***	70	14,6***
Non	14	5,0	14	5,5	6	2,6
Participation aux opérations de secours						
Oui	42	24,7***	30	18,4**	25	17,9**
Non	69	12,0	51	10,2	37	8,2
Symptômes psychiques immédiats						
Oui	109	21,8***	81	18,0***	64	15,4***
Non	9	2,7	9	3,1	7	2,7

Blessures physiques						
Oui	66	38,8***	50	31,7***	39	26,0***
Non	54	8,1	43	7,2	32	6,1
Dégâts importants au domicile						
Oui	36	18,6*	25	14,4	22	13,5
Non	83	12,6	65	11,1	47	8,9

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

I Tableau 8 I

Prévalences de SESPT selon les caractéristiques sociodémographiques et les indicateurs d'exposition chez les femmes

	Année T2		Année T4		Année T6	
	n	%	n	%	n	%
Prévalence globale	239	22,1	170	17,9	138	17,0
Âge à l'inclusion						
<30 ans	14	13,5**	12	13,3**	9	13,9**
30-39 ans	47	16,2	30	11,4	20	9,9
40-49 ans	99	26,1	68	20,7	54	18,2
≥50 ans	79	25,5	60	22,6	55	21,9
Catégorie sociale						
Artisanes commerçantes	7	43,8***	3	21,4***	7	19,4
Cadres	23	11,4	15	8,2	11	4,4
Professions intermédiaires	104	22,0	66	15,8	19	7,9
Employées	65	24,3	53	24,3	6	8,1
Ouvrières	15	36,6	9	27,3	30	22,9
Distance personnelle						
<1,7 km	102	38,1***	80	33,8***	55	29,1***
≥1,7 Km et <3 km	71	19,0	54	16,2	52	17,3
≥3 Km et <5 km	41	18,4	25	12,4	19	12,0
≥5 km	22	11,1	9	5,6	11	7,3
Atteinte d'un proche						
Oui	62	29,8**	47	25,0**	28	18,2
Non	145	19,2	97	14,7	86	14,8
Arrêt de travail						
Oui	106	48,2***	75	35,7***	58	34,5***
Non	112	14,5	78	11,8	64	11,1
Délocalisation ou chômage technique						
Oui	84	32,1***	54	23,6**	34	17,6
Non	126	17,8	84	13,6	76	14,3
Avoir vu des morts ou des blessés						
Oui	185	27,8***	131	22,5***	99	19,8***
Non	36	10,5	25	8,2	23	9,0
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments						
Oui	202	25,4***	148	21,2***	111	18,7**
Non	21	9,8	12	6,2	14	8,2
Participation aux opérations de secours						
Oui	55	26,1**	42	22,8*	33	20,5*
Non	118	17,8	86	14,7	66	13,4
Symptômes psychiques immédiats						
Oui	200	28,3***	136	21,8***	110	20,8***
Non	19	6,87	17	7,0	14	6,5
Blessures physiques						
Oui	78	43,6***	55	33,7***	38	28,6***
Non	133	16,9	93	13,5	79	13,2

Dégâts importants au domicile

Oui	107***	30,7	71	22,8**	59	23,5***
Non	113	17,3	79	13,9	61	12,1

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

Chez les hommes, le modèle final multivarié (tableau 9) montre que les SESPT sont significativement associés à la distance personnelle, l'arrêt de travail, la présence de symptômes psychiques immédiats, aux blessures physiques et aux catégories sociales artisans et ouvriers.

Chez les femmes, les associations significatives sont retrouvées avec l'impression de respirer des toxiques, la présence de symptômes psychiques immédiats, l'existence de blessures physiques, l'arrêt de travail, les dégâts importants au domicile, l'âge supérieur à 40 ans ainsi que les catégories sociales employées et ouvrières (tableau 10). Les facteurs péri-traumatiques (avoir vu des morts chez les hommes, atteinte des proches chez les femmes) qui étaient significativement associés aux SESPT dans l'analyse bivariée ne le sont plus dans le modèle final.

I Tableau 9 I

Facteurs associés aux SESPT chez les hommes (Odds Ratio, intervalle de confiance à 95 %)

	Analyse multifactorielle ‡	Analyse multifactorielle †	Analyse multifactorielle finale §
Distance personnelle	4,2 [1,78 – 9,56]		3,42 [1,35 – 8,64]
Avoir vu des morts ou des blessés	1,32 [0,46 – 3,73]		
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	2,09 [0,74 – 5,9]		
Participation aux opérations de secours	0,75 [0,32 – 1,75]		
Symptômes psychiques immédiats	26,4 [5,99 – 76,37]		20,09 [5,77 – 70]
Blessures physiques	11,9 [4,8 – 29,75]		9,40 [3,6 – 24,53]
Atteinte d'un proche		3,7 [1,73 – 7,89]	1,61 [0,67 – 3,87]
Délocalisation ou chômage technique		4,18 [1,97 – 8,84]	0,72 [0,28 – 1,84]
Dégâts importants au domicile		1,89 [0,88 – 4,09]	
Arrêt de travail		29,95 [12,6 – 71,2]	2,53 [2,11 – 14,47]
Âge à l'inclusion			
<30 ans			1
30-39 ans			1,06 [0,13 – 8,34]
40-49 ans			1,6 [0,22 – 11,52]
≥50 ans			5,28 [0,70 – 39,75]
Catégorie sociale			
Artisans commerçants			21,29 [4,3 – 103,5]
Cadres			1
Professions intermédiaires			3,99 [1,34 – 11,83]
Employés			4,39 [1,04 – 18,48]
Ouvriers			17,49 [4,89 – 62,48]

‡ Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène des variables impliquant une présence sur le site de l'explosion. † Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène de variables n'impliquant pas une présence sur le site de l'explosion. § Ce modèle comprenant l'ensemble des variables significatives au seuil de 20 % de chacun des deux modèles précédents ainsi que les facteurs de confusion.

I Tableau 10 I

Facteurs associés aux SESPT chez les femmes (Odds Ratio, intervalle de confiance à 95 %)

	Analyse multifactorielle ‡	Analyse multifactorielle †	Analyse multifactorielle finale §
Distance personnelle	3,94 [2,01 – 7,72]		1,46 [0,75 – 2,87]
Avoir vu des morts ou des blessés	2,3 [1,13 – 4,69]		1,89 [0,92 – 3,86]
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	3,4 [1,44 – 8,0]		2,57 [1,12 – 5,90]
Participation aux opérations de secours	0,88 [0,45 – 1,73]		
Symptômes psychiques immédiats	3,72 [1,78 – 7,76]		4,1 [1,8 – 9,32]
Blessures physiques	3,72 [1,78 – 7,76]		2,79 [1,35 – 5,72]
Atteinte d'un proche		1,87 [1,01 – 3,43]	1,05 [0,54 – 2,05]
Délocalisation ou chômage technique		1,34 [0,74 – 2,44]	
Dégâts importants au domicile		3,44 [2,0 – 5,90]	2,21 [1,22 – 4,0]
Arrêt de travail		20,46 [10,71 – 39,10]	8,21 [4,1 – 16,4]
Âge à l'inclusion			
<30 ans			1
30-39 ans			2,11 [0,65 – 6,80]
40-49 ans			3,58 [1,16 – 11,06]
≥50 ans			3,79 [1,16 – 12,3]
Catégorie sociale			
Artisanes commerçantes			4,03 [0,54 – 29,65]
Cadres			1
Professions intermédiaires			1,79 [0,82 – 3,90]
Employées			4,89 [2,1 – 11,4]
Ouvrières			6,2 [1,2 – 31,7]

‡ Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène des variables impliquant une présence sur le site de l'explosion. † Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène de variables n'impliquant pas une présence sur le site de l'explosion. § Ce modèle comprend l'ensemble des variables significatives au seuil de 20 % de chacun des deux modèles précédents ainsi que les facteurs de confusion.

3.4.2 Symptômes dépressifs

Les proportions de questionnaires comportant au moins un item non renseigné au cours du suivi longitudinal chez les hommes sont de 17,1 % à T2, 23,5 % à T4 et 13,1 % à T6. Chez les femmes, ces proportions sont plus élevées et sont respectivement 19,2 %, puis 28,7 % et enfin 13,1 %. Ces proportions diminuent lorsque l'analyse est réalisée avec la méthode de complétude des données (annexe 1) : avec cette méthode, on retrouve chez les hommes 8 % de questionnaires qui présentent au moins un item non renseigné à T2 ainsi que 10 % à T4 et 7 % à T6 ; chez les femmes ces proportions sont respectivement de 8 %, 10 % et 6 %.

L'analyse des symptômes dépressifs au cours du suivi longitudinal montre que les prévalences sont plus importantes chez les femmes, quelle que soit l'année du recueil des données. Ces prévalences diminuent au cours du suivi longitudinal chez les hommes (33 % à T2 vs 27 % à T6) comme chez les femmes (47 % vs 43 %).

Les prévalences sont également plus élevées chez les travailleurs âgés de plus de 50 ans à l'inclusion mais la différence n'est significative que chez les hommes (tableau 11). Enfin, les prévalences de symptômes dépressifs sont plus élevées chez les travailleurs ayant déclaré des indicateurs d'exposition. L'association entre les symptômes dépressifs et l'exposition est significative pour l'ensemble des facteurs à l'exception de la délocalisation ou du chômage technique chez les femmes (tableau 12).

I Tableau 11 I

Prévalences de symptômes dépressifs selon les caractéristiques sociodémographiques et les indicateurs d'exposition chez les hommes

	Année T2		Année T4		Année T6	
	n	%	n	%	n	%
Prévalence globale	875	33,0	760	26,7	741	27,0
Âge à l'inclusion						
<30 ans	54	22,2	40	20,0	46	15,2
30-39 ans	207	29,0	182	24,7	170	24,7
40-49 ans	327	35,5	277	27,1	264	29,9
≥50 ans	286	35,0	261	28,7	261	27,6
Catégorie sociale						
Artisans commerçants	40	37,5***	31	25,8***	32	34,4**
Cadres	284	22,2	246	16,7	238	20,2
Professions intermédiaires	252	36,9	227	29,1	226	26,1
Employés	91	35,2	69	26,1	64	35,9
Ouvriers	144	45,8	129	40,3	116	37,1
Distance personnelle						
<1,7 km	253	42,7***	223	37,7***	221	36,2**
≥1,7 Km et <3 km	253	38,7	202	26,2	210	22,9
≥3 Km et <5 km	214	19,6	196	17,4	179	19,0
≥5 km	140	25,7	130	22,3	114	26,3

Atteinte d'un proche						
Oui	147	39,5*	136	38,2***	131	30,5
Non	593	30,5	501	20,6	495	23,8
Arrêt de travail						
Oui	127	55,1***	101	43,6***	116	37,1**
Non	632	27,9	559	21,8	524	23,3
Délocalisation ou chômage technique						
Oui	182	44,5***	161	34,2*	167	31,1*
Non	571	27,7	492	22,4	469	23,0
Avoir vu des morts ou des blessés						
Oui	471	40,1***	412	33,0***	407	30,5**
Non	305	21,6	262	14,1	250	18,4
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments						
Oui	525	37,5***	450	31,8***	446	29,2**
Non	248	22,6	227	13,2	214	19,6
Participation aux opérations de secours						
Oui	149	41,6**	140	37,1***	131	31,3
Non	514	29,4	448	21,0	423	25,5
Symptômes psychiques immédiats						
Oui	448	40,4***	382	35,6***	388	32,7***
Non	298	20,5	269	11,9	243	15,2
Blessures physiques						
Oui	147	55,1***	128	50,0***	144	45,8***
Non	601	27,3	531	19,6	493	19,9
Dégâts importants au domicile						
Oui	173	34,1	153	30,1	153	35,3**
Non	589	31,6	508	23,0	491	22,4

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

I Tableau 12 I

Prévalences des symptômes dépressifs selon les caractéristiques sociodémographiques et les indicateurs d'exposition chez les femmes

	Année T2		Année T4		Année T6	
	n	%	n	%	n	%
Prévalence globale	991	47,3	801	42,7	784	42,9
Âge à l'inclusion						
<30 ans	101	36,6***	75	34,7*	68	29,4***
30-39 ans	284	44,0	226	38,1	203	31,0
40-49 ans	356	46,6	282	42,6	278	47,1
≥50 ans	250	56,4	218	50,5	235	51,9
Catégorie sociale						
Artisanes commerçantes	16	56,3**	9	55,6**	8	37,5
Cadres	193	38,9	169	33,7	161	37,3
Professions intermédiaires	434	44,2	360	38,1	368	40,5
Employées	239	52,7	176	52,8	161	47,8
Ouvrières	38	55,3	27	48,2	29	48,3
Distance personnelle						
<1,7 km	249	52,6***	197	46,2	175	44,0
≥1,7 Km et <3 km	336	48,2	276	44,6	290	46,2
≥3 Km et <5 km	201	50,3	174	42,0	167	42,5
≥5 km	183	36,1	144	34,0	140	34,3
Atteinte d'un proche						
Oui	188	54,8*	160	50,0*	145	51,7*
Non	699	44,9	562	40,4	563	40,7
Arrêt de travail						
Oui	203	61,6***	160	50,0*	145	59,3***
Non	701	43,7	576	41,0	569	38,8
Délocalisation ou chômage technique						
Oui	245	51,4	192	35,9	176	39,2
Non	633	45,0	522	43,7	522	42,9
Avoir vu des morts ou des blessés						
Oui	597	51,3**	475	45,9*	475	48,0**
Non	327	41,0	275	36,4	261	34,9

Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments

Oui	730	51,6***	592	45,3**	577	46,6**
Non	196	34,7	161	32,3	163	31,9

Participation aux opérations de secours

Oui	179	51,4	153	41,8	157	50,3*
Non	625	45,1	494	42,7	476	39,1

Symptômes psychiques immédiats

Oui	635	51,0**	524	47,0**	515	46,8**
Non	266	39,9	211	33,7	206	33,5

Blessures physiques

Oui	163	60,7***	130	47,7	122	49,2
Non	723	44,3	596	41,1	585	41,0

Dégâts importants au domicile

Oui	299	51,8	261	49,0**	244	56,2***
Non	613	45,7	480	38,8	485	36,3

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

L'analyse multivariée montre des résultats différents selon le sexe (tableaux 13 et 14) : chez les hommes, l'analyse montre un gradient croissant de symptômes dépressifs selon l'âge et la catégorie sociale (des cadres vers les employés et ouvriers). Parmi les facteurs reflétant l'exposition, l'existence de symptômes psychiques immédiats dans les heures qui ont suivi la catastrophe et le fait d'avoir été blessé sont significativement associés aux symptômes dépressifs. Chez les femmes, les symptômes dépressifs sont significativement associés aux facteurs suivant : l'âge, la catégorie sociale employée, l'arrêt de travail, l'impression de respirer des toxiques ou encore des dégâts importants au domicile.

I Tableau 13 I

Facteurs associés aux symptômes dépressifs chez les hommes (Odds Ratio, intervalle de confiance à 95 %)

	Analyse multifactorielle ‡	Analyse multifactorielle †	Analyse multifactorielle finale §
Distance personnelle	0,99 [0,52 – 1,88]		
Avoir vu des morts ou des blessés	1,56 [0,80 – 3,03]		
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	1,12 [0,59 – 2,15]		
Participation aux opérations de secours	0,86 [0,44 – 1,66]		
Symptômes psychiques immédiats	5,03 [2,62 – 9,65]		4,03 [2,19 – 7,41]
Blessures physiques	5,72 [2,74 – 11,94]		5,2 [2,43 – 11,12]
Atteinte d'un proche		1,72 [0,88 – 3,36]	
Délocalisation ou chômage technique		2,39 [1,24 – 4,58]	1,04 [0,53 – 2,03]
Dégâts importants au domicile		1,62 [0,84 – 3,13]	
Arrêt de travail		5,88 [2,74 – 12,62]	1,74 [0,81 – 3,72]
Âge à l'inclusion			
<30 ans			1
30-39 ans			3,91 [0,99 – 15,41]
40-49 ans			6,37 [1,67 – 24,27]
≥50 ans			6,02 [1,54 – 23,59]
Catégorie sociale			
Artisans commerçants			2,66 [0,57 – 9,11]
Cadres			1
Professions intermédiaires			1,86 [0,95 – 3,63]
Employés			2,94 [1,15 – 7,5]
Ouvriers			8,07 [3,52 – 18,53]

‡ Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène des variables impliquant une présence sur le site de l'explosion. † Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène de variables n'impliquant pas une présence sur le site de l'explosion. § Ce modèle comprend l'ensemble des variables significatives au seuil de 20 % de chacun des deux modèles précédents ainsi que les facteurs de confusion.

I Tableau 14 I

Facteurs associés aux symptômes dépressifs chez les femmes (Odds Ratio, intervalle de confiance à 95 %)

	Analyse multifactorielle ‡	Analyse multifactorielle †	Analyse multifactorielle finale §
Distance personnelle	0,91 [0,50 – 1,67]		
Avoir vu des morts ou des blessés	1,86 [1,05 – 3,30]		1,55 [0,95 – 2,52]
Impression de respirer des toxiques ou d'effondrement des bâtiments	2,50 [1,32 – 4,73]		1,98 [1,13 – 3,46]
Participation aux opérations de secours	1,06 [0,58 – 1,92]		
Symptômes psychiques immédiats	1,41 [0,78 – 2,56]		
Blessures physiques	1,52 [0,76 – 3,01]		
Atteinte d'un proche		2,0 [1,17 – 3,43]	1,2 [0,56 – 2,36]
Délocalisation ou chômage technique		0,60 [0,36 – 1,01]	
Dégâts importants au domicile		1,84 [1,16 – 2,91]	1,90 [1,20 – 3,01]
Arrêt de travail		3,58 [2,04 – 6,26]	2,20 [1,29 – 3,78]
Âge à l'inclusion			
<30 ans			1
30-39 ans			2,38 [1,01 – 5,63]
40-49 ans			3,28 [1,42 – 7,57]
≥50 ans			4,88 [2,02 – 11,78]
Catégorie sociale			
Artisanes commerçantes			2,52 [0,47 – 13,57]
Cadres			1
Professions intermédiaires			1,37 [0,78 – 2,40]
Employées			2,61 [1,38 – 4,96]
Ouvrières			2,27 [0,64 – 8,04]

‡ Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène des variables impliquant une présence sur le site de l'explosion. † Ce modèle comprend uniquement le groupe homogène de variables n'impliquant pas une présence sur le site de l'explosion. § Ce modèle comprend l'ensemble des variables significatives au seuil de 20 % de chacun des deux modèles précédents ainsi que les facteurs de confusion.

3.5 Santé auditive

3.5.1 Signes fonctionnels ORL

Pour rappel, les signes fonctionnels ORL concernent les acouphènes, les otalgies, l'hyperacousie et les vertiges. Il s'agit de signes rapportés par auto-questionnaires au cours du suivi longitudinal de T2 à T6.

Les signes fonctionnels le plus fréquemment rapportés sont les acouphènes, l'hyperacousie puis les vertiges. Les prévalences de ces signes sont plus élevées au début du suivi longitudinal et diminuent légèrement entre T2 et T6. Quels que soient les signes fonctionnels, ces derniers sont plus souvent rapportés lorsque les personnes se trouvaient au plus près de l'explosion (tableaux 15 et 16).

I Tableau 15 I

Prévalences des signes fonctionnels auditifs selon la distance personnelle au moment de l'explosion chez les hommes

	Distance personnelle			
	<1,7 km	≥1,7 km et <3 km	≥3 km et <5 km	≥5 km
Année T2				
Acouphènes	46,6	35,1	19,3	27,8***
Otalgies	17,3	12,8	4,2	7,0***
Hyperacousie	46,1	30,7	15,2	19,9***
Vertiges	23,0	14,5	6,2	7,9***
Année T3				
Acouphènes	44,6	34,1	21,6	25,4***
Otalgies	15,0	13,3	4,6	9,9***
Hyperacousie	46,6	28,4	16,1	18,9***
Vertiges	21,6	15,0	6,2	10,0***
Année T4				
Acouphènes	44,8	33,2	20,3	25,4***
Otalgies	17,3	9,8	4,7	7,1***
Hyperacousie	42,2	27,8	12,9	18,0***
Vertiges	18,9	12,2	6,8	7,1***
Année T5				
Acouphènes	43,7	34,3	20,2	21,1***
Otalgies	14,1	10,6	4,1	5,3**
Hyperacousie	37,1	23,9	15,1	18,4***
Vertiges	15,5	13,5	5,5	6,6**
Année T6				
Acouphènes	44,6	34,0	21,3	22,1***
Otalgies	14,1	10,5	3,6	3,7***
Hyperacousie	39,2	27,7	15,7	17,3***
Vertiges	19,5	11,2	6,6	8,6***

p < 0.01. *p < 0.001. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

I Tableau 16 I

Prévalences des signes fonctionnels auditifs selon la distance personnelle au moment de l'explosion chez les femmes

	Distance personnelle			
	<1,7 km	≥1,7 km et <3 km	≥3 km et <5 km	≥5 km
Année T2				
Acouphènes	40,2	27,5	26,0	13,4***
Otalgies	22,0	13,8	14,1	8,8***
Hyperacousie	55,7	35,0	34,9	22,4***
Vertiges	25,5	23,0	23,7	18,4
Année T3				
Acouphènes	41,0	26,8	28,8	13,9***
Otalgies	19,9	15,5	13,6	6,3**
Hyperacousie	51,2	34,5	38,4	25,1***
Vertiges	26,9	20,6	23,4	9,8***
Année T4				
Acouphènes	40,9	20,5	23,8	10,6***
Otalgies	22,2	12,7	10,8	7,9***
Hyperacousie	50,4	30,6	32,7	26,1***
Vertiges	27,0	19,0	18,1	12,7**
Année T5				
Acouphènes	34,8	21,7	23,0	12,8***
Otalgies	18,1	11,7	11,4	8,1*
Hyperacousie	43,4	29,2	27,7	21,4***
Vertiges	22,5	21,4	17,3	10,2**
Année T6				
Acouphènes	37,3	23,0	24,9	12,4***
Otalgies	19,5	15,1	12,5	19,5**
Hyperacousie	46,2	31,1	36,2	24,2***
Vertiges	22,8	19,7	21,2	15,4

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

3.5.2 Audiogrammes

Au cours du suivi de la cohorte, 770 travailleurs (397 hommes et 373 femmes) ont eu deux audiogrammes, le premier ayant été réalisé à l'inclusion (T1) et le second au bilan final (T6), tandis que 1 703 autres (773 hommes et 930 femmes) n'ont eu qu'un seul audiogramme. La comparaison entre ces deux groupes (1 audiogramme vs 2 audiogrammes) ne montre pas de différence significative dans leurs caractéristiques à l'exception de l'âge à l'inclusion : chez les hommes comme chez les femmes, la proportion de personnes âgées de plus de 50 ans à l'inclusion est plus importante dans le groupe des personnes qui ont eu deux audiogrammes.

Les tracés des audiogrammes des 770 personnes ayant eu les deux mesures ont été analysés selon la classification du degré de déficience de l'OMS (tableau 17). Les résultats des analyses ne révèlent aucune déficience auditive profonde à l'inclusion ou au bilan final. Par contre, la proportion de travailleurs qui présentent une déficience auditive modérée est plus importante à l'audiogramme final.

I Tableau 17 I

Pourcentage de déficience auditive selon l'âge

	Audiogramme à l'inclusion			Audiogramme final		
	Pas de déficience	Déficience faible	Déficience modérée	Pas de déficience	Déficience faible	Déficience modérée
Hommes						
Âge à l'inclusion						
<30 ans	100	0	0	96,0	4,0	0
30-39 ans	99,0	1,2	0	92,59	7,4	0
40-49 ans	90,7	9,3	0	82,86	12,9	4,3
≥50 ans	75,5	22,5	2,0	53,64	37,1	9,3
Femmes						
Âge à l'inclusion						
<30 ans	100	0	0	100	0	0
30-39 ans	97,6	2,4	0	98,8	1,2	0
40-49 ans	90,9	7,6	1,5	82,6	15,9	1,5
≥50 ans	79,7	18,8	1,5	58,7	36,1	5,3

Référence OMS : <25 décibels (dB), pas de déficience ; de 26 à 40 dB, déficience faible ; de 41 à 60 dB, déficience modérée ; de 61 à 80 dB, déficience sévère ; ≥81 dB déficience profonde. Les pourcentages sont calculés sur les 770 personnes qui ont eu un audiogramme à l'inclusion et au bilan final.

Les 770 travailleurs ayant passé les deux audiogrammes ont été comparés selon l'exposition aux pressions acoustiques reflétées par la distance personnelle (tableau 18). Chez les hommes, l'analyse bivariable montre que les travailleurs qui étaient situés à moins de 1,7 km au moment de l'explosion sont en moyenne plus âgés et ont déclaré plus de signes fonctionnels (vertiges, surdité, otalgies, acouphènes, hyperacousie, hypoacousie) que les autres. En outre, ils présentent un déficit auditif plus important dans la fréquence des 2 000 Hz (oreille droite et gauche) et celle des 8 000 Hz (oreille gauche et meilleure oreille). Chez les femmes, la comparaison selon la distance personnelle met en évidence un déficit auditif plus important sur la fréquence des 4 000 Hz (oreille droite) chez celles qui étaient situées à moins de 1,7 km du site de l'explosion.

I Tableau 18 I

Comparaison des travailleurs selon l'âge, les facteurs de risques auditifs, le déficit auditif en fonction de la distance personnelle

	Hommes		Femmes	
	<1,7 km (N=125)	≥1,7 km (N=271)	<1,7 km (N=101)	≥1,7 km (N=272)
Âge à l'inclusion (%)				
<30 ans	3,2	7,8*	7,9	6,25
30-39 ans	13,6	23,6	21,8	22,43
40-49 ans	41,6	32,1	36,6	34,93
≥50 ans	41,6	36,5	33,7	36,40
Au moins un antécédent personnel ORL connu avant l'explosion (%)	20,8	19,2	15,8	14,34
Au moins un antécédent familial ORL connu avant l'explosion (%)	9,6	13,2	14,9	20,5
Au moins un signe fonctionnel ORL présent à l'inclusion (%)	62,4	40,6*	49,5	44,5
Exposition professionnelle au bruit	42,7	34,3	32,7	28,9
Autre type d'exposition au bruit (%)	7,3	6,3	3,0	4,0
Déficit auditif entre T1 et T6 oreille droite (moyenne ± écart type)				
500 Hz	2,5 ± 8,7	1,5 ± 7,4	2,4 ± 8,0	1,6 ± 8,3
1 000 Hz	3,1 ± 7,5	2,2 ± 6,8	2,5 ± 7,2	2,0 ± 8,1
2 000 Hz	4,1 ± 9,9	2,2 ± 8,0*	5,4 ± 8,5	3,9 ± 8,5
4 000 Hz	4,1 ± 12,3	4,2 ± 10,4	5,2 ± 10,6	2,6 ± 11,2
6 000 Hz	1,1 ± 10,8	1,0 ± 11,8	2,7 ± 10,8	1,8 ± 12,0
8 000 Hz	6,4 ± 11,6	6,0 ± 11,5	7,8 ± 11,3	7,0 ± 11,5
Déficit auditif entre T1 et T6 oreille gauche (moyenne ± écart type)				
500 Hz	2,7 ± 9,72	1,5 ± 7,2	0,6 ± 8,0	0,2 ± 7,3
1 000 Hz	1,5 ± 8,76	0,4 ± 6,8	0,6 ± 9,7	0,6 ± 8,6
2 000 Hz	2,2 ± 9,91	0,4 ± 7,8*	2,2 ± 9,3	1,9 ± 7,8
4 000 Hz	3,4 ± 12,14	2,8 ± 10,7	3,2 ± 12,3	2,6 ± 11,6
6 000 Hz	2,3 ± 11,94	1,1 ± 12,2	0,3 ± 11,9	0,2 ± 12,2
8 000 Hz	10,1 ± 13,57	6,4 ± 11,2**	5,8 ± 13,3	6,9 ± 12,2
Déficit auditif entre T1 et T6 meilleure oreille (moyenne ± écart type)				
500 Hz	1,8 ± 7,7	1,1 ± 7,1	1,5 ± 7,0	0,4 ± 7,0
1 000 Hz	1,4 ± 7,4	0,3 ± 6,4	0,6 ± 8,1	0,3 ± 7,3
2 000 Hz	2,0 ± 8,8	0,7 ± 7,2	3,4 ± 7,9	2,2 ± 7,7
4 000 Hz	3,6 ± 11,4	2,4 ± 10,3	3,7 ± 10,5	1,5 ± 10,4*
6 000 Hz	0,9 ± 10,4	0,3 ± 10,9	1,0 ± 9,9	0,7 ± 10,5
8 000 Hz	7,3 ± 12,1	4,7 ± 10,6**	5,6 ± 10,8	5,8 ± 10,9

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. Note : les résultats qui ne sont pas mentionnés par un astérisque sont considérés comme statistiquement non significatifs.

L'analyse multivariée réalisée pour chaque fréquence et chaque oreille est illustrée dans les tableaux 19 et 20. L'âge est significativement associé au déficit auditif à deux exceptions près : chez les hommes au niveau de la fréquence des 500 Hz (meilleure oreille, oreille droite et oreille gauche) et celle des 8 000 Hz (oreille droite). En ce qui concerne l'exposition à la catastrophe, la distance personnelle est significativement associée au déficit auditif chez les hommes uniquement au niveau de la fréquence des 8 000 Hz (oreille gauche). Chez les femmes, l'association significative est retrouvée au niveau de la fréquence des 4 000 Hz (meilleure oreille et oreille droite).

I Tableau 19 I

Estimation de la perte auditive ajustée sur les facteurs de risque, par fréquence et par oreille chez les hommes

	Meilleure oreille		Oreille droite		Oreille gauche	
	coefficient	p	coefficient	p	coefficient	p
Perte auditive à 500 Hz						
Distance <1,7 km	0,29	0,72	0,62	0,47	0,87	0,33
Âge	0,04	0,30	0,05	0,30	0,03	0,58
Exposition au bruit	0,91	0,23	0,95	0,24	0,90	0,29
Antécédents ORL	-0,25	0,76	-0,08	0,93	-0,84	0,36
Problème ORL à l'inclusion	0,68	0,39	0,84	0,32	0,65	0,46
Perte auditive à 1 000 Hz						
Distance <1,7 km	0,57	0,44	0,56	0,47	0,82	0,32
Âge	0,09	0,02	0,09	0,02	0,07	0,11
Exposition au bruit	0,12	0,86	0,21	0,77	0,59	0,45
Antécédents ORL	0,67	0,37	0,23	0,77	0,86	0,30
Problème ORL à l'inclusion	1,28	0,08	0,24	0,75	0,79	0,32
Perte auditive à 2 000 Hz						
Distance <1,7 km	0,82	0,33	1,37	0,15	1,25	0,18
Âge	0,15	0,00	0,17	0,00	0,13	0,01
Exposition au bruit	-0,41	0,60	1,16	0,19	-0,69	0,43
Antécédents ORL	-0,59	0,49	0,09	0,93	-1,45	0,12
Problème ORL à l'inclusion	0,53	0,52	0,08	0,93	1,16	0,20
Perte auditive à 4 000 Hz						
Distance <1,7 km	0,38	0,74	-0,69	0,57	-0,16	0,89
Âge	0,29	0,00	0,24	0,00	0,21	0,00
Exposition au bruit	1,79	0,10	0,52	0,65	1,01	0,38
Antécédents ORL	-0,08	0,95	-0,24	0,85	-0,54	0,66
Problème ORL à l'inclusion	-0,15	0,89	-0,01	1,00	1,08	0,36
Perte auditive à 6 000 Hz						
Distance <1,7 km	-0,40	0,73	-0,99	0,43	0,57	0,67
Âge	0,20	0,00	0,14	0,03	0,22	0,00

Exposition au bruit	0,77	0,48	1,33	0,26	0,67	0,59
Antécédents ORL	-0,86	0,47	-1,24	0,33	-0,70	0,61
Problème ORL à l'inclusion	2,25	0,05	2,95	0,02	0,42	0,75
Perte auditive à 8 000 Hz						
Distance <1,7 km	1,60	0,19	-0,50	0,69	2,83	0,03
Âge	0,24	0,00	0,12	0,07	0,25	0,00
Exposition au bruit	0,82	0,47	0,69	0,56	0,52	0,67
Antécédents ORL	-0,94	0,44	0,57	0,65	-2,22	0,09
Problème ORL à l'inclusion	1,76	0,14	2,55	0,04	0,77	0,55

Tableau 20 I

Estimation de la perte auditive ajustée sur les facteurs de risque, par fréquence et par oreille chez les femmes

	Meilleure oreille		Oreille droite		Oreille gauche	
	coefficient	p	coefficient	p	coefficient	p
Perte auditive à 500 Hz						
Distance <1,7 km	1,10	0,17	0,82	0,39	0,77	0,38
Âge	0,12	0,00	0,13	0,01	0,09	0,03
Exposition au bruit	2,30	0,00	2,00	0,03	1,91	0,02
Antécédents ORL	-0,95	0,23	-1,40	0,13	-0,54	0,53
Problème ORL à l'inclusion	-0,10	0,90	-0,64	0,47	-0,45	0,59
Perte auditive à 1 000 Hz						
Distance <1,7 km	0,43	0,62	0,61	0,51	0,13	0,90
Âge	0,15	0,00	0,15	0,00	0,19	0,00
Exposition au bruit	2,41	0,00	2,45	0,01	2,41	0,01
Antécédents ORL	0,35	0,67	-0,67	0,45	0,73	0,46
Problème ORL à l'inclusion	-0,24	0,77	-0,88	0,30	-0,35	0,71
Perte auditive à 2 000 Hz						
Distance <1,7 km	1,38	0,12	1,50	0,12	0,52	0,58
Âge	0,22	0,00	0,19	0,00	0,21	0,00
Exposition au bruit	1,08	0,20	2,12	0,02	0,67	0,45
Antécédents ORL	-0,64	0,45	-1,45	0,12	0,49	0,59
Problème ORL à l'inclusion	0,53	0,52	0,59	0,52	0,19	0,83
Perte auditive à 4 000 Hz						
Distance <1,7 km	2,42	0,04	2,69	0,04	0,80	0,56
Âge	0,25	0,00	0,22	0,00	0,29	0,00

Exposition au bruit	1,57	0,16	2,01	0,10	0,98	0,44
Antécédents ORL	0,65	0,57	-0,37	0,77	-0,33	0,80
Problème ORL à l'inclusion	1,24	0,27	0,61	0,61	0,25	0,84
Perte auditive à 6 000 Hz						
Distance <1,7 km	0,49	0,68	0,96	0,48	0,35	0,80
Âge	0,23	0,00	0,23	0,00	0,26	0,00
Exposition au bruit	-0,17	0,88	0,36	0,78	-1,10	0,41
Antécédents ORL	0,16	0,89	-0,65	0,62	0,85	0,53
Problème ORL à l'inclusion	0,96	0,39	0,59	0,64	0,74	0,57
Perte auditive à 8 000 Hz						
Distance <1,7 km	-0,11	0,93	0,84	0,53	-1,01	0,48
Âge	0,26	0,00	0,23	0,00	0,25	0,00
Exposition au bruit	0,39	0,74	0,71	0,57	-1,00	0,46
Antécédents ORL	-0,47	0,70	-0,78	0,55	-1,32	0,35
Problème ORL à l'inclusion	2,13	0,07	0,71	0,57	2,31	0,09

4 Discussion

Le suivi des conséquences de l'explosion de l'usine AZF sur la santé des travailleurs de l'agglomération toulousaine a fait l'objet de plusieurs rapports. Le rapport sur la phase d'inclusion de la cohorte a permis d'établir « un état des lieux ». Ce rapport a mis en évidence une fréquence élevée de mal-être psychique chez les travailleurs de la cohorte [16]. Le suivi des indicateurs de santé mentale (SESPT, dépressivité, mal être psychique), réalisé séparément à T2 puis à T3, a montré des prévalences élevées de ces différents indicateurs [25;26]. L'analyse des indicateurs sanitaires des autres années de suivis (T4, T5, T6) n'a pas été réalisée car il a été jugé plus probant d'attendre l'ensemble des données du suivi pour réaliser l'analyse longitudinale.

L'analyse longitudinale des données de la cohorte met en évidence une association entre l'exposition à la catastrophe industrielle et la santé mentale des participants. L'impact de la catastrophe industrielle sur la santé mentale des personnes avait d'ailleurs été relevé par une étude qui avait montré une augmentation des traitements par médicaments psychotropes dans les semaines ayant suivi l'explosion [5]. Cet impact en santé mentale a été aussi conforté par les analyses réalisées sur les données de l'inclusion dans la cohorte [16] ainsi que celles relatives à la consommation de psychotropes quatre ans après la catastrophe [17]. En ce qui concerne les atteintes auditives, les résultats ne mettent pas en évidence de déficit auditif à moyen terme bien que la fréquence des symptômes fonctionnels soit importante.

Ce travail présente cependant plusieurs limites :

- l'inclusion dans la cohorte ne représentait que 6 % de la population source de l'enquête transversale. Les effets de sélections, les biais potentiellement associés au cours du suivi longitudinal dans la cohorte ne permettent pas de généraliser les résultats aux travailleurs de l'agglomération toulousaine [16]. Les résultats de ce travail ne peuvent être non plus extrapolés à l'ensemble des victimes car ce terme renvoie à plusieurs définitions diverses et variées (personne ayant eu une atteinte physique ou mentale, personne ayant demandé ou reçu une indemnisation, personne ayant eu son lieu de travail détérioré) ;
- les analyses réalisées dans ce document ne concernent que la santé mentale et auditive à l'exclusion d'autres types de conséquences (respiratoires, cardiovasculaires.). Ce choix a été retenu pour deux raisons : d'une part, les séquelles en santé mentale et auditive étaient celles qui ont été indemnisées en grande majorité par le service de l'Assurance maladie à Toulouse [4] ; d'autre part, les conséquences en santé mentale sont celles qui sont les plus fréquemment décrites dans la littérature scientifique [7;27;28] d'où l'intérêt pour ce travail de les confirmer. En ce qui concerne la santé mentale, la mise à disposition des données permettra la réalisation d'analyses complémentaires sur la consommation ou l'abus d'alcool ainsi que l'étude des comorbidités (ESPT et dépression, ESPT et addictions) ;
- enfin, cette analyse n'a pas pris en compte les développements méthodologiques récents qui concernent le traitement des données longitudinales (émergences de nouveaux modèles dans la littérature, prise en compte de la non-réponse). Ces aspects méthodologiques demeurent encore en grande partie dans le domaine de la recherche.

Le principal atout de cette analyse est qu'elle concerne des données longitudinales. En effet, il existe peu de données longitudinales dans la littérature scientifique relative aux catastrophes collectives et les données recueillies dans la cohorte présentent deux avantages :

- l'utilisation de deux sources de données distinctes, en l'occurrence les données de santé qui ont été recueillies au cours du suivi longitudinal et celles relatives à l'exposition qui ont été recueillies au moment de l'enquête transversale c'est-à-dire bien avant l'inclusion dans la cohorte. Dans ce cas de figure, la déclaration en soi de l'état de santé était moins susceptible d'être influencée par l'exposition et *vice versa* ;
- la multiplicité des indicateurs d'exposition qui va bien au-delà des indicateurs recueillis habituellement dans la littérature scientifique (distance personnelle, blessures, dégâts matériels). Ces indicateurs d'exposition concernent à la fois la sphère professionnelle et la sphère sociale (arrêt de travail, chômage technique, délocalisation du lieu de travail) ce qui est rare dans la littérature scientifique.

4.1 Santé mentale

La comparaison des fréquences de SESPT retrouvées dans la cohorte avec celles rapportées dans la littérature scientifique s'avère délicate : les résultats dépendent des outils utilisés pour évaluer les troubles (auto-questionnaires, entretiens diagnostics structurés, diagnostic clinique), du type de population (sauveteurs professionnels, population générale), du type de traumatisme (catastrophes naturelles, attentats, conflits armés) et de la notion de victime (survivant, rescapé, atteinte physique ou mentale) [7]. Les prévalences d'ESPT pendant la première année qui suit un événement traumatique sont estimées entre 1 et 11 % en population générale et entre 25 et 75 % chez les survivants des catastrophes [7;29]. Les résultats retrouvés dans ce travail sont à la croisée de ces deux types de populations car la cohorte santé « AZF » n'est pas représentative de la population générale des travailleurs et elle ne regroupe pas uniquement des survivants ou des rescapés de la catastrophe.

Les facteurs démographiques associés aux SESPT sont ceux qui sont habituellement décrits dans la littérature c'est-à-dire, le sexe, l'âge et la position sociale. L'analyse des données de la cohorte montre que les femmes ont un risque plus élevé de SESPT ce qui est concordant avec plusieurs travaux [30;34]. La plupart des troubles anxieux sont plus répandus chez les femmes et certains travaux suggèrent que ces dernières présenteraient une vulnérabilité plus grande face au traumatisme [32;35;36]. Les liens entre l'ESPT et l'âge font l'objet de résultats contradictoires dans la littérature : dans certaines études, l'âge supérieur à 35 ans est associé à l'ESPT [33;34;37], comme c'est le cas dans l'analyse chez les femmes ; ces résultats peuvent suggérer une plus grande résilience chez les travailleurs plus jeunes malgré l'absence d'association significative avec l'âge chez les hommes. Dans d'autres études, c'est l'âge inférieur ou égal à 40 ans qui est associé à l'apparition des troubles post-traumatiques [38;39].

La catégorie sociale de même que le niveau d'étude ou de revenus font partie des principaux indicateurs utilisés pour caractériser les statuts sociaux et économiques des individus. Les liens entre l'ESPT et les catégories sociales moins favorisées ont déjà été décrits dans la littérature : ces travaux montrent lorsqu'on prend les cadres comme référence, que la morbidité psychiatrique est plus souvent élevée chez les ouvriers et les employés [27;40]. L'analyse des données met en évidence un lien entre l'ESPT et la catégorie artisans commerçants qui n'a pas été décrite à notre connaissance dans la littérature. Les différences selon la catégorie sociale retrouvées entre les hommes et les femmes dans cette étude reflètent la structure de la catégorie sociale dans la cohorte : il y a moins d'artisans et plus d'employés chez les femmes par rapport aux hommes. L'hypothèse pour expliquer la vulnérabilité de la catégorie sociale artisans tiendrait à leur statut d'indépendants : des blessures physiques secondaires à la catastrophe, l'atteinte du lieu de travail ou de l'outil de travail entraînent des pertes de ressources (économiques, sociales, personnelles) pour ces entreprises qu'ils ont contribué à bâtir souvent seuls pendant de longues années [41]. Cette hypothèse nécessite des travaux supplémentaires afin de mieux comprendre les déterminants qui pourraient expliquer ce lien.

La proximité par rapport à l'événement traumatique et l'existence de blessures sont habituellement décrites comme des facteurs associés à la survenue de l'ESPT dans la littérature [8;9;31]. Ces travaux confortent nos analyses chez les hommes alors que chez les femmes l'association est non significative. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que contrairement aux hommes, les femmes étaient moins présentes dans un rayon inférieur ou égal à 1,7 km qui était celui de l'épicentre (25 % contre 30 %).

Les symptômes psychiques immédiats recueillis dans cette étude concernent à la fois la détresse péri-traumatique (peur, impuissance, horreur) et la dissociation péri-traumatique (déréalisation, désorientation, confusion). Ces deux facteurs péri-traumatiques constituent des prédicteurs prépondérants du stress post-traumatique dans la littérature [42;43]. La relation qui unit ces deux prédicteurs a fait l'objet de plusieurs hypothèses : les plus probables sont que la détresse péri-traumatique prédirait le développement de l'état de stress aigu qui est facteur de risque de l'ESPT et que la dissociation péri-traumatique prédirait la persistance de l'ESPT [43].

Le lien entre les SESPT et les dégâts matériels, l'arrêt de travail ou la perte d'emploi a déjà été décrite dans la littérature [44;45]. Ce lien pourrait être en partie expliqué par la théorie de conservation des ressources : celle-ci repose sur l'hypothèse que les individus s'efforcent d'obtenir, de garder, de conserver tout ce en quoi ils attachent une valeur quelle qu'elle soit [41]. Les dégâts importants au domicile avec l'obligation de déménager ou se reloger, avec tout ce que cela comporte de difficultés financières, logistiques ou juridiques, un arrêt de travail, une perte de revenus, peuvent donc être considérés comme des pertes de ressources, ce d'autant plus que ces effets ont longtemps perduré dans la catastrophe toulousaine. L'ensemble de toutes ces modifications dans les trajectoires sociales, professionnelles et personnelles ont pu être à l'origine de répercussions défavorables en particulier sur la santé mentale [46].

4.2 Symptômes dépressifs

Concernant les symptômes dépressifs, les analyses montrent d'une part le lien avec des indicateurs reflétant une exposition directe, d'autre part un gradient croissant de morbidité de la catégorie des ouvriers employés à celle des cadres. Le corpus scientifique dans la littérature relative aux troubles dépressifs post-catastrophe est moins important que celui de l'ESPT car ce dernier est le trouble le plus spécifique et le plus communément décrit après une catastrophe.

L'étude de Trout, *et al.* réalisée en 2002 et portant sur des employés travaillant à proximité du World Trade Center au moment des attentats du 11 septembre 2001, faisait état de 32 % de troubles dépressifs [47]. Cette population se rapprochait de celle de la cohorte dans la mesure où il s'agissait d'une population au travail dont les symptômes ont été évalués par le CES-D. D'autres travaux réalisés après une catastrophe industrielle, dans un cadre longitudinal, avec un outil diagnostique structuré (Composite International Diagnostic Interview) montrent une prévalence de dépression à 16 % [48] ; cette prévalence diminue au cours du temps.

Dans l'analyse réalisée, deux facteurs associés aux symptômes dépressifs sont identiques à ceux qui ont été identifiés pour les SESPT : il s'agit du fait d'avoir eu des symptômes psychiques immédiats et d'appartenir à la catégorie sociale des ouvriers chez les hommes. Les résultats concernant ces symptômes psychiques corroborent ceux de Galea, *et al.* dans l'étude sur les séquelles psychologiques des new-yorkais après les attentats du 11 septembre 2001 ainsi que celui de Miguel-Tobal sur les attentats de Madrid en mars 2004 [49]. Ce résultat ainsi que celui concernant le gradient social de symptômes dépressifs sont identiques aux SESPT et doivent être pris en considération dans une perspective de prévention, en identifiant des personnes à risque de développer des troubles psychiques post-traumatiques.

4.3 Santé auditive

L'analyse des données révèle une proportion importante de symptômes auditifs déclarés et ce d'autant plus que les personnes étaient au plus près du lieu de l'explosion. Le traumatisme sonore aigu et le blast auditif sont à l'origine de symptômes comme les acouphènes, l'hyperacousie ou les otalgies. La fréquence et l'intensité de ces symptômes auditifs résultent en général de nombreux facteurs comme la distance personnelle par rapport à l'explosion et l'environnement immédiat (être protégé dans un bâtiment ou être à l'air libre) [50;51]. Elles dépendent aussi du moment de l'évaluation des symptômes qui peut se faire immédiatement après le traumatisme ou plusieurs mois après : Mrena, *et al.* dans les suites (un mois après) d'une explosion de bombe en Finlande retrouvent une prévalence de 66 % pour les acouphènes et 28 % pour l'hyperacousie [52]. Dans cette étude, les acouphènes lorsqu'ils sont présents, sont accompagnés dans 41 % de perte auditive. Dans une autre étude longitudinale évaluant la fonction auditive de 83 personnes rescapées de l'attentat à la bombe survenue dans la ville d'Oklahoma City, les auteurs retrouvent comme principaux symptômes à un an les acouphènes (76 %), puis les troubles de l'acuité auditive (58 %) [50]. Les fréquences des différents signes fonctionnels retrouvés dans cette étude sont moins importantes que celles retrouvées dans la littérature scientifique car ces études prennent le plus souvent en compte des personnes exposées à un bruit intense, impulsif, à faible distance ce qui n'est pas le cas de l'ensemble de la population des travailleurs de la cohorte. Par ailleurs, il faut aussi préciser que les

symptômes auditifs dans la cohorte ont été recueillis plus de deux ans après l'explosion : certains de ces symptômes ont pu se résorber dans les jours, les semaines ou les mois ayant suivi l'explosion.

L'analyse de l'audiogramme montre peu de déficits auditifs significativement associés à la distance personnelle pour chacune des fréquences étudiées après ajustement sur les facteurs de confusion. La fréquence des 4 000 Hz semble plus touchée que les autres notamment chez les femmes : ce résultat est décrit dans la littérature portant sur les lésions auditives après un traumatisme sonore aigu [15;51] même s'il est l'objet de controverses. L'absence de déficits sur la plupart des fréquences auditives à moyen terme pourrait s'expliquer par :

- le manque de puissance en raison des faibles effectifs concernés par la mesure de l'audiogramme à T1 et T6 ;

- la nature de l'exposition : dans le cadre d'une explosion, le bruit est impulsif et transitoire à la différence des bruits d'origine professionnelle qui sont continus ou constants. Ce bruit impulsif peut entraîner une perte auditive temporaire avec une audition qui revient à la normale après un temps de rétablissement plus ou moins long. L'audiogramme de l'inclusion a été réalisé 2 ans après l'explosion, ce qui peut correspondre à cette phase de rétablissement.

5 Conclusion, pistes de réflexion

La cohorte santé « AZF » est l'une des premières en France à évaluer les conséquences sanitaires et socioprofessionnelles à moyen terme d'une catastrophe industrielle. Les résultats présentés dans ce rapport concernent l'ensemble du suivi longitudinal : si des conséquences sanitaires peuvent être rapidement détectées après une catastrophe (problèmes toxiques, traumatiques) d'autres peuvent être importantes à distance, en particulier les conséquences psychologiques et auditives. L'enjeu est d'une part d'apporter des connaissances en évaluant l'impact sanitaire, d'autre part de mieux cibler les stratégies de dépistage.

Cette analyse a permis d'apporter des connaissances sur l'évaluation à moyen terme de la santé mentale post-catastrophe même si certaines informations recueillies n'ont pas pu être analysées de façon détaillée : parmi ces informations, on peut citer le recours aux soins (soutien psychologique, consultation de professionnel de santé), l'impact sociétal (vie sociale, événements de vie), la consommation d'alcool, l'existence de symptômes médicaux non spécifiques (céphalées, douleurs articulaires, troubles digestifs, fatigue). La mise à disposition des données de la cohorte aux scientifiques permettra de compléter l'analyse de l'impact de cette explosion sur le devenir des personnes exposées.

Une grande concordance se dégage entre les résultats d'analyse des données de la cohorte et ceux des autres enquêtes toulousaines (enquêtes transversales enfants, population générale, travailleurs). Toutes ces études témoignent toutes de l'impact sur la santé mentale.

Les analyses présentées dans ce rapport viennent aussi conforter les résultats de la littérature scientifique sur les catastrophes : des facteurs de risque classiquement décrits dans la littérature (sexe féminin, catégorie sociale moins favorisée, blessures physiques) ont été retrouvés ; d'autres facteurs très peu étudiés dans la littérature et relevant de la sphère professionnelle comme la catégorie sociale artisans et les arrêts de travail ont pu être mis en évidence. Ces résultats suggèrent le rôle important de l'environnement professionnel. L'amélioration de la prévention des troubles psychologiques post-catastrophe chez des travailleurs nécessite d'y être attentif.

Dans le domaine des troubles auditifs, les analyses montrent l'importance des signes fonctionnels et ce d'autant plus que les personnes étaient au plus près du lieu de l'explosion. Les audiogrammes réalisés à l'inclusion (2003-2004) et au bilan final (2008-2009) n'ont pas permis de mettre en évidence des déficits auditifs mais une vigilance doit cependant s'exercer auprès des personnes les plus proches du lieu de l'explosion avec des mesures de dépistage.

Bien que les situations de catastrophes ou de traumatismes collectifs soient très diverses, plusieurs pistes de réflexions méritent d'être soulignées afin d'améliorer la prévention d'événements futurs.

La mise en place de la cohorte a été réalisée deux ans après la catastrophe industrielle. Ce délai s'explique par la difficulté d'assurer la traçabilité des entreprises et des travailleurs, l'explosion ayant entraîné la destruction d'un millier d'entreprises. Aucune liste exhaustive d'entreprises situées dans la zone de l'explosion n'était disponible après l'explosion. La traçabilité a été rendue possible par les médecins du travail et les services de santé au travail qui ont fourni les listes des entreprises qu'ils suivaient ainsi que par l'Insee pour les entreprises sans salarié. Une autre difficulté rencontrée a été celle du recensement des intérimaires. Les grosses industries faisant appel à des personnes qui travaillent sur leurs sites mais qui sont salariées d'autres entreprises, de nombreux intérimaires ont donc travaillé dans des entreprises exposées à la catastrophe alors qu'ils dépendaient d'autres entreprises situées en zone non exposée. Beaucoup d'intérimaires n'ont pu être contactés car le suivi épidémiologique était basé sur les entreprises exposées. La réponse épidémiologique à une catastrophe survenant dans un contexte industriel nécessiterait d'avoir à disposition, des informations sur les entreprises grâce à un partenariat entre les différents acteurs de la santé au travail.

Les données de morbidité analysées dans ce rapport sont des données auto-rapportées par questionnaire : elles sont contraignantes à recueillir en raison des perdus de vue, ou des données incomplètes. À l'avenir, l'utilisation de données passives (données de consommation de soins) concernant les personnes incluses dans une cohorte, doit être encouragée. L'utilisation de ce type de données a d'ailleurs été expérimentée dans la cohorte santé « AZF ». Cette expérimentation a montré que les données de consommation de soins sont concordantes avec celles rapportées par auto-questionnaires et qu'elles permettent de mettre en évidence l'impact de l'explosion [17].

Si des plans et des dispositifs existent pour parer à l'urgence en cas de catastrophe, il existe peu d'évaluations ou de plans de prévention. Un des rôles de l'épidémiologie est de fournir des informations sur lesquelles une politique de gestion des catastrophes peut se fonder [6]. Au moment de la mise en œuvre d'une réponse épidémiologique à la suite d'une catastrophe industrielle chez des travailleurs, il s'avère indispensable de s'intéresser aux facteurs relevant de la sphère socioprofessionnelle au-delà des facteurs d'exposition. Les données de type socioprofessionnel sont susceptibles d'apporter des éléments spécifiques dans l'évaluation et la prise de décision par rapport aux autres informations habituellement recueillies sur l'exposition aux catastrophes. L'InVS, dans le cadre de ses missions, a mis en place un programme de préparation à la réponse épidémiologique aux accidents industriels et catastrophes (Peraic) afin de mieux anticiper en amont la réponse épidémiologique.

Références bibliographiques

- [1] World Health Organization. Humanitarian Health Action. Definitions: emergencies. Consulté le 25 septembre 2014. <http://www.who.int/hac/about/definitions/en/>.
- [2] American Psychiatric Association. (2000). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed., text rev.). Washington, DC.
- [3] Verger P, Aulagnier M, Schwoebel V, Lang T. Démarches épidémiologiques après une catastrophe. La documentation française, Paris, 2005. 265 pages.
- [4] 21 septembre 2001 – 21 septembre 2004 : bilan de l'explosion de l'usine « AZF » à Toulouse. BEH 2004; 38-9.
- [5] Roussel H, Bourrel R, Sciortino V. Étude descriptive des traitements psychotropes instaurés après l'explosion de l'usine AZF de Toulouse. Rev Epidemiol Sante Publique. 2002 ;Suppl 4 :1S87-1S88.
- [6] Noji E. Disaster: Introduction and State of the Art. Epidemiolo Review. 2005;27:3-8.
- [7] Galea S, Nandi A, Vlahov D. The epidemiology of post-traumatic stress disorder after disasters. Epidemiol Rev. 2005; 27:78-91.
- [8] Norris FH, Friedman MJ, Watson PJ, Byrne CM, Diaz E, Kaniasty K. 60,000 disaster victims speak: Part I. An empirical review of the empirical literature, 1981-2001. Psychiatry. 2002;65:207-39.
- [9] Norris FH, Friedman MJ, Watson PJ. 60,000 disaster victims speak: Part II. Summary and implications of the disaster mental health research. Psychiatry. 2002;65:240-60.
- [10] Keane T, Wolfe J. Comorbidity in post-traumatic stress disorders: an analysis of community and clinical studies. J Appl Soc Psychol. 1990;20:1776-88.
- [11] Rytwinski NK, Scur MD, Feeny NC, Youngstrom EA. The co-occurrence of major depressive disorder among individuals with posttraumatic stress disorder: a meta-analysis. J Trauma Stress. 2013;26:299-309.
- [12] Gigantesco A, Mirante N, Granchelli C, Diodati G, Cofini V, Mancini C, et al. Psychopathological chronic sequelae of the 2009 earthquake in L'Aquila, Italy. J Affect Disord. 2013;148:265-71.
- [13] Pietrzak RH, Tracy M, Galea S, Kilpatrick DG, Ruggiero KJ, Hamblen JL, et al. Resilience in the face of disaster: prevalence and longitudinal course of mental disorders following hurricane Ike. PLoS One. 2012;7(6):e38964.
- [14] Nillni YI, Nosen E, Williams PA, Tracy M, Coffey SF, Galea S. Unique and related predictors of major depressive disorder, posttraumatic stress disorder, and their comorbidity after Hurricane Katrina. J Nerv Ment Dis. 2013;201:841-7.
- [15] Perez R, Gatt N, Cohen D. Audiometric configurations following exposure to explosions. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2000;126:1249-52.
- [16] Diène E, Cohidon C, Carton M. Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine AZF le 21 septembre 2001 : rapport sur la phase d'inclusion de la cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine (cohorte santé « AZF »). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ;2007. 84 p. Disponible à partir de l'url : <http://www.invs.sante.fr>.
- [17] Diène E, Geoffroy-Perez B, Cohidon C, Gauvin S, Carton M, Fouquet A, et al. Psychotropic medication use among cohort of workers following a industrial disaster in France. Journal of Traumatic Stress. 2014; 27:1-8.

- [18] Diène E, Agrinier N, Santin G, Cohidon C, Schwoebel V. Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine AZF le 21 septembre 2001 : rapport final sur les conséquences à un an dans la population des travailleurs et des sauveteurs de l'agglomération toulousaine. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2007. 71 p. Disponible à partir de l'url : <http://www.invs.sante.fr>.
- [19] Weiss D.S. & C.R. Marmar. The Impact of Event Scale-Revised. In: Wilson J.P, Keane T.M., (Eds). Assessing psychological trauma and PTSD. New York, 1997: Guilford Press.
- [20] Radloff LS. The CES-D scale: A self report depression scale for research in the general population. Applied Psychological Measurements. 1977;1:385-401.
- [21] Creamer M, Bell R, Failla S. Psychometric properties of the impact of event scale – Revised. Behav Res Ther. 2003; 41:1489-96.
- [22] Führer R, Rouillon F. La version française de l'échelle CES-D (Center of Epidemiologic Depression Scale). Description et traduction de l'échelle d'autoévaluation. Psychiatr & Psychobiol. 1989;4:163-6.
- [23] Dreesbeke JJ, Saporta G. Analyse statistique des données longitudinales. Éditions Technip, Paris, 2010. 275 pages.
- [24] Déchy N, Bourdeau T, Ayrault N, Kordek MA, Le Coze JC. First lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster, 21 september 2001, AZF plant, France. Journal of Hazardous Materials. 2004;111:131-8.
- [25] Diène E, Cohidon C, Carton M, Fouquet A. Cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine – Cohorte santé « AZF ». Principaux résultats de l'année de suivi mai 2004-avril 2005 (année T2). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire; 2009. 38 p. Disponible à partir de l'url : <http://www.invs.sante.fr>.
- [26] Diène E, Cohidon C, Carton M, Fouquet A. Cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine. Cohorte santé « AZF ». Principaux résultats de l'année de suivi mai 2005-avril 2006 (année T3). Saint Maurice : Institut de veille sanitaire; 2010. 44 p. Disponible à partir de l'url : <http://www.invs.sante.fr>.
- [27] Galea S, Vlahov D, Tracy M, Hoover DR, Resnick H, Kilpatrick D. Hispanic ethnicity and post-traumatic stress disorder after a disaster: evidence from a general population survey after September 11, 2001. Ann Epidemiol. 2004; 14:520-31.
- [28] Galea S, Vlahov V, Resnick H, Ahern J, Susser E, *et al.* Trends of probable post-traumatic stress disorder in New York City after the september 11 terrorist attacks. Am J Epidemiol. 2003;158:514-24.
- [29] Neria Y, DiGrande L, Adams BG. Posttraumatic stress disorder following the 11, 2001, terrorist attacks: a review of the literature among highly exposed populations. Am Psychol. 2011;66:429-46.
- [30] Breslau N, Davis GC, Andreski P, Peterson EL, Schultz LR. Sex differences in posttraumatic stress disorder. Arch Gen Psychiatry. 1997;54:1044-8.
- [31] Brewin CR, Andrews B, Valentine JD. Meta-analysis of risk factors for posttraumatic stress disorder in trauma-exposed adults. J Consult Clin Psychol. 2000;68:748-66.
- [32] Schuster MA, Stein BD, Jaycox L, Collins RL, Marshall GN, Elliott MN, *et al.* A national survey of stress reactions after the September 11, 2001, terrorist attacks. N Engl J Med. 2001;345:1507-12.
- [33] Kun P, Tong X, Liu Y, Pei X, Luo H. What are the determinants of post-traumatic stress disorder: age, gender, ethnicity or other? Evidence from 2008 Wenchuan earthquake. Public Health. 2013;127:644-52.

- [34] Zhou X, Kang L, Sun X, Song H, Mao W, Huang X, *et al.* Prevalence and risk factors of post-traumatic stress disorder among adult survivors six months after the Wenchuan earthquake. *Compr Psychiatry*. 2013;54:493-9.
- [35] Kessler RC, Sonnega A, Bromet E, Hughes M, Nelson CB. Posttraumatic stress disorder in the National Comorbidity Survey. *Arch Gen Psychiatry*. 1995;52:1048-60.
- [36] Cerdá M, Paczkowski M, Galea S, Nemethy K, Péan C, Desvarieux M. Psychopathology in the aftermath of the Haiti earthquake: a population-based study of posttraumatic stress disorder and major depression. *Depress Anxiety*. 2013;30:413-24.
- [37] Verger P, Dab W, Lamping DL, Loze JY, Deschaseaux-Voinet C, Abenhaim L, *et al.* The psychological impact of terrorism: an epidemiologic study of posttraumatic stress disorder and associated factors in victims of the 1995-1996 bombings in France. *Am J Psychiatry*. 2004;161:1384-9.
- [38] Dell'Osso L, Carmassi C, Massimetti G, Stratta P, Riccardi I, Capanna C, *et al.* Age, gender and epicenter proximity effects on post-traumatic stress symptoms in L'Aquila 2009 earthquake survivors. *J Affect Disord*. 2013;146:174-80.
- [39] North CS, Oliver J, Pandya A. Examining a comprehensive model of disaster-related posttraumatic stress disorder in systematically studied survivors of 10 disasters. *Am J Public Health*. 2012;102:e40-e48.
- [40] Lowe SR, Galea S, Uddin M, Koenen KC. Trajectories of posttraumatic stress among urban residents. *Am J Community Psychol*. 2014;53:159-72.
- [41] Hobfoll SE, Tracy M, Galea S. The impact of resource loss and traumatic growth on probable PTSD and depression following terrorist attacks. *J Trauma Stress*. 2006;19:867-78.
- [42] Bui E. Facteurs de risque péritraumatiques psychologiques d'un trouble de stress post-traumatique. Thèse de doctorat : neurosciences : université Toulouse 3, Paul Sabatier, 2010. 155 pages.
- [43] Marchand A, Boyer R, Nadeau C, Martin M. Facteurs prévisionnels du développement de l'état de stress post-traumatique à la suite d'un événement traumatique chez les policiers : volet prospectif. *Studies and Research Projects / Report R-786*, Montréal, IRSST, 2013, 81 pages.
- [44] Paul LA, Price M, Gros DF, Gros KS, McCauley JL, Resnick HS, *et al.* The associations between loss and posttraumatic stress and depressive symptoms following hurricane Ike. *J Clin Psychol*. 2014;70:322-32.
- [45] Nandi A, Galea S, Tracy M, Ahern J, Resnick H, Gershon R, Vlahov D. Job loss, unemployment, work stress, job satisfaction, and the persistence of posttraumatic stress disorder one year after the September 11 attacks. *J Occup Environ Med*. 2004;46:1057-64.
- [46] Karstoft KI, Armour C, Elklit A, Solomon Z. Long-term trajectories of posttraumatic stress disorder in veterans: the role of social resources. *J Clin Psychiatry*. 2013;74:e1163-8.
- [47] Trout D, Nimgade A, Mueller C, Hall R, Earnest GS. Health effects and occupational exposures among office workers near the World Trade Center disaster site. *JOEM*. 2002;44:601-5.
- [48] Meewisse ML, Olf M, Kleber R, Kitchiner NJ, Gersons BP. The course of mental health disorders after a disaster: predictors and comorbidity. *J Trauma Stress*. 2011;24:405-13.
- [49] Miguel-Tobal JJ, Cano-Vindel A, Gonzalez-Ordi H, *et al.* PTSD and depression after the Madrid March 11 train bombings. *J Trauma Stress*. 2006;19:69-80.

- [50] Van Campen LE, Dennis JM, Hanlin RC, King SB, Velderman AM. One-year audiologic monitoring of individuals exposed to the 1995 Oklahoma City bombing. *Am Acad Audiol*. 1999;10:231-47.
- [51] Mrena R, Paakkonen R, Back L, Pirvola U, Ylikoski J. Otologic consequences of blast exposure: a Finnish case study of a shopping mall bomb explosion. *Acta Otolaryngol*. 2004;124:946-52.
- [52] Mrena R, Savolainen S, Kuokkanen JT, Ylikoski J. Characteristics of tinnitus induced by acute acoustic trauma: a long-term follow-up. *Audiol Neurotol*. 2002;7:122-30.

Annexe

Méthode de complétude des données de l'échelle CES-D

- Si tous les items remplis et score ≥ 16 : symptomatologie dépressive
 - Si tous les items remplis et score < 16 : pas de symptomatologie dépressive
 - Si 5 items manquants ou plus : pas de score de Ces-d
 - Si entre 1 et 4 items manquent et score ≥ 16 : symptomatologie dépressive
 - Dans les autres cas, on récupère les individus qui ne pourraient être dépressifs même avec un score maximal de 3 aux items manquants.
- Si 1 seul item manque et si score > 12 et < 16 , on ignore si le score atteindrait 16 : pas de score de Ces-d.
- Si 1 seul item manque et si score ≤ 12 , alors on est sûr que le score n'atteindrait pas 16 ($12+3=15 < 16$) : pas de symptomatologie dépressive.
- Si 2 items manquent et si score > 9 et < 16 , on ignore si le score atteindrait : pas de score de Ces-d.
- Si 2 items manquent et si score ≤ 9 , alors on est sûr que le score n'atteindrait pas 16 ($9+3+3=15 < 16$) : pas de symptomatologie dépressive.
- Si 3 items manquent et si score > 6 , on ignore si le score atteindrait 16 : pas de score de Ces-d.
- Si 3 items manquent et si score ≤ 6 , alors on est sûr que le score n'atteindrait pas 16 ($6+3+3+3=15 < 16$) : pas de symptomatologie dépressive.
- Si 4 items manquent et si score > 3 , on ignore si le score atteindrait 16 : pas de score de Ces-d.
- Si 4 items manquent et si score ≤ 3 , alors on est sûr que le score n'atteindrait pas 16 ($3+3+3+3+3=15 < 16$) : pas de symptomatologie dépressive.

Rapport final de la cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine (cohorte santé « AZF »)

Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine AZF le 21 septembre 2001

L'explosion de l'usine AZF a entraîné des conséquences importantes et les travailleurs de l'agglomération toulousaine ont été particulièrement exposés (31 morts dont 21 travailleurs, 1 300 entreprises partiellement ou totalement détruites).

Une cohorte de travailleurs (cohorte santé « AZF ») a été mise en place en mai 2003. L'objectif est d'évaluer les conséquences à moyen terme de la catastrophe industrielle sur la santé mentale et auditive.

Les facteurs associés aux symptômes d'état de stress post-traumatique (SESPT) chez les hommes étaient la distance personnelle proche du lieu de l'explosion, l'existence de blessures physiques, l'apparition de symptômes psychiques, l'arrêt de travail ainsi que les catégories sociales artisans, commerçants et ouvriers. Chez les femmes, les SESPT étaient associés à l'âge supérieur à 50 ans au moment de l'inclusion, à l'arrêt de travail ainsi que la catégorie sociale ouvrières et employées. Les facteurs associés aux symptômes dépressifs étaient chez les hommes, l'âge supérieur à 50 ans, les blessures physiques, les symptômes psychiques et les catégories sociales employés et ouvriers ; chez les femmes, ces facteurs étaient l'âge supérieur à 50 ans, l'impression de respirer des toxiques, les dégâts au domicile, l'arrêt de travail et la catégorie sociale employées et ouvrières.

Les symptômes auditifs les plus fréquemment rapportés par les travailleurs sont les acouphènes, l'hyperacousie puis les vertiges. Les symptômes étaient plus fréquents lorsque les personnes se trouvaient au plus près de l'explosion. L'analyse des audiogrammes à l'inclusion et au bilan final révèle peu de déficits auditifs liés à l'exposition.

Les résultats de cette étude mettent en évidence les liens entre l'exposition à la catastrophe et la santé mentale des travailleurs. Ils soulignent la nécessité, d'être attentif aux facteurs de risque socioprofessionnels en plus des facteurs reflétant l'exposition directe.

Mots clés : cohorte, état de stress post-traumatique, dépression, catastrophe industrielle, santé mentale

Final report on medium term health consequences of the AZF factory explosion in a workers cohort ("AZF" Health Cohort)

Health consequences of the AZF factory explosion on 21 September 2001

The explosion of the AZF factory had significant consequences and workers in the Toulouse metropolitan area were particularly exposed (31 deaths including 21 workers, 1 300 companies partially or totally destroyed).

A cohort of workers ("AZF" health cohort) was set up in May 2003. The objective was to assess the medium-term consequences of the industrial disaster on the mental and hearing health.

Factors associated with symptoms of post-traumatic stress disorder (PTSDs) in men were the personal distance near the site of the explosion, the existence of physical injuries, the onset of psychological symptoms, the work interruption following the explosion as well as social categories of traders, craftsmen and workers. In women, PTSDs were associated with being over 50 years of age at inclusion, with the work interruption and the fact of belonging to workers and employees social categories. Factors associated with depressive symptoms in men were the fact of being over 50 years, physical injuries, psychological symptoms and the fact of belonging to the employees and workers social categories. In women, those factors were the fact of being over 50 years, the sensation of breathing toxic substances, damage to the home, work interruption and the fact of belonging to workers and employees categories.

Hearing symptoms most commonly reported by workers were tinnitus, hyperacusis and dizziness. The symptoms were more common when people had been closer to the explosion. The audiogram analysis at inclusion and endline reveals little hearing loss associated with exposure.

The results of this study highlight the links between exposure to disasters and workers' mental health. They emphasize the need to pay attention to socio-occupational risk factors in addition to the factors reflecting the direct exposure.

Citation suggérée :

Diene E, Fouquet A, Cogordan C. Rapport final de la cohorte des travailleurs de l'agglomération toulousaine (cohorte santé « AZF »). Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine AZF le 21 septembre 2001. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2015. 43 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN: 1956-5488

ISBN-NET: 979-10-289-0167-7

Réalisé par Service communication – InVS

Dépôt légal : octobre 2015