



**Laboratoire Santé Travail Environnement**

**Université Victor Segalen Bordeaux 2**

**INSTITUT DE SANTE PUBLIQUE, D'EPIDEMIOLOGIE ET DE  
DEVELOPPEMENT**

---

# **Etude géographique du risque sanitaire autour du site industriel de Lacq**

***Rapport final***

**Laurent FILLEUL, Anne CANTAGREL, Isabelle BALDI, Patrick BROCHARD**

***Décembre 2002***

# TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>CONTEXTE</b>	<b>3</b>
1.1	CONTEXTE GÉNÉRAL	3
1.2	CONTEXTE LOCAL : LE SITE INDUSTRIEL DE LACQ	3
<b>2</b>	<b>LES EFFETS SUR LA SANTÉ DU DIOXYDE DE SOUFRE</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>EXPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES D'ORIGINE INDUSTRIELLE ET MORTALITÉ</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>PROTOCOLE</b>	<b>10</b>
4.1	OBJECTIFS	10
4.2	MATÉRIEL ET MÉTHODES	10
4.2.1	PRINCIPE	10
4.2.2	PÉRIODE D'ÉTUDE	10
4.2.3	ZONE D'ÉTUDE	10
4.2.4	SOURCES DES DONNÉES	14
4.2.5	MÉTHODE	16
<b>5</b>	<b>RÉSULTATS</b>	<b>20</b>
5.1	COMPARAISON DE LA MORTALITÉ DANS LES ZONES DE L'ÉTUDE À LA MORTALITÉ EN AQUITAINE	21
5.2	COMPARAISON DE LA MORTALITÉ DANS LA ZONE « EXPOSÉE » À LA MORTALITÉ DANS LES ZONES « NON EXPOSÉES »	23
5.2.1	MORTALITÉ TOUTES CAUSES HORS CAUSES ACCIDENTELLES	23
5.2.2	MORTALITÉ PAR CAUSES SPÉCIFIQUES	25
<b>6</b>	<b>DISCUSSION</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>33</b>
	BIBLIOGRAPHIE	34
	ANNEXES	36

# 1 Contexte

## 1.1 Contexte général

La loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (1) appelée communément LAURE instaure la mise en place dans chaque région de plan régional de la qualité de l'air (PRQA) dont les modalités de mise en œuvre figurent dans la circulaire DGS/VS 3 n°98-189 du 24 mars 1998 (2) et dans le décret n°98-360 du 6 mai 1998 (3).

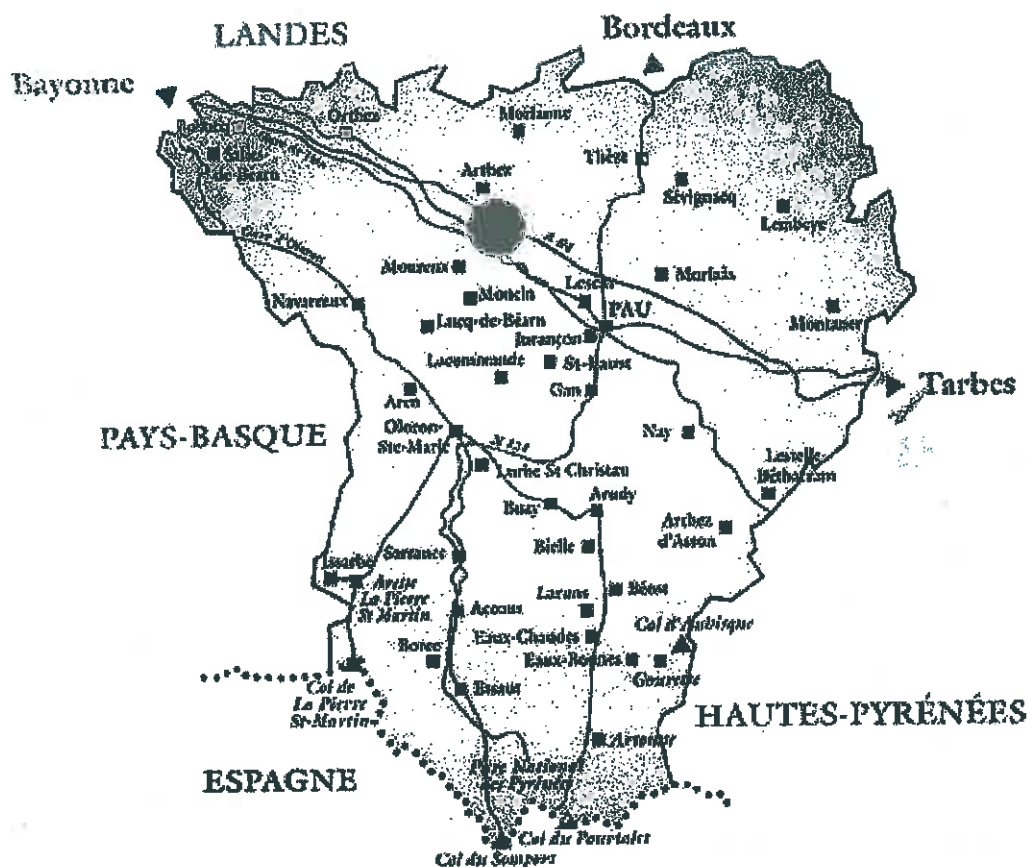
Ce plan fixe des orientations permettant de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets. Il comporte une évaluation des effets sur la santé de la qualité de l'air visant d'une part, à identifier les priorités d'intervention à partir de la connaissance, de la nature et du niveau de pollution et d'autre part, à faire le bilan sur les données météorologiques et sanitaires disponibles afin de proposer des évolutions en matière de surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé. Cette évaluation doit aboutir à l'élaboration de modalités et de messages d'information des personnes les plus sensibles afin de limiter les effets sur la santé de la pollution atmosphérique.

C'est dans le cadre du PRQA en Aquitaine que le groupe chargé des effets sur la santé a décidé de réaliser des études permettant de mieux connaître l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé et notamment l'impact de grands sites industriels implantés sur la région. Plusieurs travaux relatifs aux effets de pollution atmosphérique sur la santé ayant été réalisés en Gironde, il a été décidé de réaliser une étude dans un autre département de la région. Le site industriel de Lacq de par son activité ancienne a retenu l'attention du groupe air/santé du PRQA. En effet, depuis plus de quarante ans, une usine exploite un gisement de gaz naturel sur la commune de Lacq dans le département des Pyrénées-Atlantiques. Cette activité est génératrice d'émissions dans l'atmosphère de plusieurs polluants dont la majeure partie est constituée de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

## 1.2 Contexte local : le site industriel de Lacq

Fin 1949, la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine (SNPA) découvre un gisement de pétrole à Lacq dans les Pyrénées-Atlantiques à 640 mètres de fond. Le forage est prolongé et, deux ans plus tard, à 4 000 mètres de fond, une gigantesque poche de gaz naturel contenant 15% d'hydrogène sulfuré et 10% de gaz carbonique jaillit. Plusieurs années de recherches sont nécessaires à la domestication de ce gaz à forte teneur en hydrogène sulfuré (procédés d'extraction et techniques de retraitement). C'est en 1957, dans un contexte économique faisant apparaître le gaz comme une ressource précieuse pour la France (crise de Suez qui provoque la fermeture du canal et bloque de ce fait les livraisons de pétrole), que le site industriel de Lacq démarre son activité de production. La localisation géographique du site industriel, situé sur l'axe autoroutier Atlantique Méditerranée, à 20 minutes de l'aéroport de Pau et à 40 minutes du port de Bayonne est représentée sur la Figure 1.

Figure 1 - Localisation géographique du site industriel de Lacq



● Site de Lacq

Sur ce site industriel d'environ 220 hectares, les activités de traitement du gaz, de pétrochimie, de thiochimie et de production de soufre sont exercées. Chaque année, 3 milliards de mètres cubes de gaz à très forte teneur en soufre (15% d'hydrogène sulfuré) sont extraits. Des procédés permettent de séparer le soufre du gaz naturel ; ainsi les 9/10<sup>èmes</sup> de l'hydrogène sulfuré sont employés à la fabrication de soufre puis d'acide sulfurique, utilisé à son tour, en majorité, dans la fabrication d'engrais. La part restante va constituer la matière première de base d'une chimie fine regroupant tout un univers de produits.

Cette production de soufre s'est traduite dans le passé par de grosses émissions de SO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et même de nos jours les dépassements des seuils réglementaires fixés par la LAURE sont fréquents. A titre d'exemple, le Tableau 1 donne le nombre de dépassements de seuil du SO<sub>2</sub> durant 10 mois, de février à octobre 2000. Ces données, disponibles auprès de l'Association de surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine (AIRAQ) chargée de la surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine (association qui a débuté son activité en 1997), concernent la zone industrielle de Lacq (communes de Lacq, Abos, Labastide-Cézeracq, Lagor, Masiacq et Mourenx).

**Tableau 1 - Nombre de dépassements des différents seuils pour le SO<sub>2</sub> au cours des mois de l'année 2000 sur la zone industrielle de Lacq - Source : Airaq**

	Nombre de dépassement du seuil de recommandation*	Nombre de dépassement du seuil d'alerte†	Maximum horaire en µg/m <sup>3</sup>
Janvier	2	1	1035,3
Février	1	0	385,8
Mars	2	0	559,8
Avril	1	0	425,5
Mai	6	2	645,0
Juin	8	3	976,8
Juillet	8	2	761,8
Août	3	2	1090,8
Septembre	2	0	752,5
Octobre	2	0	580,5

\* Seuil de recommandation à la population pour le SO<sub>2</sub> (alerte 1) :

dès que la moyenne horaire glissante d'une station dépasse le seuil de 350 µg/m<sup>3</sup> simultanément (avec un différé maximum d'une heure) à un dépassement de 200 µg/m<sup>3</sup> par au moins une autre station

† Seuil d'alerte à la population pour le SO<sub>2</sub> (alerte 2) :

dès que la moyenne horaire glissante d'une station dépasse le seuil de 600 µg/m<sup>3</sup> simultanément (avec un différé maximum d'une heure) à un dépassement de 350 µg/m<sup>3</sup> par au moins une autre station.

## 2 Les effets sur la santé du dioxyde de soufre

Le  $\text{SO}_2$  est un polluant primaire c'est à dire directement émis dans l'atmosphère. Les rejets d'oxydes de soufre se forment par la combustion du soufre organique et minéral contenu dans les combustibles fossiles (pétrole, charbon). Actuellement les sources principales de  $\text{SO}_2$  sont les chauffages domestiques utilisant ces types de combustibles, les systèmes de génération d'énergie électrique et les procédés industriels (chimie, métallurgie, ...). Il faut noter que la pollution atmosphérique a considérablement évolué au cours des quatre dernières décennies. Ainsi, la pollution acido-particulaire due au  $\text{SO}_2$  et aux particules en suspension a diminué (excepté pour les fines particules) alors que la pollution urbaine de type photo-oxydante s'est accrue (4, 5). Cette évolution tient principalement à la mise en place d'un cadre législatif et de mesures de contrôle de la qualité de l'air au cours des années 1970 ayant abouti à d'importants efforts de dépollution des émetteurs industriels, mais aussi à l'évolution du type de chauffage (la combustion de fossiles a laissé la place au gaz naturel et à l'énergie nucléaire) pour ce qui est de la diminution de la pollution acido-particulaire et à l'accroissement de la circulation automobile pour ce qui est de l'augmentation de la pollution photo-oxydante.

Au plan toxicologique, l'action du  $\text{SO}_2$  est essentiellement liée à l'acidité générée au niveau du mucus respiratoire. En effet, le  $\text{SO}_2$  est absorbé à 85-99% par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur du fait de sa solubilité ; une faible fraction peut néanmoins se fixer sur des particules fines et atteindre ainsi les voies respiratoires inférieures (4). L'acidité produite par la solubilisation du  $\text{SO}_2$  peut entraîner une bronchoconstriction, responsable des symptômes asthmatiformes. Des lésions directes de la muqueuse sont également observées entraînant des réactions inflammatoires. Ainsi, il en ressort que l'inhalation de  $\text{SO}_2$  favorise l'hypersensibilité immédiate et augmente la sensibilité aux infections pulmonaires.

C'est lors d'épisodes aigus de pollution atmosphérique d'origine acido-particulaire que l'on a pris conscience de l'effet néfaste que pouvait avoir la pollution atmosphérique sur la santé humaine. Ainsi, en 1952 lors du très célèbre accident de Londres (6), une association a été trouvée entre les niveaux de  $\text{SO}_2$  et la mortalité par affection respiratoire et cardiaque (6-8).

En 1989, Deriennic mettait en évidence une association entre les niveaux journaliers de  $\text{SO}_2$  et la mortalité pour causes respiratoires chez les hommes et les femmes de plus de 65 ans (9). Plus récemment, de nombreuses études dont les résultats sont cohérents sur le plan international, ont mis en évidence un lien à court terme entre les variations journalières du nombre de décès toutes causes confondues ou pour causes cardio-respiratoires et les variations des niveaux de dioxyde de soufre. Ainsi, une étude réalisée dans 9 villes françaises a montré qu'une augmentation journalière de

50 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> était associée à une augmentation journalière de 3,6 % de la mortalité toutes causes, de 5,3% de la mortalité pour causes cardio-vasculaires et de 5,6 % de la mortalité pour causes respiratoires (10). Ces associations entre les variations journalières des indicateurs sanitaires et les niveaux de SO<sub>2</sub> ont été trouvées pour des valeurs respectant les normes actuellement en vigueur dans notre pays (10-12).

Les données épidémiologiques sur les effets à long terme d'une exposition au SO<sub>2</sub> sont beaucoup moins nombreuses que celles portant sur les effets à court terme mais quelques études suggèrent un impact sanitaire de la pollution atmosphérique à moyen ou long terme.

En 1982, l'enquête PAARC (Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques) réalisée entre 1974 et 1976 dans 7 villes françaises a mis en évidence que la prévalence des affections respiratoires des voies aériennes inférieures chez les adultes était d'autant plus élevée que la pollution par le SO<sub>2</sub> était forte (13, 14). Chez les enfants, la prévalence des affections respiratoires des voies aériennes supérieures était associée au niveau de SO<sub>2</sub>. Enfin, le Volume Expiratoire Maximal par Seconde (VEMS) était d'autant plus bas que la pollution était forte tant chez les adultes que chez les enfants. Une analyse complémentaire des données mettait en évidence une corrélation entre l'asthme et les niveaux moyens annuels de SO<sub>2</sub> chez l'adulte (15).

Cette enquête a été poursuivie 20 ans plus tard afin d'étudier les effets à long terme d'une exposition chronique à la pollution atmosphérique. Les premières analyses montraient que les taux de mortalité étaient plus élevés dans les zones de forte pollution (16). Une tendance était observée entre les taux de mortalité et les niveaux de dioxyde de soufre. Des analyses complémentaires sont actuellement en cours.

Deux études américaines, la « Six cities study » (17) et l'étude de « American Cancer Society » (ACS) (18), portant respectivement sur 8 000 et 550 000 adultes des Etats-Unis suivis respectivement pendant 15 et 7 années ont mis en évidence une association entre les niveaux moyens de polluants sur la période d'étude et le risque de décéder. Ces résultats ne concernaient pas directement l'impact du dioxyde de soufre mais celui des sulfates et des particules, deux indicateurs de pollution fortement associés au SO<sub>2</sub>.

Une autre étude de cohorte prospective a été réalisée au Etats-Unis (étude AHSMOG : Seventh-day Adventists Health study on Smog) de 1977 à 1992. Cette cohorte était constituée de 6338 sujets, tous Adventistes du septième jour non-fumeurs, californiens, blancs non hispaniques, âgés de 27 à 95 ans. Les premiers résultats montrent une augmentation significative de l'incidence du cancer du poumon associée à la concentration moyenne de SO<sub>2</sub> (19). Cette association était retrouvée quel que soit le sexe. D'autres analyses ont mis en évidence une association entre le dioxyde de soufre et la mortalité par cancer pulmonaire chez les hommes et les femmes (20).



### 3 Expositions environnementales d'origine industrielle et mortalité

Plusieurs travaux réalisés autour de sites industriels ont mis en évidence des effets sur la santé des populations selon la distance de résidence aux sites. Il s'agit d'études écologiques géographiques s'appuyant sur des comparaisons spatiales où la distance entre le lieu de résidence et le site industriel est utilisé comme indicateur d'exposition.

Ainsi, Dolk étudie entre 1981 et 1992 en Grande-Bretagne la mortalité toutes causes confondues et pour des causes spécifiques autour de 22 cokeries (21). La zone d'étude est inscrite dans un cercle autour du site industriel, zone dont le rayon s'étend de 0 à 7,5 km ( $n = 20\,292\,949$  personnes-années). Au sein même de cette zone, ils définissent 8 bandes de distance, 3 bandes entre 0 et 2 km (arbitrairement définies comme hautement exposée) et 5 bandes entre 2 et 7,5 km. Par rapport à la mortalité toutes causes en Grande-Bretagne, un excès de 1% de la mortalité dans la zone d'étude est observé. Dans un rayon de 0 à 2 km autour des cokeries, ils observent un excès de 5% de la mortalité par causes cardio-vasculaires, de 6% par cardiopathies ischémiques du cœur et de 2% par causes respiratoires. Une diminution significative de la mortalité toutes causes confondues est par ailleurs notée en fonction de la distance de résidence aux cokeries (gradient de mortalité).

La deuxième étude porte sur les effets sur la santé de la pollution atmosphérique industrielle générée par une cokerie (22). Les auteurs comparent plusieurs indicateurs de santé dont la mortalité dans une zone « exposée » et dans une zone « contrôle » entre 1981 et 1989. La zone « exposée » est définie par une zone située dans un rayon de 6 km à partir de la source industrielle et la zone « contrôle » au delà de cette distance et jusqu'à 10 km. Ils trouvent des taux de mortalité standardisés dans la zone « exposée » comparables à ceux de la zone « contrôle ». Par contre, une prévalence plus élevée de symptômes respiratoires dans la zone « exposée » que dans la zone « contrôle » est observée.

En 1998, le même auteur Bhopal étudie l'impact de la pollution atmosphérique industrielle locale de la ville de Tesside en Angleterre sur la santé des habitants de la ville (23). Il distingue 3 zones en fonction de la distance aux sites industriels et les compare à une zone « contrôle » en termes de morbidité et de mortalité. Il en ressort que la mortalité dans les 3 zones combinées est plus haute que dans la zone « contrôle ». Un gradient de mortalité par cancer du poumon et par causes respiratoires est retrouvé en fonction de la distance de résidence aux sites industriels.



Dans la banlieue de Rome, Michelozzi tente d'évaluer le risque sanitaire dû à la contamination aéroportée autour de trois sources principales de pollution atmosphérique opérationnelles au début des années 1960 : une décharge, un incinérateur d'ordures ménagères et une raffinerie de pétrole (24). Les taux standardisés de mortalité après ajustement sur le niveau socio-économique durant la période 1987 – 1993 sont calculés séparément pour les hommes (n = 165 074) et les femmes (n = 176 315) dans des bandes définies en fonction de la distance aux usines (0-3 km, 3-8 km et 8-10 km). Un risque accru mais non significatif pour le cancer du larynx a été trouvé pour la population masculine dans un rayon de 0 à 3 km et dans un rayon de 3 à 8 km. Pour ce même cancer, une diminution significative avec la distance a été trouvée parmi les hommes et cette tendance est retrouvée après ajustement sur le niveau socio-économique.

## **4 Protocole**

### **4.1 Objectifs**

L'objectif de cette étude est de comparer l'évolution de la mortalité toutes causes et pour des causes spécifiques (pathologies cardio-vasculaires, pathologies respiratoires et cancers) de 1968 à 1998 entre une population résidant autour du site industriel de Lacq (à priori exposée aux émissions du site industriel) et une population située à distance de l'usine (supposée moins exposée).

### **4.2 Matériel et méthodes**

#### **4.2.1 Principe**

Le principe de la méthode repose sur la comparaison d'un nombre de décès observés dans une zone donnée au cours d'une période à un nombre de décès attendus calculé à partir des taux de mortalité moyens observés dans une zone de comparaison pour la même période (standardisation indirecte des taux). Il s'agit d'une étude épidémiologique de type écologique géographique car basée sur des données agrégées par zone et non sur des données individuelles.

#### **4.2.2 Période d'étude**

La période d'étude a été retenue à la fois en fonction de l'activité du site industriel et de la disponibilité des données de santé. L'activité du site industriel de Lacq débute à la fin de l'année 1949 (découverte du gisement de gaz naturel puis début de production en 1957). Les données de mortalité ne sont disponibles qu'à partir de 1968 et jusqu'à 1998 (un délai de 2 ans est nécessaire pour la mise à disposition des données de mortalité). La période d'étude s'étend donc du 01/01/1968 au 31/12/1998. Cependant le délai de 20 ans entre le début de l'activité et l'étude de la mortalité paraît compatible au développement des pathologies étudiées (cancers, pathologies cardiovasculaires et pathologies respiratoires chroniques).

#### **4.2.3 Zone d'étude**

Pour étudier la mortalité au sein de la population résidant aux environs du site industriel de Elf Aquitaine, nous avons défini une zone dite « exposée » aux émissions du site industriel de Lacq (zone E) et d'une zone de référence dite « non exposée » (zone NE), car moins soumise aux émissions du site industriel de Lacq.

La zone E a été définie par la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) d'Aquitaine notamment en tenant compte d'une exposition plus importante pour un groupe de communes situées « sous le vent ». Le vent intervient de manière certaine dans l'orientation des panaches de polluants et en fonction de son intensité influence la dispersion des polluants. Les communes sont considérées dans leur intégralité car elles constituent l'unité géographique minimale compatible avec l'extraction des données de mortalité. La zone E s'étend du nord au sud de la commune d'Arthez-de-Béarn à celle de Parbayse et d'ouest en est de la commune de Maslacq à la commune de Serres-Sainte-Marie.

La zone NE a été définie selon des critères de comparabilité avec la zone E en terme de structure d'âge, de sexe et d'accès aux soins. Nous avons ainsi défini 2 zones NE : la zone NE n°1 est constituée par les communes situées en périphérie de la zone E et la zone NE n°2 est constituée par les communes situées en périphérie de la zone NE n°1 hormis celles de plus de 10 000 habitants (Pau, Bilière, Oloron-Sainte-Marie et Orthez). La proximité des zones E et NE permet de limiter les différences en terme d'exposition professionnelle des personnes résidants dans ces zones qui pourraient travailler ou avoir travaillé au sein du site industriel.

Ainsi les zones E, NE n°1 et n°2 comprennent respectivement 22, 33 et 43 communes et la population au recensement de 1990 est de 22 723 habitants pour la zone E, de 22 507 habitants pour la zone NE n°1 et de 29 081 habitants pour la zone NE n°2. La liste des communes (nom et code INSEE) de la zone d'étude ainsi que la population par commune au recensement de 1990 est présentée en Annexe 1.

La localisation géographique des communes de l'étude au sein du département des Pyrénées-Atlantiques est présentée sur la Figure 2 et les effectifs des communes au recensement de 1990 sont présentés sur la Figure 3 (communes identifiées par leur code INSEE).

Figure 2 - Localisation géographique des communes de la zone d'étude au sein du département des Pyrénées-Atlantiques

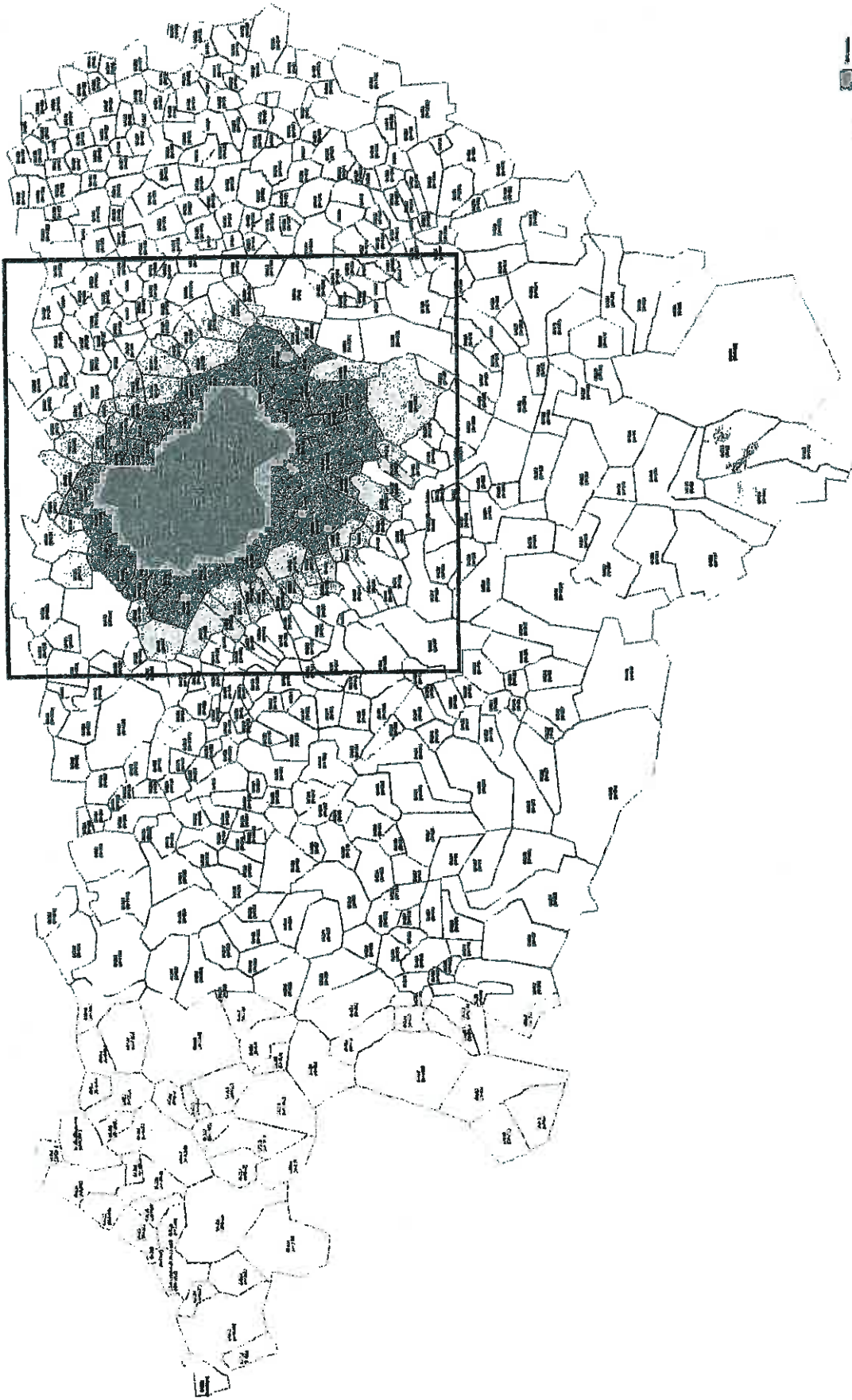
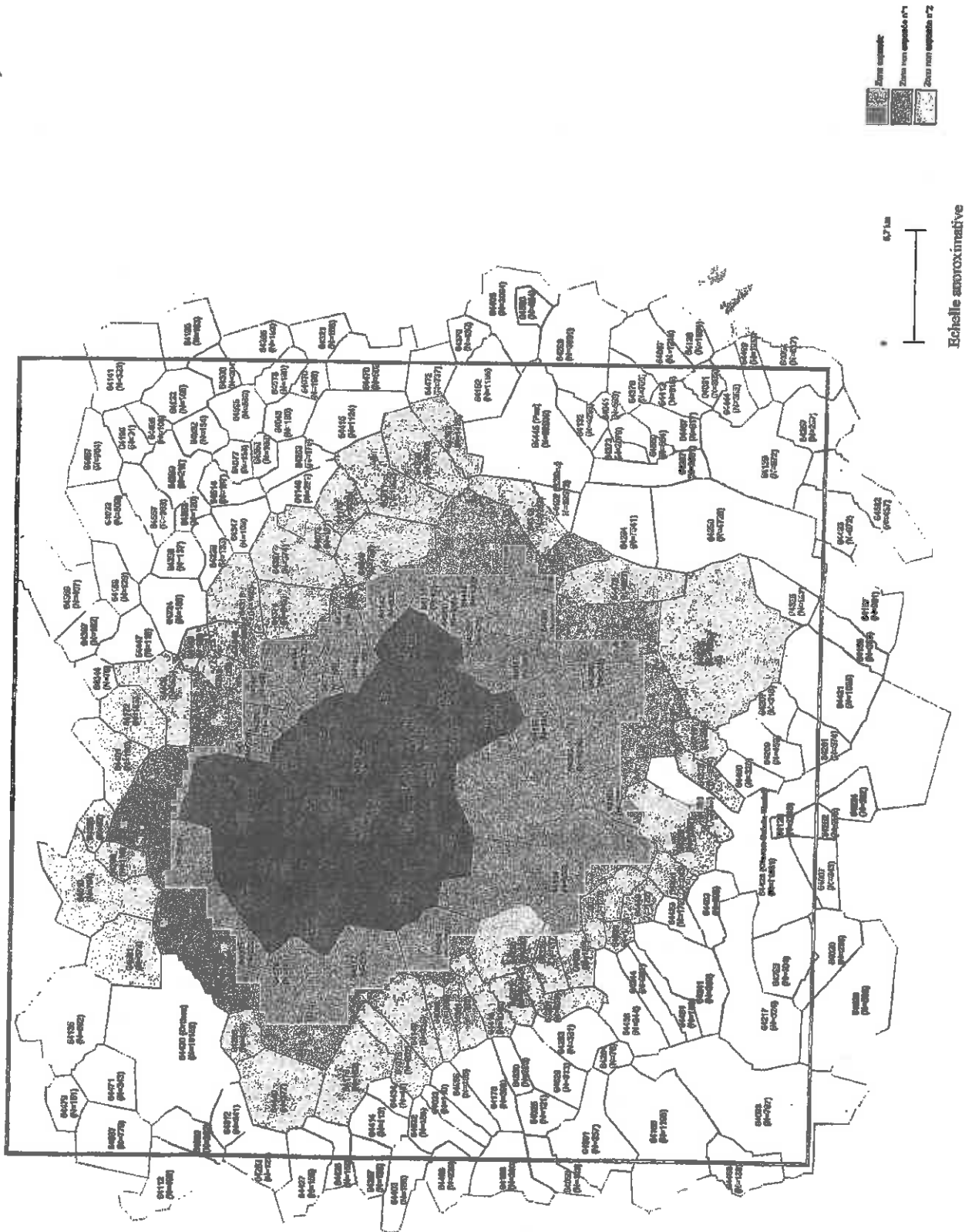


Figure 3 - Communes faisant partie de la zone d'étude (code INSEE de la commune et population au recensement de 1990)



#### 4.2.4 Sources des données

##### 4.2.4.1 Données de mortalité

Les données de mortalité ont été recueillies auprès du service commun n°8 de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM).

Les indicateurs de mortalité correspondent aux décès annuels survenus par sexe et par tranche d'âge dans les zones d'étude. Pour des raisons de confidentialité et compte tenu des effectifs par zones relativement faibles, deux classes d'âge ont été définies :

- moins de 65 ans
- 65 ans et plus.

Les causes de décès étudiées ont été définies à partir de la Classification Internationale des Maladies, établie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). La huitième révision de la classification (CIM-8) a été utilisée pour coder les décès survenus respectivement entre 1968 et 1978 et la neuvième révision (CIM-9) pour les décès survenus entre 1979 et 1998.

- Le premier indicateur correspond au nombre de décès annuels **toutes causes, hors causes accidentelles** (codes CIM-8 : le premier caractère n'est pas une lettre et codes CIM-9 : < 800.0).
- Le deuxième indicateur concerne les décès annuels par **cancers** (codes CIM-8 et CIM-9 : 140.0 à 239.9) en particulier :
  - les **tumeurs de la trachée, des bronches et du poumon** (codes CIM-8 : 162.0-162.1 et codes CIM-9 : 162.0-162.9)
  - et les **tumeurs d'autres parties de l'appareil respiratoire et des organes thoraciques excepté le larynx** (codes CIM-8 : 160.0-160.9 et 163.0-163.9 et codes CIM-9 : 160.0-160.9 et 163.0-165.9).
- Le troisième indicateur concerne les décès par **maladies de l'appareil circulatoire** (codes CIM-8 : 390.0-458.9 et codes CIM-9 : 390.0-459.9)
- et enfin un quatrième indicateur correspond au nombre de décès annuels pour **maladies de l'appareil respiratoire** (codes CIM-8 et CIM-9 : 460.0-519.9).

##### 4.2.4.2 Données démographiques

Les données démographiques par commune sont issues des recensements effectués en 1968, 1975, 1982, 1990 et 1999. Ces données sont disponibles auprès de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) ; pour l'année 1968, il s'agit d'un sondage au quart.

Le Tableau 2 donne la population au recensement de 1990 par âge et sexe des populations de la zone E, de la zone NE n°1, de la zone NE n°2, du département des Pyrénées-Atlantiques et de la Gironde.

**Tableau 2 – Population par âge et sexe au recensement de 1990 des zones de l'étude, du département des Pyrénées-Atlantiques et de l'Aquitaine**

Age	Sexe	Zone E	Zone NE		Pyrénées-Atlantiques	Aquitaine
			n°1	n°2		
Inférieur à 65 ans	Hommes	10 155	9 987	12 967	235 945	1 147 027
	Femmes	9 745	9 313	12 503	236 469	1 149 310
	<i>Total</i>	<i>19 900</i>	<i>19 300</i>	<i>25 470</i>	<i>472 414</i>	<i>2 296 337</i>
65 ans et plus	Hommes	1 236	1 450	1 561	42 211	202 833
	Femmes	1 587	1 757	2 050	63 516	296 923
	<i>Total</i>	<i>2 823</i>	<i>3 207</i>	<i>3 611</i>	<i>105 727</i>	<i>499 756</i>

Les données sur les déplacements de population (navettes domicile-travail) disponibles auprès de l'INSEE pour l'année 1990 nous ont permis de vérifier que la majorité de la population séjourne bien la majeure partie de son temps dans la zone d'étude définie au chapitre 4.2.3. Ainsi, environ 76% de la population résidant en zone exposée travaille dans cette même zone et 43% de la population résidant en zone non exposée travaille dans la même zone non exposée et respectivement 14% et 3% quitte la zone non exposée n°1 et la zone non exposée n°2 pour aller travailler dans la zone exposée. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.

**Tableau 3 - Flux journalier en 1990 du lieu de résidence vers le lieu de travail\***

Lieu de travail	Lieu de résidence					
	Zone E		Zone NE n°1		Zone NE n°2	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Zone E	5 990	75,9	1 156	14,1	370	3,4
Zone NE n°1	314	4,0	3 522	43,1	414	3,8
Zone NE n°2	211	2,7	612	7,5	4 600	42,6
Département 64 hors zone d'étude	1 345	17,0	2 831	34,6	5 290	49,0
Hors département 64	37	0,5	55	0,7	112	1,0
<i>Total</i>	<i>7 897</i>	<i>100,0</i>	<i>8 176</i>	<i>100,0</i>	<i>10 786</i>	<i>100,0</i>

\* les flux d'une commune à une autre de moins de 3 personnes ne sont pas mentionnés



## 4.2.5 Méthode

### 4.2.5.1 Population de référence

La méthode statistique utilisée dite de standardisation indirecte est basée sur l'utilisation de taux spécifiques par sexe et âge issus d'une population de référence, que l'on applique aux effectifs des classes correspondantes de la population étudiée. La population de référence a été choisie afin de fournir par l'importance de ses effectifs des estimations fiables des taux spécifiques par sexe et tranches d'âge. Nous avons retenu la région Aquitaine.

### 4.2.5.2 Comparaison de la mortalité

La mortalité observée dans chacune des zones de l'étude (zone E et zones NE n°1 et n°2) a été comparée à la mortalité attendue pour chacune d'entre elle en appliquant les taux de mortalité spécifiques de la population de référence aux effectifs des classes correspondantes des populations des différentes zones de l'étude.

#### 4.2.5.2.1 Comparaison des zones (zone E, NE n°1, NE n°2) à la population de référence

##### Principe

La mesure du risque de mortalité permettant de comparer chacune des populations des différentes zones à la population de référence a été appréhendée par l'indice comparatif de mortalité (ICM) également appelé Standardized Mortality Ratio (SMR).

Cet indice, calculé séparément dans chaque population des zones (zone E et zones NE n°1 et n°2), correspond au rapport du nombre observé de décès et du nombre attendu après standardisation selon l'année calendaire, l'âge en classes et le sexe.

### Calcul de l'ICM

L'ICM sera calculé de la manière suivante (25) :

soit la population de référence  $P_r$  divisée en  $n$  classes ayant chacune des taux spécifiques de mortalité  $t_{xi}$  ( $t_{x1}, t_{x2}, \dots, t_{xn}$ ), et soit la population étudiée  $P$  ayant un nombre total de décès  $D$  et qui est répartie dans les  $n$  classes en effectifs  $x_i$  ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ),

- le nombre total de décès attendus  $D_t$  dans la population  $P$  est :

$$D_t = \sum (t_{xi} \times x_i)$$

- l'indice comparatif de mortalité est :

$$ICM = \frac{D}{D_t}$$

### Calcul et interprétation de l'intervalle de confiance de l'ICM

L'intervalle de confiance à 95% de l'ICM sera calculé (26) :

- par la méthode exacte lorsque le nombre de décès observé est inférieur ou égal à 1000

$$IC\ 95\% ICM = [ICM \times L ; ICM \times U]$$

avec ICM l'indice comparatif de mortalité,

$L$  et  $U$  respectivement la limite inférieure et la limite supérieure données par la table de Haenszel et al. pour un seuil de risque  $\alpha$  de 5% en fonction du nombre de observé de décès (table de de Haenszel et al. en annexe 2)

- par approximation selon la méthode de Byar lorsque le nombre observé de décès est supérieur à 1000

$$IC\ 95\% ICM = \left[ \frac{D \left( 1 - \frac{1}{9D} - \frac{U_\alpha}{3D^{1/2}} \right)^3}{D_t} ; \frac{(D+1) \left( 1 - \frac{1}{9(D+1)} + \frac{U_\alpha}{3(D+1)^{1/2}} \right)^3}{D_t} \right]$$

avec  $D$  le nombre observé de décès dans la population,

$U_\alpha$  l'écart-réduit lu dans la table de la loi normale ; pour l'intervalle de confiance à 95% ( $1 - \alpha = 95\%$  d'où  $\alpha = 5\%$ ),  $U_\alpha = 1,96$ .

L'interprétation de l'ICM est identique à celle d'un risque relatif, mais pour la comparaison des populations de chaque zone avec la population de référence : lorsque l'ICM n'est pas statistiquement différent de la valeur 1, c'est à dire lorsque l'intervalle de confiance de l'ICM englobe la valeur 1, le risque de mortalité est considéré comme n'étant pas statistiquement différent entre la population de la zone concernée et la population de référence ; par contre, lorsque l'ICM est statistiquement différent de la valeur 1, c'est à dire lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance de l'ICM est supérieure à la valeur 1 ou lorsque la borne supérieure de l'intervalle de confiance de l'ICM est inférieure à la valeur 1, il y a respectivement un excès de risque de mortalité significatif dans la population de la zone concernée par rapport à la population de référence ou un « sous-excès » de risque de mortalité significatif dans la population de la zone concernée par rapport à la population de référence.

#### 4.2.5.2.2 Comparaison de la zone « exposée » aux zones « non exposées »

Il s'agit de comparer :

- le risque de mortalité de la population de la zone E au risque de mortalité de la zone NE n°1
- et le risque de mortalité de la population de la zone E au risque de mortalité de la zone NE n°2.

#### Principe et calcul

Pour comparer le risque de mortalité de la population de la zone E au risque de mortalité de la zone NE (soit NE n°1 ou N°2), le rapport entre l'ICM estimé pour la zone E ( $ICM_E$ ) et l'ICM estimé pour la zone NE ( $ICM_{NE}$ ) a été calculé de la manière suivante :

$$ICM_{E/NE} = \frac{ICM_E}{ICM_{NE}}$$

Le calcul des ICM de la population de chaque zone,  $ICM_E$  et  $ICM_{NE}$  a été détaillé au chapitre précédent (4.2.5.2.1).

Calcul et interprétation de l'intervalle de confiance de l'ICM<sub>E/NE</sub>

L'intervalle de confiance de ce rapport est donné par la formule de Pearson et Hartley (1966) (26) :

$$IC\ 95\% \ ICM_{E/NE} = \left[ \frac{\Pi_L \times D_{NE}}{(1 - \Pi_L) \times D_E} ; \frac{\Pi_U \times D_{NE}}{(1 - \Pi_U) \times D_E} \right]$$

et

$$\Pi_L = \frac{D_E}{D_E + (D_{NE} + 1) F_{\alpha/2}(2D_{NE} + 2, 2D_E)}$$

$$\Pi_U = \frac{(D_E + 1) F_{\alpha/2}(2D_E + 2, 2D_{NE})}{D_{NE} + (D_E + 1) F_{\alpha/2}(2D_E + 2, 2D_{NE})}$$

avec  $D_{NE}$  le nombre observé de décès dans la population de la zone non exposé,  
 $D_E$  le nombre observé de décès dans la population de la zone exposé,  
 $F_{\alpha/2}(2D_{NE}+2, 2D_E)$  et  $F_{\alpha/2}(2D_E+2, 2D_{NE})$  la limite donnée par la table de F (point  $\alpha/2 = 2,5\%$  soit  $\alpha = 5\%$ ) pour des degrés de liberté  $I_A$  et  $I_B$  avec respectivement  $I_A = 2D_{NE}+2$   
 $I_B = 2D_E$  et  $I_A = 2D_E+2$   $I_B = 2D_{NE}$  ou lorsque  $I_A$  et  $I_B$  sont supérieurs à 30 la limite  $F_{\alpha/2}(I_A, I_B)$  donnée par la formule suivante :

$$F_{\alpha/2}(I_A, I_B) = \exp \left[ \frac{2,7716}{\sqrt{(I_A^{-1} + I_B^{-1})^{-1} - 0,57}} - 1,948 (I_A^{-1} - I_B^{-1}) \right]$$

L'interprétation du rapport ICM<sub>E/NE</sub> est identique à celle décrite au chapitre précédent (4.2.5.2.1) mais pour la comparaison de la population de la zone exposée à la population de la zone non exposée. C'est à dire que lorsque l'ICM n'est pas statistiquement différent de la valeur 1 (intervalle de confiance de l'ICM<sub>E/NE</sub> englobe la valeur 1), le risque de mortalité est considéré comme n'étant pas statistiquement différent entre la population de la zone exposée et la population de la zone non exposée ; par contre, lorsque l'ICM est statistiquement différent de la valeur 1, c'est à dire lorsque la borne inférieure de l'intervalle de confiance de l'ICM<sub>E/NE</sub> est supérieure à la valeur 1 ou lorsque la borne supérieure de l'intervalle de confiance de l'ICM<sub>E/NE</sub> est inférieure à la valeur 1, il y a respectivement un excès de risque de mortalité significatif dans la population de la zone exposée par rapport à la population de la zone non exposée ou un « sous-excès » de risque de mortalité significatif dans la population de la zone exposée par rapport à la population de la zone non exposée.

## 5 Résultats

Afin d'étudier l'évolution de la mortalité dans la région d'étude, 4 périodes encadrant les années censitaires (1968, 1975, 1982, 1990 et 1999) ont été définies : 1968-75, 1976-82, 1983-90 et 1991-98.

Les données de mortalité dans les différentes zones de la région d'étude au cours des 4 périodes ont tout d'abord été comparées à la mortalité en Aquitaine au cours de ces mêmes périodes selon le sexe et l'âge en 2 classes, les moins de 65 ans et les 65 ans et plus ; les nombres de décès observés et attendus dans chaque zone de la région d'étude au cours des différentes périodes selon le sexe et l'âge sont détaillés en Annexe 3 pour la mortalité toutes causes hors causes accidentelles et en Annexe 4 pour la mortalité par causes spécifiques.

La mortalité dans la zone définie comme exposée a ensuite été comparée aux zones non exposées.

L'ensemble de la population résidant dans la zone étudiée durant la période d'étude a été retenu. La répartition de la population par sexe et âge dans la région d'étude et en Aquitaine aux recensements de 1975, 1982, 1990 et 1999 est présentée dans le Tableau 4.

**Tableau 4 - Population par âge et sexe aux recensements de 1975, 1982, 1990 et 1999 dans les zones de l'étude et en Aquitaine**

Recensement	Age	Sexe	Zone E		Zone NE n°1		Zone NE n°2		Aquitaine	
			Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1975	Moins de 65 ans	Hommes	11 099	51,2	7 670	51,9	8 062	51,5	1 057 076	50,1
		Femmes	10 587	48,8	7 099	48,1	7 584	48,5	1 053 484	49,9
	65 ans et plus	Hommes	986	40,9	1 193	44,9	1 383	45,1	174 541	39,9
		Femmes	1 425	59,1	1 464	55,1	1 683	54,9	262 741	60,1
1982	Moins de 65 ans	Hommes	10 887	51,3	8 843	51,4	11 128	50,7	1 105 832	50,0
		Femmes	10 343	48,7	8 346	48,6	10 839	49,3	1 105 023	50,0
	65 ans et plus	Hommes	954	40,7	1 232	44,5	1 437	44,3	177 389	39,9
		Femmes	1 389	59,3	1 536	55,5	1 810	55,7	267 471	60,1
1990	Moins de 65 ans	Hommes	10 155	51,0	9 987	51,7	12 967	50,9	1 147 027	50,0
		Femmes	9 745	49,0	9 313	48,3	12 503	49,1	1 149 310	50,0
	65 ans et plus	Hommes	1 236	43,8	1 450	45,2	1 561	43,2	202 833	40,6
		Femmes	1 587	56,2	1 757	54,8	2 050	56,8	296 923	59,4
1999	Moins de 65 ans	Hommes	9 717	50,6	11 123	51,1	14 200	50,6	1 162 994	49,9
		Femmes	9 477	49,4	10 657	48,9	13 844	49,4	1 168 743	50,1
	65 ans et plus	Hommes	1 771	45,1	1 955	47,2	2 168	44,7	238 308	41,3
		Femmes	2 158	54,9	2 183	52,8	2 679	55,3	338 908	58,7

## 5.1 Comparaison de la mortalité dans les zones de l'étude à la mortalité en Aquitaine

Globalement au cours de la période d'étude (1968-98) en tenant compte de la différence de structure par sexe et âge des 2 populations, le risque de décéder de causes non accidentelles dans la région d'étude quelle que soit la zone est significativement plus faible qu'en Aquitaine (Tableau 5). Ainsi, le risque de décès dans la zone exposée durant la période totale d'étude quelle qu'en soit la cause hors cause accidentelle est inférieur de 13% (IC 95 % ; 10%-15%) à celui de la région Aquitaine.

La mortalité dans la région d'étude reste inférieure à la mortalité en Aquitaine pour toutes les causes de mortalité explorées excepté pour la mortalité par maladies de l'appareil respiratoire. Toutes causes confondues et pour les cancers dans leur ensemble et pour les pathologies cardiovasculaires, une tendance à la sous-mortalité dans la région d'étude est retrouvée pour chacune des périodes considérées. Cependant la sous-mortalité par tumeurs de l'appareil respiratoire, de l'ordre de 36% pour la période 1968-75 devient inférieure à 10% entre 1976 et 1990 et disparaît sur la période 1990-98. Cette tendance n'est pas retrouvée dans les 2 zones non exposées. Par ailleurs, la mortalité par pathologie respiratoire dans les différentes zones de l'étude est à peu près identique à celle de l'Aquitaine. Au cours des années 1968 à 1975, cette mortalité est significativement plus élevée dans la zone non exposée n°1 c'est à dire la zone la plus proche de la zone exposée. Cette tendance est retrouvée dans cette zone au cours de toute la période d'étude (ICM = 1,11 (IC 95 % ; 1,01-1,22)).

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

PHYSICAL CHEMISTRY  
PROFESSOR ROBERT W. GIBBS

LECTURE NOTES  
ON THE THEORY OF SOLUTIONS

CHAPTER I  
GENERAL PRINCIPLES

1.1. INTRODUCTION

1.2. THE IDEAL SOLUTION

1.3. REAL SOLUTIONS

1.4. COLLIGATIVE PROPERTIES

1.5. SUMMARY

REFERENCES

APPENDIX I

APPENDIX II

APPENDIX III

APPENDIX IV

APPENDIX V

APPENDIX VI

APPENDIX VII

APPENDIX VIII





**Tableau 5 - Mortalité selon les causes dans la zone exposée et dans les deux zones non exposées de 1968 à 1998 - Population de référence\***

Causes de décès	Période	Décès dans la zone exposée			Décès dans la zone non exposée n°1			Décès dans la zone non exposée n°2		
		Observés	Attendus	ICM* IC 95% ICM†	Observés	Attendus	ICM* IC 95% ICM†	Observés	Attendus	ICM* IC 95% ICM†
<b>Toutes causes hors causes accidentelles</b>										
	1968-75	1155	1463,6	0,79 [0,74 - 0,84]	1339	1421,9	0,94 [0,89 - 0,99]	1469	1609,3	0,91 [0,87 - 0,96]
	1976-82	1094	1170,3	0,93 [0,88 - 0,99]	1120	1271,5	0,88 [0,83 - 0,93]	1325	1516,9	0,87 [0,83 - 0,92]
	1983-90	1293	1375,6	0,94 [0,89 - 0,99]	1465	1513,0	0,97 [0,92 - 1,02]	1654	1757,6	0,94 [0,90 - 0,99]
	1991-98	1327	1568,0	0,85 [0,80 - 0,89]	1412	1682,6	0,84 [0,80 - 0,88]	1618	1997,7	0,81 [0,77 - 0,85]
	Les 4 périodes	4869	5577,4	0,87 [0,85 - 0,90]	5336	5889,0	0,91 [0,88 - 0,93]	6066	688,4	0,88 [0,86 - 0,90]
<b>Tous cancers</b>										
	1968-75	275	357,7	0,77 [0,69 - 0,86]	310	328,9	0,94 [0,84 - 1,06]	330	368,8	0,89 [0,80 - 1,00]
	1976-82	276	313,3	0,88 [0,79 - 0,99]	309	326,2	0,95 [0,84 - 1,06]	339	393,0	0,86 [0,78 - 0,96]
	1983-90	380	393,1	0,97 [0,88 - 1,07]	386	425,3	0,91 [0,82 - 1,00]	485	501,6	0,97 [0,88 - 1,06]
	1991-98	431	462,7	0,93 [0,85 - 1,02]	426	503,9	0,85 [0,77 - 0,93]	498	600,4	0,83 [0,76 - 0,91]
	Les 4 périodes	1362	1526,8	0,89 [0,85 - 0,94]	1431	1584,3	0,90 [0,86 - 0,95]	1652	1863,8	0,89 [0,84 - 0,93]
<b>Tumeurs de la trachée, des bronches et du poumon et d'autres parties de l'appareil respiratoire et des organes thoraciques excepté le larynx</b>										
	1968-75	27	42,4	0,64 [0,42 - 0,93]	30	38,5	0,78 [0,53 - 1,11]	42	43,0	0,98 [0,70 - 1,33]
	1976-82	45	46,7	0,96 [0,70 - 1,29]	43	48,1	0,89 [0,65 - 1,20]	43	58,0	0,74 [0,54 - 0,99]
	1983-90	63	68,0	0,93 [0,71 - 1,20]	55	73,3	0,75 [0,58 - 0,97]	71	86,5	0,82 [0,64 - 1,04]
	1991-98	89	88,5	1,01 [0,81 - 1,25]	78	98,4	0,79 [0,63 - 0,99]	89	116,8	0,76 [0,62 - 0,95]
	Les 4 périodes	224	245,6	0,91 [0,79 - 1,05]	206	258,3	0,80 [0,69 - 0,92]	245	304,2	0,81 [0,71 - 0,91]
<b>Maladies de l'appareil circulatoire</b>										
	1968-75	500	609,9	0,82 [0,75 - 0,90]	598	622,5	0,96 [0,89 - 1,04]	722	710,0	1,02 [0,94 - 1,10]
	1976-82	467	490,7	0,95 [0,87 - 1,05]	488	551,7	0,88 [0,81 - 0,97]	618	653,3	0,95 [0,87 - 1,03]
	1983-90	504	548,6	0,92 [0,84 - 1,00]	610	611,5	1,00 [0,92 - 1,08]	693	701,4	0,99 [0,92 - 1,07]
	1991-98	446	586,7	0,76 [0,69 - 0,83]	523	623,9	0,84 [0,77 - 0,92]	610	736,5	0,83 [0,76 - 0,90]
	Les 4 périodes	1917	2235,9	0,86 [0,82 - 0,90]	2219	2409,7	0,92 [0,88 - 0,96]	2643	2801,2	0,94 [0,91 - 0,98]
<b>Maladies de l'appareil respiratoire</b>										
	1968-75	99	96,4	1,03 [0,84 - 1,25]	132	98,7	1,34 [1,13 - 1,58]	110	112,5	0,98 [0,81 - 1,17]
	1976-82	78	69,0	1,13 [0,90 - 1,41]	72	78,6	0,92 [0,72 - 1,16]	74	93,0	0,80 [0,62 - 1,01]
	1983-90	79	86,7	0,91 [0,73 - 1,14]	115	97,2	1,18 [0,99 - 1,42]	123	110,6	1,11 [0,93 - 1,33]
	1991-98	130	120,8	1,08 [0,91 - 1,27]	128	129,1	0,99 [0,83 - 1,19]	139	151,0	0,92 [0,78 - 1,09]
	Les 4 périodes	386	372,8	1,04 [0,94 - 1,14]	447	403,6	1,11 [1,01 - 1,22]	446	467,2	0,95 [0,87 - 1,05]

\* Indice comparatif de mortalité

† Intervalle de confiance à 95% de l'indice comparatif de mortalité



## 5.2 Comparaison de la mortalité dans la zone « exposée » à la mortalité dans les zones « non exposées »

### 5.2.1 Mortalité toutes causes hors causes accidentelles

Globalement au cours de la période d'étude (1968-98), le risque de décéder de causes non accidentelles dans la zone exposée par rapport au risque de décéder dans la zone non exposée la plus proche n'est pas différent (ICM = 0,96 (IC 95% ; 0,91-1,01)). Une tendance à la sous-mortalité dans la zone exposée est retrouvée pour la période explorée la plus ancienne (ICM = 0,84 (IC 95% ; 0,77-0,91)). Au cours des périodes suivantes, cette tendance disparaît et le risque est identique dans les 2 zones. Pour ce qui est de la comparaison de la mortalité dans la zone exposée et dans la zone non exposée n°2, le risque est au cours de la période d'étude plus élevé mais pas statistiquement significatif (ICM = 1,13 (IC 95% ; 0,94-1,36)). La tendance à la sous-mortalité dans la zone exposée par rapport à la zone non exposée n°2 de 1968 à 1975 est observée, tendance qui disparaît après 1975.

Un risque de mortalité significativement plus élevé est observé dans la zone exposée par rapport à la zone non exposée n°2 chez les hommes de moins de 65 ans au cours des périodes 1976-82 et 1981-98 et globalement au cours de la période d'étude (excès de risque de 13% (IC 95 % ; 2%-26%)) (Tableau 6). La comparaison de la mortalité dans la zone exposée et dans la zone non exposée n°1 de cette population masculine de moins de 65 ans montre une tendance à la surmortalité au cours de la période de 3% (IC 95% ; -7%-15%) ; le risque de décès est significativement supérieur dans la zone exposée au cours de la période 1991-98.

Cet excès de risque est retrouvé chez les femmes de moins de 65 ans pour la période 1983-90 en comparaison à la zone non exposée la plus proche ou la plus éloignée de la zone exposée ; le rapport entre l'ICM pour la zone exposée et l'ICM pour la zone non exposée est respectivement de 1,37 (IC 95 % ; 1,01-1,86) pour la zone non exposée n°1 et 1,37 (IC 95% : 1,04-1,81) pour la zone non exposée n°2.

Chez les hommes comme chez les femmes de moins de 65 ans, plus on s'éloigne de la zone exposée plus le risque de décéder dans les zones témoins est faible au cours de la période 1968-98. Dans cette même population une tendance à la surmortalité apparaît dès 1976 et s'amplifie au cours du temps pour atteindre 30% sur la période 1991-98 et devenir significative chez les hommes. En revanche, chez les plus de 65 ans cette tendance n'apparaît pas au cours du temps. En effet, le risque qui n'est pas différent dans la zone exposée comparé à la zone non exposée n°1 ou n°2 reste stable au cours du temps (proche de 1).



**Tableau 6 - Rapport entre l'ICM toutes causes hors causes accidentelles estimé pour la zone E et l'ICM toutes causes hors causes accidentelles estimé pour la zone NE (n°1 et n°2)**

Causes de décès Population concernée	Période	Comparaison Zone E - Zone NE n°1		Comparaison Zone E - Zone NE n°2		
		ICM <sub>E/NE</sub> *	IC 95% ICM <sub>E/NE</sub> †	ICM <sub>E/NE</sub> *	IC 95% ICM <sub>E/NE</sub> †	
<b>Toutes causes hors causes accidentelles</b>						
<b>Hommes</b>	Moins de 65 ans	1968-75	0,75	[0,61 - 0,92]	0,89	[0,72 - 1,10]
		1976-82	1,15	[0,91 - 1,46]	1,30	[1,04 - 1,64]
		1983-90	1,09	[0,89 - 1,35]	1,19	[0,97 - 1,45]
		1991-98	1,31	[1,04 - 1,66]	1,28	[1,02 - 1,59]
		<i>Les 4 périodes</i>	1,03	[0,93 - 1,15]	1,13	[1,02 - 1,26]
	65 ans et plus	1968-75	0,97	[0,85 - 1,11]	0,95	[0,84 - 1,08]
		1976-82	1,08	[0,94 - 1,23]	1,07	[0,94 - 1,22]
		1983-90	0,89	[0,79 - 1,01]	0,81	[0,72 - 0,92]
		1991-98	0,94	[0,84 - 1,06]	0,97	[0,86 - 1,08]
		<i>Les 4 périodes</i>	0,96	[0,90 - 1,02]	0,94	[0,88 - 1,00]
<b>Femmes</b>	Moins de 65 ans	1968-75	0,74	[0,56 - 0,99]	0,91	[0,68 - 1,22]
		1976-82	1,05	[0,75 - 1,47]	1,19	[0,86 - 1,65]
		1983-90	1,37	[1,01 - 1,86]	1,37	[1,04 - 1,81]
		1991-98	1,37	[0,99 - 1,89]	1,31	[0,98 - 1,77]
		<i>Les 4 périodes</i>	1,07	[0,92 - 1,24]	1,15	[1,00 - 1,33]
	65 ans et plus	1968-75	0,82	[0,72 - 0,93]	0,83	[0,74 - 0,94]
		1976-82	1,07	[0,93 - 1,22]	1,03	[0,90 - 1,17]
		1983-90	0,96	[0,86 - 1,08]	1,09	[0,97 - 1,22]
		1991-98	0,96	[0,85 - 1,08]	1,02	[0,91 - 1,15]
		<i>Les 4 périodes</i>	0,94	[0,89 - 1,01]	0,99	[0,93 - 1,05]

\* rapport entre l'ICM estimé pour la zone E et l'ICM estimé pour la zone NE

† Intervalle de confiance à 95% du rapport entre l'ICM estimé pour la zone E et l'ICM estimé pour la zone NE



## 5.2.2 Mortalité par causes spécifiques

### Cancers

Lorsqu'on considère l'ensemble des cancers, une tendance à la surmortalité est notée dans la zone exposée, plus marquée par rapport à la zone non exposée n°2 (+15%) qu'à la zone non exposée n°1 (+7%) (Tableau 7). Ceci n'est observé que chez les moins de 65 ans. Au delà de cet âge, la mortalité dans la zone exposée devient comparable dans les zones témoins. Alors qu'une tendance à la sous-mortalité (de l'ordre de 20%) était notée dans la zone exposée avant 1976, une inversion de tendance apparaît au cours du temps et aboutit à une surmortalité de l'ordre de 30 à 40% sur la période 1991-98.

En ce qui concerne les décès par cancers respiratoires, le risque de décès dans la zone exposée pour les hommes de moins de 65 ans augmente régulièrement de 1968 à 1990 comparé au risque de décès dans les zones exposées (n°1 ou n°2) mais la tendance à la surmortalité sur l'ensemble de la période de l'ordre de 16% par rapport à la zone non exposée n°1 et de 34% par rapport à la zone non exposée n°2 n'est pas statistiquement significative. Ce risque diminue légèrement dans la dernière période explorée. Chez les hommes de plus de 65 ans, la mortalité est plus élevée dans la zone exposée mais de manière non significative. Bien que les effectifs de décès soient faibles (Annexe 4), il semble apparaître une tendance plus marquée de surmortalité dans la période la plus récente. Ainsi un excès de mortalité de 56%, significatif est noté au delà de 1990 dans la zone exposée par rapport à la zone non exposée n°2.

Pour la population féminine, aucun risque par cancers respiratoires n'a été observé au cours de la période.



The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

In the second section, the author outlines the various methods used to collect and analyze the data. This includes both manual data entry and the use of specialized software tools. The goal is to ensure that the data is both accurate and easy to interpret.

The third part of the document provides a detailed breakdown of the results. It shows that there has been a significant increase in sales over the period covered by the study. This is attributed to several factors, including improved marketing strategies and better customer service.

Finally, the document concludes with a series of recommendations for future work. It suggests that further research should be conducted to explore the long-term effects of the current strategies and to identify new opportunities for growth.

**Tableau 7 - Rapport entre l'ICM par causes spécifiques estimé pour la zone E et l'ICM par causes spécifiques estimé pour la zone NE (n°1 et n°2)**

Causes de décès	Période	Comparaison Zone E - Zone NE n°1		Comparaison Zone E - Zone NE n°2		
		ICM <sub>E/NE</sub> *	IC 95% ICM <sub>E/NE</sub> †	ICM <sub>E/NE</sub> *	IC 95% ICM <sub>E/NE</sub> †	
<b>Tous cancers</b>						
<i>Total</i>	Moins de 65 ans	1968-75	0,79	[0,60 - 1,05]	0,82	[0,62 - 1,08]
		1976-82	0,86	[0,65 - 1,15]	1,20	[0,90 - 1,62]
		1983-90	1,34	[1,04 - 1,73]	1,25	[0,99 - 1,58]
		1991-98	1,33	[1,03 - 1,72]	1,39	[1,09 - 1,77]
		<i>Les 4 périodes</i>	1,07	[0,93 - 1,21]	1,15	[1,01 - 1,30]
	65 ans et plus	1968-75	0,85	[0,69 - 1,05]	0,91	[0,74 - 1,12]
		1976-82	0,99	[0,80 - 1,22]	0,98	[0,80 - 1,19]
		1983-90	0,95	[0,80 - 1,14]	0,88	[0,74 - 1,05]
		1991-98	1,02	[0,86 - 1,20]	1,02	[0,87 - 1,20]
		<i>Les 4 périodes</i>	0,96	[0,87 - 1,05]	0,95	[0,87 - 1,04]
<b>Tumeurs de la trachée, des bronches et du poumon et d'autres parties de l'appareil respiratoire et des organes thoraciques excepté le larynx</b>						
<i>Hommes</i>	Moins de 65 ans	1968-75	0,97	[0,39 - 2,44]	0,78	[0,34 - 1,81]
		1976-82	1,27	[0,65 - 2,54]	1,70	[0,86 - 3,44]
		1983-90	1,37	[0,72 - 2,66]	1,45	[0,79 - 2,70]
		1991-98	1,01	[0,55 - 1,85]	1,29	[0,70 - 2,36]
		<i>Les 4 périodes</i>	1,16	[0,84 - 1,62]	1,34	[0,97 - 1,84]
	65 ans et plus	1968-75	1,04	[0,44 - 2,44]	0,67	[0,31 - 1,47]
		1976-82	1,17	[0,59 - 2,28]	1,10	[0,58 - 2,07]
		1983-90	1,14	[0,68 - 1,91]	1,04	[0,63 - 1,70]
		1991-98	1,40	[0,93 - 2,13]	1,56	[1,03 - 2,37]
		<i>Les 4 périodes</i>	1,24	[0,95 - 1,62]	1,16	[0,90 - 1,50]

\* rapport entre l'ICM estimé pour la zone E et l'ICM estimé pour la zone NE

† Intervalle de confiance à 95% du rapport entre l'ICM estimé pour la zone E et l'ICM estimé pour la zone NE



### *Autres pathologies*

Pour les pathologies cardiovasculaires, sur l'ensemble de la période, la mortalité est très proche dans la zone exposée et dans les zones non exposées de l'étude, quelle que soit la tranche d'âge considérée. On note quelques variations d'une période à une autre mais sans tendance explicite.

De la même manière pour les pathologies respiratoires, globalement la mortalité est assez comparable dans la zone exposée et dans les zones non exposées. On note cependant des fluctuations assez nettes entre les différentes périodes considérées, allant d'une sous-mortalité chez les plus jeunes sur la période 1968-75 à une surmortalité de l'ordre de 2% sur la période la plus récente dans ce même groupe. Cependant, ces variations sont à interpréter avec précaution en raison de très faibles effectifs (Annexe 4) et aucune des tendances n'apparaît statistiquement significative.

L'analyse selon les décès par pathologies circulatoires et respiratoires est présentée dans le Tableau 8.



**Tableau 8 - Rapport entre l'ICM par causes spécifiques estimé pour la zone E et l'ICM par causes spécifiques estimé pour la zone NE (n°1 et n°2)**

Causes de décès	Période	Comparaison Zone E - Zone NE n°1		Comparaison Zone E - Zone NE n°2		
		ICM <sub>E/NE</sub> *	IC 95% ICM <sub>E/NE</sub> †	ICM <sub>E/NE</sub> *	IC 95% ICM <sub>E/NE</sub> †	
<b>Maladies de l'appareil circulatoire</b>						
<i>Total</i> Moins de 65 ans	1968-75	0,75	[0,54 - 1,06]	0,82	[0,58 - 1,16]	
	1976-82	1,47	[0,98 - 2,25]	1,39	[0,95 - 2,04]	
	1983-90	0,89	[0,62 - 1,28]	0,97	[0,69 - 1,38]	
	1991-98	1,20	[0,76 - 1,89]	1,18	[0,77 - 1,81]	
	<i>Les 4 périodes</i>	0,99	[0,82 - 1,20]	1,04	[0,87 - 1,24]	
	65 ans et plus	1968-75	0,89	[0,78 - 1,01]	0,83	[0,73 - 0,94]
		1976-82	1,05	[0,92 - 1,21]	0,98	[0,86 - 1,11]
		1983-90	0,93	[0,82 - 1,05]	0,92	[0,82 - 1,05]
		1991-98	0,88	[0,77 - 1,01]	0,89	[0,78 - 1,02]
		<i>Les 4 périodes</i>	0,93	[0,87 - 0,99]	0,90	[0,85 - 0,96]
<b>Maladies de l'appareil respiratoire</b>						
<i>Total</i> Moins de 65 ans	1968-75	0,53	[0,26 - 1,04]	0,72	[0,35 - 1,51]	
	1976-82	1,49	[0,51 - 4,90]	1,89	[0,65 - 6,21]	
	1983-90	0,71	[0,25 - 1,91]	0,79	[0,28 - 2,02]	
	1991-98	2,28	[0,71 - 8,56]	2,44	[0,81 - 8,22]	
	<i>Les 4 périodes</i>	0,90	[0,58 - 1,39]	1,14	[0,73 - 1,78]	
	65 ans et plus	1968-75	0,83	[0,62 - 1,12]	1,14	[0,84 - 1,55]
		1976-82	1,22	[0,86 - 1,74]	1,39	[0,98 - 1,98]
		1983-90	0,78	[0,57 - 1,07]	0,82	[0,60 - 1,12]
		1991-98	1,04	[0,80 - 1,34]	1,11	[0,86 - 1,43]
		<i>Les 4 périodes</i>	0,95	[0,82 - 1,09]	1,08	[0,94 - 1,26]

\* rapport entre l'ICM estimé pour la zone E et l'ICM estimé pour la zone NE

† Intervalle de confiance à 95% du rapport entre l'ICM estimé pour la zone E et l'ICM estimé pour la zone NE



Les rapports  $ICM_{B/NE}$  sont représentés graphiquement globalement pour les 2 sexes selon l'âge et la période d'étude. Seuls les décès par causes hors accidentelles, les décès par cancers et les décès par cancers respiratoires sont représentés (Figure 4 pour la comparaison de la mortalité dans la zone exposée à la mortalité dans la zone non exposée n°1 et Figure 5 pour la comparaison de la mortalité dans la zone exposée à la mortalité dans la zone non exposée n°2).

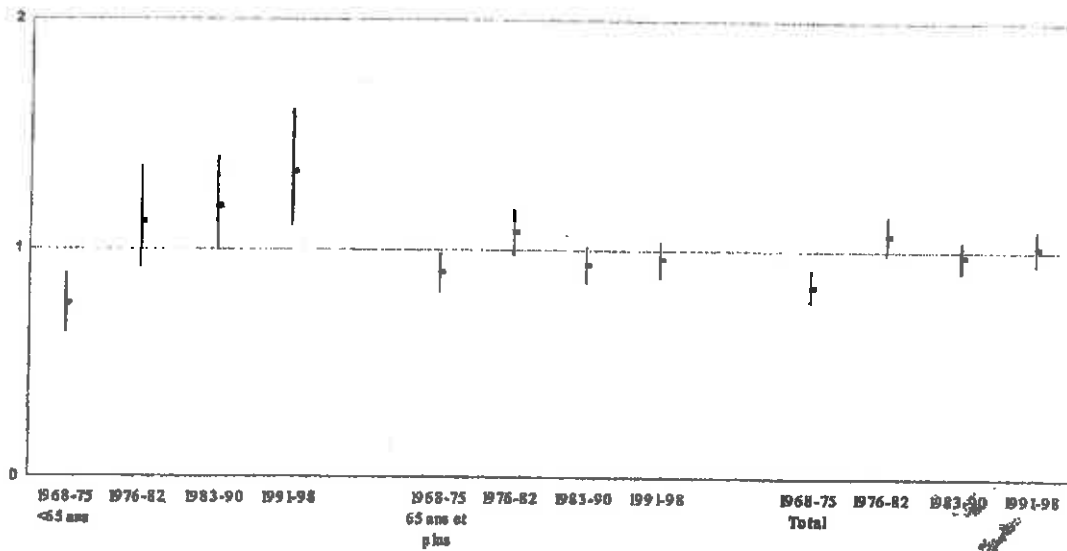
Ces graphes mettent en évidence l'évolution de la mortalité au cours du temps. Ainsi, pour la mortalité toutes causes hors causes accidentelles, on observe une augmentation de la mortalité au cours du temps et cela quelle que soit la zone non exposée choisie. Cette augmentation est surtout visible dans le groupe d'âge des moins de 65 ans. Concernant les cancers, on observe la même tendance chez les moins de 65 ans. Lorsque l'on considère la population tous âges, cette tendance est toujours visible mais dans une moindre proportion.



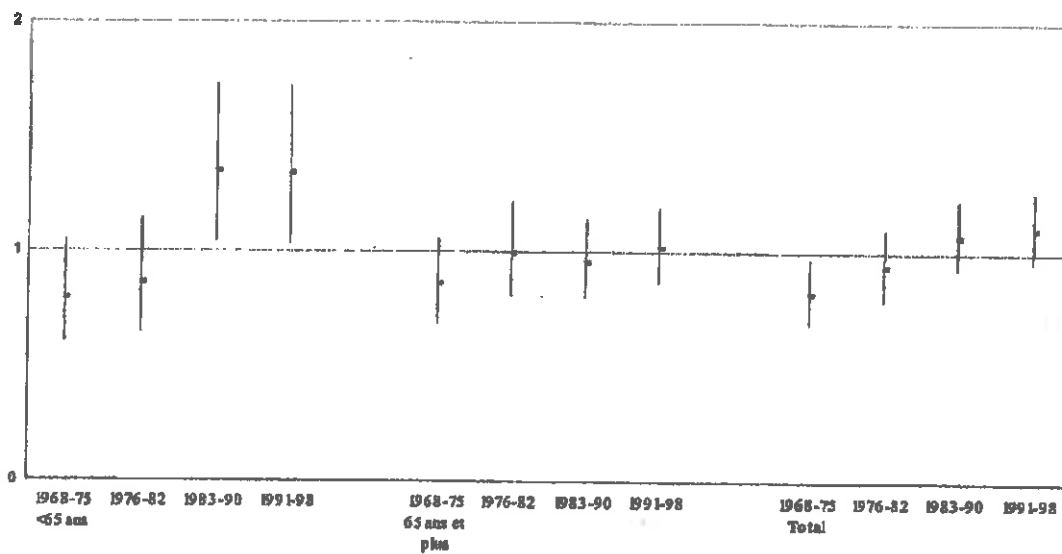


**Figure 4 - Comparaison chez les hommes et les femmes de la mortalité dans la zone exposée à la mortalité dans la zone non exposée n°1**

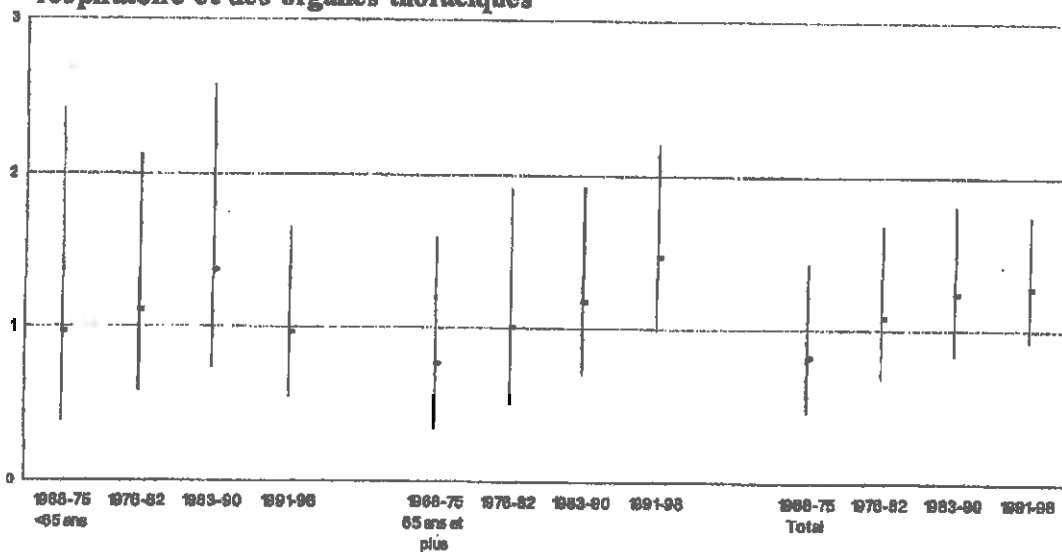
**Toutes causes hors causes accidentelles**



**Tous cancers**



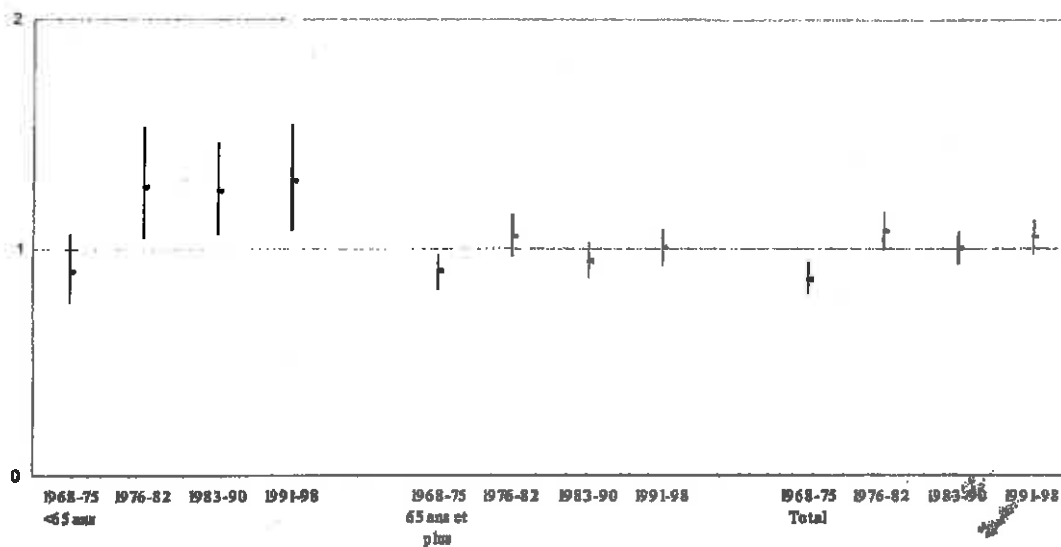
**Cancers de la trachée des bronches du poumon et d'autres parties de l'appareil respiratoire et des organes thoraciques**



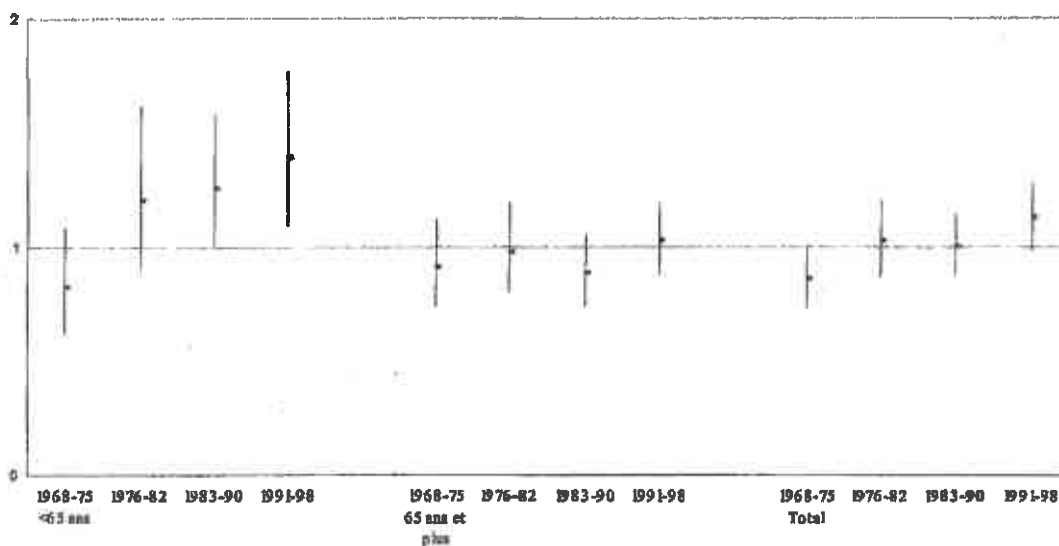


**Figure 5 - Comparaison chez les hommes et les femmes de la mortalité dans la zone exposée à la mortalité dans la zone non exposée n°2**

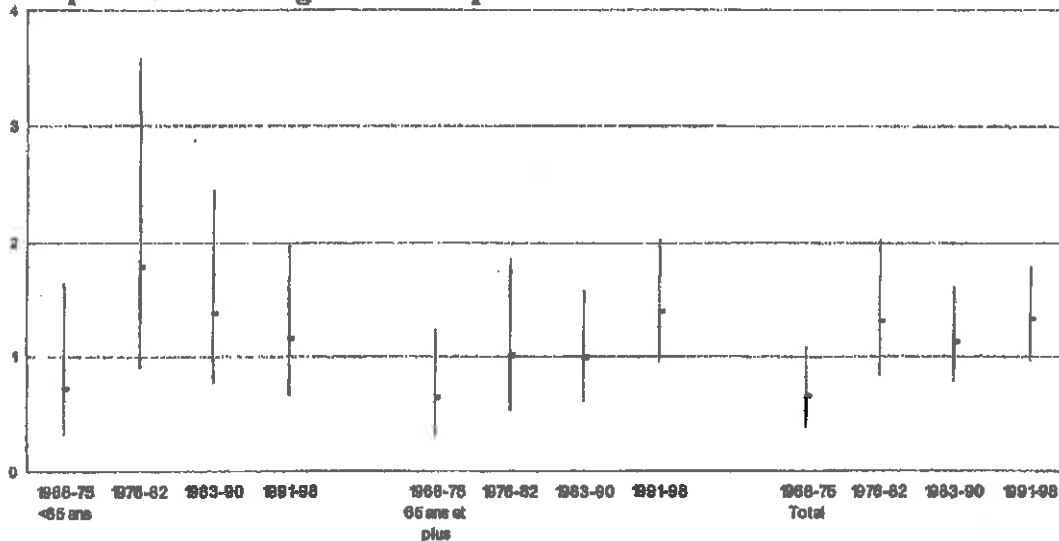
**Toutes causes hors causes accidentelles**



**Tous cancers**



**Cancers de la trachée des bronches du poumon et d'autres parties de l'appareil respiratoire et des organes thoraciques**





## 6 Discussion

Bien que la région étudiée présente une sous-mortalité par rapport au reste de l'Aquitaine, l'étude de la mortalité met en évidence une surmortalité dans la zone définie comme exposée la plus proche de l'usine de Lacq par rapport à des zones plus éloignées.

Lorsqu'on s'intéresse à l'évolution de la mortalité au cours du temps, on observe une augmentation de celle-ci de 1968 à 1998. Cette tendance est également retrouvée pour la mortalité tous cancers. Cette surmortalité est nette chez les moins de 65 ans pour lesquels les résultats sont significatifs et cela quel que soit le sexe.

La méthode employée pour cette étude a permis de limiter certains biais. Tout d'abord la zone exposée a été définie par la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) à partir de données et des connaissances sur les risques industriels potentiels. Les zones non-exposées ont été ensuite définies en fonction de cercles concentriques centrés sur la zone exposée.

La standardisation indirecte a également permis de limiter les biais liés à l'âge et au sexe. En effet, ces derniers sont directement associés à la mortalité, donc en ajustant sur l'âge et le sexe, nous avons supprimé leurs effets sur les résultats. Les résultats peuvent cependant être influencés par l'exposition professionnelle, en effet de nombreux résidents de la zone exposée travaillent dans cette zone. Il est donc difficile, avec notre méthodologie, de différencier les effets liés à l'exposition professionnelle ou environnementale.

Néanmoins, aucun lien de causalité directe entre la présence de l'usine et la surmortalité ne peut être établi au vu de ces seuls résultats. Ceux-ci peuvent traduire aussi bien une élévation du risque de mortalité à la zone considérée qu'une baisse dans les zones voisines. Ce schéma d'étude écologique géographique permet simplement de soulever des hypothèses permettant de justifier la mise en place des études épidémiologiques analytiques. Ces dernières, réalisées à partir non plus de données groupées mais de données individuelles peuvent le cas échéant, argumenter la réalité de l'association entre la pollution industrielle et la mortalité de la population.

## 7 Conclusion

Compte tenu des connaissances scientifiques toxicologiques et épidémiologiques sur le dioxyde de soufre, la présente étude sur la population autour du site industriel de Lacq soulève la question d'une possible relation entre cette activité industrielle et l'évolution de la mortalité. Elle suscite des interrogations sur un possible impact sanitaire des polluants émis par cette industrie. Néanmoins, ce travail ne permet pas de conclure sur l'origine professionnelle ou environnementale de l'impact sanitaire lié au soufre.



## Bibliographie

1. *Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Journal Officiel de la République Française 1er janvier 1997.*
2. *Direction Générale de la Santé (DGS). Circulaire DGS/VS n°98-189 du 24 mars 1998 relative aux aspects sanitaires des plans régionaux de la qualité de l'air. Ministère de l'emploi et de la solidarité 24 mars 1998.*
3. *Décret n°98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de la qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites. Journal Officiel de la République Française .*
4. *Société Française de Santé Publique. La pollution atmosphérique d'origine automobile et la santé publique, mai 1996.*
5. *ADEME. La pollution atmosphérique et ses effets sur la santé. Etat des connaissances, interrogations et propositions. Paris, 1995.*
6. *Logan W. Mortality in the London fog incident. Lancet 1953;1:336-8.*
7. *Schwartz J. Air pollution and daily mortality: a review and metaanalysis. Envir Res 1994;64:36-52.*
8. *O.M.S. La pollution de l'air. Genève, 1963.*
9. *Derriennic F, Riuchardson S, Mollie A, Lellouch J. Short-term effects of sulfur dioxide pollution and mortality in two french cities. Int J Epidemiol 1988;18:186-97.*
10. *Institut de Veille Sanitaire. Surveillance épidémiologique Air & Santé: Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. 1999:148 pages.*
11. *Zmirou D, Schwartz J, Saez M, et al. Time-series analysis of air pollution and cause-specific mortality. Epidemiol 1998;9:495-503.*
12. *Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, et al. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 european cities: results from time series data from the APHEA project. BMJ 1997;314:1658-63.*
13. *PAARC, Groupe coopératif. Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques ou à répétition. Méthodes et matériel. Bull Europ Physiopath Resp 1982;18:87-99.*
14. *PAARC, Groupe Coopératif. Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques ou à répétition, résultats et discussion. Bull Europ Physiopath Resp 1982;18:101-16.*
15. *Baldi I, Tessier JF, Kauffman F, et al. Prevalence of asthma and means levels of air pollution : results from the french PAARC survey. Eur Respir J 1999;14:132-138.*
16. *Baldi I, Roussillon C, Filleul L. Effect of air pollution on long-term mortality : description of mortality rates in relation to pollutants levels in the French PAARC study. Eur Respir J 1999;24 (suppl 30):s392.*
17. *Dockery DW, Pope III CA, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. N Eng J Med 1993;329:1753-9.*





18. Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:669-79.
19. Beeson WL, Abbey DE, Knutsen SF. Long-term concentrations of ambient air pollutants and incident lung cancer in California adults: results from the AHSMOG study. *Environ Health Perspect* 1998;106:813-22.
20. Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, et al. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:373-382.
21. Dolk H, Thakrar B, Walls P, et al. Mortality among residents near cokeworks in Great Britain. *Occup Environ Med* 1999;56:34-40.
22. Bhopal RS, Phillimore PR, Moffatt S, Foy C. Is living near a coking works harmful to health? A study of industrial air pollution. *J Epidemiol Community Health* 1994;48:237-47.
23. Bhopal RS, Moffatt S, Pless-Mulloli T, et al. Does living near a constellation of petrochemical, steel, and other industries impair health? *Occup Environ Med* 1998;55:812-22.
24. Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F, Ancona C, Dell'Orco V, Perucci CA. Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. *Occup Environ Med* 1998;55:611-5.
25. Dabis F, Drucker J, Moren A. *Epidémiologie d'intervention*. Paris, 1992.
26. Breslow NE, Day NE. Volume II - *The design and analysis of cohort studies*. Lyon: IARC scientific publications n°82, 1987.



## Annexes

### Annexe 1 - La liste des communes (nom et code INSEE) de la zone d'étude ainsi que la population par commune au recensement de 1990

Commune	Code INSEE	Population
<b>Zone exposée</b>	<b>TOTAL</b>	<b>22723</b>
ABIDOS	64003	188
ABOS	64005	479
ARGAGNON	64042	697
ARTHEZ-DE-BEARN	64057	1642
ARTIX	64061	3038
BESINGRAND	64117	102
DENGUIN	64198	1322
LABASTIDE-CEZERACQ	64288	403
LABASTIDE-MONREJEAU	64290	305
LACQ	64300	658
LAGOR	64301	1297
LAHOURCADE	64306	725
MASLACQ	64367	738
MONT	64396	818
MOURENX	64410	7462
NOGUERES	64418	160
OS-MARSILLON	64431	434
PARBAYSE	64442	219
PARDIES	64443	1029
SERRES-SAINTE-MARIE	64521	456
TARSACQ	64535	343
URDES	64541	208



**Annexe 1 - La liste des communes (nom et code INSEE) de la zone d'étude ainsi que la population par commune au recensement de 1990 (SUITE)**

Commune	Code INSEE	Population	Commune	Code INSEE	Population
Zone non exposée n°1			Zone non exposée n°2		
TOTAL	22507		TOTAL	29081	
ARBUS	64037	963	AREN	64039	185
ARNOS	64048	68	AUBIN	64073	191
ARTIGUELOUVE	64060	900	AUDAUX	64075	202
AUBERTIN	64072	610	BASTANES	64099	105
AUSSEVIELLE	64080	406	BOUILLON	64143	93
BALANSUN	64088	209	BUGNEIN	64149	236
BEYRIE-EN-BEARN	64121	82	CASTEIDE-CANAU	64172	185
BIRON	64131	523	CASTETBON	64176	162
BOUGARBER	64142	600	CAUBIOS-LOOS	64183	340
BOUMOURT	64144	125	DOGNEN	64201	209
CARDESSE	64165	289	ESTIALESCQ	64219	224
CASTEIDE-CAMI	64171	159	ESTOS	64220	389
CASTETIS	64177	600	GEUS-D'ARZACQ	64243	129
CASTETNER	64179	151	GOES	64245	574
CASTILLON(CANTON D'ARTHEZ-DE-BEARN)	64181	226	JASSES	64281	144
CESCAU	64184	358	LAA-MONDRANS	64286	455
CUQUERON	64197	194	LABEYRIE	64295	82
DOAZON	64200	146	LACADEE	64296	110
HAGETAUBIN	64254	439	LARREULE	64318	160
LACOMMANDE	64299	202	LASSEUBE	64324	1503
LAROIN	64315	805	LAY-LAMIDOU	64326	117
LESCAR	64335	5798	LEDEUX	64328	1087
LOUBIENG	64349	434	LONS	64348	9257
LUCQ-DE-BEARN	64359	933	MAZEROLLES	64374	643
MESPLEDE	64382	358	MERITEIN	64381	258
MONEIN	64393	4036	MOMAS	64387	374
POEY-DE-LESCAR (*)	64448	1309	MONTARDON	64399	1428
POMPS	64450	172	MORLANNE	64406	389
SARPOURENX	64505	220	NAVARENX	64416	1040
SAUVELADE	64512	213	OGENNE-CAMPTORT	64420	220
SIROS (*)	64525	470	OZENX-MONTESTRUCQ	64440	377
VIELLENAVE-D'ARTHEZ	64554	157	POEY-D'OLORON	64449	172
VIELLESEGURE	64556	352	PRECHACQ-NAVARENX	64459	159
			SAINT-FAUST	64478	659
			SAINT-MEDARD	64491	196
			SALLESPISSE	64501	573
			SAUCEDE	64508	130
			SAULT-DE-NAVAILLES	64510	794
			SAUVAGNON	64511	1962
			SERRES-CASTET	64519	2430
			UZAN	64548	156
			UZEIN	64549	739
			VERDETS	64551	243

**Annexe 2 - Tabulated values of 95% confidence limit factors for estimating a Poisson-distributed variable\***

Observed number on which estimate is based	Lower limit factor (L)	Upper limit factor (U)	Observed number on which estimate is based	Lower limit factor (L)	Upper limit factor (U)	Observed number on which estimate is based	Lower limit factor (L)	Upper limit factor (U)
1	0,0253	5,57	21	0,619	1,53	120	0,833	1,200
2	0,121	3,61	22	0,627	1,51	140	0,844	1,184
3	0,206	2,92	23	0,634	1,50	160	0,854	1,171
4	0,272	2,56	24	0,641	1,48	180	0,862	1,160
5	0,324	2,33	25	0,647	1,48	200	0,868	1,151
6	0,367	2,18	26	0,653	1,47	250	0,882	1,134
7	0,401	2,06	27	0,659	1,46	300	0,892	1,121
8	0,431	1,97	28	0,665	1,45	350	0,899	1,112
9	0,458	1,90	29	0,670	1,44	400	0,906	1,104
10	0,480	1,84	30	0,675	1,43	450	0,911	1,098
11	0,499	1,79	35	0,697	1,39	500	0,915	1,093
12	0,517	1,75	40	0,714	1,36	600	0,922	1,084
13	0,532	1,71	45	0,729	1,34	700	0,928	1,078
14	0,546	1,68	50	0,742	1,32	800	0,932	1,072
15	0,560	1,65	60	0,770	1,30	900	0,936	1,068
16	0,572	1,62	70	0,785	1,27	1000	0,939	1,064
17	0,583	1,60	80	0,798	1,25			
18	0,593	1,58	90	0,809	1,24			
19	0,602	1,56	100	0,818	1,22			
20	0,611	1,54						

\*From Heanszel *et al.* (1962)

**Annexe 3 - Nombres de décès observés et nombre de décès pour la mortalité toutes causes hors causes accidentelles attendus de 1968 à 1998 au sein de la région d'étude**

Période	Age	Sexe	Zone E		Zone NE n°1		Zone NE n°2	
			O*	A†	O*	A†	O*	A†
1968-75	Moins de 65 ans	<i>Hommes</i>	199	317,7	183	219,6	163	230,8
		<i>Femmes</i>	111	166,4	100	111,6	87	119,2
	65 ans et plus	<i>Hommes</i>	404	462,5	504	559,6	594	648,7
		<i>Femmes</i>	441	517,1	552	531,2	625	610,7
1976-82	Moins de 65 ans	<i>Hommes</i>	176	225,9	124	183,5	138	230,9
		<i>Femmes</i>	83	103,5	64	83,5	73	108,5
	65 ans et plus	<i>Hommes</i>	411	402,6	493	519,9	576	606,4
		<i>Femmes</i>	424	438,2	439	484,6	538	571,0
1983-90	Moins de 65 ans	<i>Hommes</i>	198	231,6	178	227,7	219	295,7
		<i>Femmes</i>	109	103,2	76	98,6	102	132,4
	65 ans et plus	<i>Hommes</i>	459	520,0	605	610,0	713	656,7
		<i>Femmes</i>	527	520,8	606	576,6	626	672,7
1991-98	Moins de 65 ans	<i>Hommes</i>	158	195,5	138	223,8	181	285,7
		<i>Femmes</i>	90	88,6	74	99,6	100	129,4
	65 ans et plus	<i>Hommes</i>	527	654,8	619	722,8	668	801,6
		<i>Femmes</i>	552	629,1	581	636,4	669	781,0

\* Nombre de décès observés

† Nombre de décès attendus



### Annexe 4 - Nombres de décès observés et nombre de décès attendus par causes spécifiques de 1968 à 1998 au sein de la région d'étude

Période	Age	Sexe	Cancers			Cancers respiratoires			Pathologies circulatoires			Pathologies respiratoires														
			Zone B	Zone NE n°1	Zone NE n°2	Zone E	Zone NE n°1	Zone NE n°2	Zone E	Zone NE n°1	Zone NE n°2	Zone E	Zone NE n°1	Zone NE n°2												
1968-75	Moins de 65 ans	Hommes	O* 69	A† 105,0	O* 63	A† 72,6	O* 64	A† 76,3	O* 14	A† 20,5	O* 10	A† 14,2	O* 13	A† 14,9	O* 57	A† 91,3	O* 46	A† 63,1	O* 44	A† 66,4	O* 13	A† 14,6	O* 15	A† 10,1	O* 11	A† 10,6
		Femmes	O* 47	A† 62,8	O* 37	A† 42,1	O* 38	A† 45,0	O* 0	A† 2,6	O* 1	A† 1,9	O* 19	A† 35,8	O* 23	A† 24,0	O* 23	A† 25,6	O* 4	A† 6,4	O* 7	A† 4,3	O* 7	A† 4,3	O* 6	A† 4,6
		Hommes	O* 86	A† 104,9	O* 113	A† 126,9	O* 135	A† 147,1	O* 12	A† 15,7	O* 14	A† 19,0	O* 25	A† 22,0	O* 182	A† 215,9	O* 226	A† 261,2	O* 290	A† 302,8	O* 43	A† 37,6	O* 58	A† 45,5	O* 53	A† 52,7
1976-82	Moins de 65 ans	Femmes	O* 73	A† 84,9	O* 97	A† 87,3	O* 93	A† 100,3	O* 1	A† 3,5	O* 3	A† 4,2	O* 242	A† 266,9	O* 303	A† 274,2	O* 365	A† 315,3	O* 39	A† 37,8	O* 52	A† 38,8	O* 52	A† 38,8	O* 40	A† 44,6
		Hommes	O* 71	A† 87,5	O* 61	A† 71,0	O* 56	A† 89,4	O* 25	A† 21,8	O* 16	A† 17,7	O* 15	A† 22,3	O* 55	A† 63,5	O* 29	A† 51,6	O* 25	A† 64,9	O* 10	A† 8,3	O* 4	A† 6,7	O* 5	A† 8,5
		Femmes	O* 33	A† 46,2	O* 37	A† 37,3	O* 33	A† 48,4	O* 1	A† 2,3	O* 3	A† 1,9	O* 0	A† 2,4	O* 14	A† 19,7	O* 9	A† 15,9	O* 16	A† 20,6	O* 1	A† 3,0	O* 2	A† 2,4	O* 1	A† 3,1
1983-90	Moins de 65 ans	Hommes	O* 106	A† 103,9	O* 127	A† 134,2	O* 158	A† 156,5	O* 19	A† 19,1	O* 21	A† 24,7	O* 26	A† 28,8	O* 173	A† 181,1	O* 223	A† 233,9	O* 270	A† 272,8	O* 41	A† 30,7	O* 43	A† 39,6	O* 36	A† 46,2
		Femmes	O* 66	A† 75,8	O* 84	A† 83,8	O* 92	A† 98,7	O* 0	A† 3,4	O* 3	A† 3,8	O* 2	A† 4,5	O* 225	A† 226,3	O* 227	A† 250,3	O* 297	A† 294,9	O* 26	A† 27,0	O* 23	A† 29,9	O* 32	A† 35,2
		Hommes	O* 94	A† 99,1	O* 72	A† 97,5	O* 91	A† 126,6	O* 25	A† 28,8	O* 18	A† 28,3	O* 22	A† 36,8	O* 43	A† 60,8	O* 52	A† 59,8	O* 64	A† 77,7	O* 5	A† 7,8	O* 8	A† 7,7	O* 8	A† 10,0
1991-98	Moins de 65 ans	Femmes	O* 56	A† 50,1	O* 37	A† 47,8	O* 62	A† 64,2	O* 3	A† 3,1	O* 2	A† 2,9	O* 4	A† 3,9	O* 18	A† 18,0	O* 15	A† 17,2	O* 16	A† 23,1	O* 3	A† 3,6	O* 3	A† 3,4	O* 5	A† 4,6
		Hommes	O* 132	A† 149,7	O* 178	A† 175,6	O* 216	A† 189,0	O* 32	A† 31,1	O* 33	A† 36,5	O* 39	A† 39,3	O* 184	A† 217,4	O* 234	A† 255,0	O* 298	A† 274,5	O* 43	A† 42,0	O* 59	A† 49,2	O* 70	A† 53,0
		Femmes	O* 98	A† 94,2	O* 99	A† 104,3	O* 116	A† 121,7	O* 3	A† 5,1	O* 2	A† 5,6	O* 6	A† 6,5	O* 259	A† 252,5	O* 309	A† 279,5	O* 315	A† 326,1	O* 28	A† 33,3	O* 45	A† 36,9	O* 40	A† 43,1
1991-98	65 ans et plus	Hommes	O* 84	A† 87,8	O* 71	A† 100,5	O* 86	A† 128,3	O* 23	A† 30,4	O* 26	A† 34,9	O* 26	A† 44,5	O* 27	A† 43,8	O* 31	A† 50,2	O* 41	A† 64,1	O* 6	A† 6,7	O* 3	A† 7,7	O* 2	A† 9,8
		Femmes	O* 53	A† 46,5	O* 46	A† 52,3	O* 58	A† 68,0	O* 4	A† 4,3	O* 6	A† 4,9	O* 8	A† 6,3	O* 15	A† 13,1	O* 9	A† 14,8	O* 11	A† 19,2	O* 4	A† 3,2	O* 2	A† 3,5	O* 4	A† 4,6
		Hommes	O* 185	A† 204,9	O* 210	A† 226,2	O* 216	A† 250,8	O* 56	A† 46,2	O* 44	A† 51,0	O* 44	A† 56,6	O* 181	A† 251,0	O* 220	A† 277,1	O* 250	A† 307,3	O* 60	A† 61,1	O* 68	A† 67,5	O* 79	A† 74,9
* Nombre de décès observés	† Nombre de décès attendus	Femmes	O* 109	A† 123,5	O* 99	A† 124,9	O* 138	A† 153,3	O* 6	A† 7,6	O* 2	A† 7,7	O* 11	A† 9,4	O* 223	A† 278,7	O* 263	A† 281,9	O* 308	A† 345,9	O* 60	A† 49,8	O* 55	A† 50,4	O* 54	A† 61,8