

Signalement de cancers pulmonaires parmi le personnel d'une compagnie d'autobus à Bordeaux, 2004-2005



Ddass de Gironde
Cire Aquitaine



Résumé p. **2**

1 Contexte et signalement p. **3**

2 Méthodologie p. **4**

2.1 | Démarche d'investigation des agrégats spatio-temporels p. 4

2.2 | Création d'un comité de suivi p. 4

2.3 | Communication p. 4

3 Résultats p. **5**

3.1 | **Étape n°1 : évaluation sommaire du signalement** p. 5

3.1.1 | Volet sanitaire p. 5

3.1.2 | Volet environnemental p. 9

3.1.3 | Conclusions de la première étape p. 10

3.2 | **Étape n°2 : validation des cas et de l'exposition environnementale** p. 10

3.2.1 | Volet sanitaire : validation des cas p. 10

3.2.2 | Volet environnemental : validation de l'exposition suspectée p. 12

3.2.3 | Conclusion de la deuxième étape p. 14

4 Recommandations p. **15**

Références p. **16**

Annexes p. **18**

Signalement de cancers pulmonaires parmi le personnel d'une compagnie d'autobus à Bordeaux, 2004-2005

Institutions et personnes ayant participé à l'étude :

- **Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire Aquitaine) :**
Dorothée Provost
Christine Castor
Laurent Filleul
- **AHI- Santé en entreprise (association de médecine du travail de Gironde) :**
Docteur Michèle Domecq
- **Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) de Gironde, service santé environnement :**
Nadine Astarie

Remerciements :

- à Stéphanie Vandentorren, Philippe Germonneau et Anne Etchevers du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire (InVS) pour leur appui méthodologique et scientifique ;
- à Catherine Buisson du Département santé travail de l'Institut de veille sanitaire pour son appui méthodologique et scientifique ;
- à la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (Drire) d'Aquitaine et à la préfecture de la Gironde qui nous ont fourni, pour la zone d'étude, la liste des activités relevant des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et celles classées Seveso ;
- à l'Institut européen de l'environnement de Bordeaux (IEEB) et Airaq qui nous ont fourni les données sur la qualité de l'air ;
- au Docteur Catherine Dalm de la Direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle d'Aquitaine (DRTEFP) pour sa participation au comité de suivi de cette étude.

Résumé

Contexte : en juin 2004, la Cire Aquitaine a été saisie par un médecin du travail, inquiet du nombre important de cas de cancers et plus particulièrement de cancers pulmonaires touchant des personnes travaillant au sein d'une compagnie d'autobus bordelaise depuis ces sept dernières années. En collaboration avec la médecine du travail et le service santé environnement de la Ddass, la Cire a mené une investigation afin de vérifier l'éventualité d'un excès de cas de cancers et l'existence d'un facteur de risque environnemental et/ou professionnel commun, pouvant expliquer ce regroupement de cas.

Méthode : la démarche adoptée s'appuie sur le guide méthodologique élaboré par l'Institut de veille sanitaire pour l'évaluation et la prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses. Cette démarche pragmatique déroule l'enquête selon un arbre décisionnel comprenant plusieurs étapes. Sur la base des données sanitaires et environnementales recueillies, il est alors décidé de la poursuite ou non de l'investigation.

Résultats : au total, 6 cas de cancers primitifs pulmonaires de même type histologique (adénocarcinome) ont été retrouvés chez le personnel de cette entreprise de 293 salariés. Parmi ces cas, 4 étaient chauffeurs de bus. L'ensemble des cas de cancer pulmonaire avait une consommation tabagique actuelle ou passée importante avec plus de 20 cigarettes en moyenne par jour sur une durée moyenne de 31 ans. Si la médiane de l'âge au moment du diagnostic était plus faible que celle retrouvée

en population générale (52 ans *versus* 67 ans), le calcul du ratio standardisé d'incidence (SIR) n'a pas permis de mettre en évidence un excès de survenue de cancer et plus spécifiquement de cancer pulmonaire dans cette population de travailleurs par rapport aux références nationales. Les investigations environnementales ont révélé que les salariés de cette entreprise étaient soumis à un environnement professionnel globalement défavorable, notamment en ce qui concerne l'exposition à la pollution atmosphérique. Cette exposition est très certainement, comme le confirme la littérature, plus importante chez les chauffeurs de bus. Néanmoins, la part attribuable des expositions environnementales et professionnelles dans la survenue d'un cancer pulmonaire reste sans conteste très modeste par rapport à celle liée au tabagisme.

Discussion - conclusion : l'évaluation de l'exposition des chauffeurs à la pollution atmosphérique et plus particulièrement aux particules diesel étant insuffisamment renseignée, des prélèvements d'air supplémentaires pourraient être réalisés. Par ailleurs, une surveillance de tous les cas de cancers incidents doit être poursuivie en veillant à bien colliger les données socio-démographiques, indispensables à la mise en place de toutes études épidémiologiques. Enfin, le facteur d'exposition le plus évident étant le tabagisme, il serait certainement opportun d'envisager des actions de prévention adaptées auprès des salariés de l'entreprise.

En juin 2004, la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Aquitaine a été saisie par un médecin du travail (AHI-Santé en entreprise), s'interrogeant sur un nombre important de cas de cancers, et plus particulièrement de cancers du poumon touchant des personnes travaillant au sein d'une compagnie d'autobus bordelaise, depuis ces sept dernières années. Les questions soulevées par le médecin du travail étaient les suivantes : ces pathologies représentent-elles un excès de cas ? Existe-t-il une relation entre les pathologies rapportées et une éventuelle exposition à un polluant présent dans l'environnement liée à l'activité professionnelle des salariés de l'entreprise ?

En 2000, plusieurs chauffeurs avaient déjà signalé au médecin du travail des problèmes d'irritation des voies respiratoires. Une évaluation de la pollution au poste de conduite d'un bus sur une ligne urbaine avait alors été réalisée. Celle-ci n'avait pas montré de dépassement des valeurs limites d'exposition. Seul un pic au monoxyde de carbone (CO) de courte durée avait été observé.

Les salariés commençaient à s'inquiéter de cette situation et le médecin du travail avait déjà été consulté à plusieurs reprises, par le Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).

En collaboration étroite avec le médecin du travail, la Cire a décidé de mettre en place une investigation portant sur un possible agrégat spatio-temporel de cancer en milieu professionnel.

Les objectifs de cette investigation étaient les suivants :

- confirmer ou infirmer l'existence d'un excès de cas de cancers et plus précisément de cancer pulmonaire parmi le personnel en activité dans l'entreprise de transports en commun sur une période déterminée ;
- vérifier la présence ou non d'un facteur de risque environnemental et/ou professionnel, commun à ces cas.

2 Méthodologie

2.1 | Démarche d'investigation des agrégats spatio-temporels

La démarche adoptée s'appuie sur un guide méthodologique réalisé par l'InVS cadrant les investigations de suspicion d'agrégat [1]. Celui-ci propose de dérouler l'enquête selon un arbre décisionnel (annexe 1) comprenant plusieurs étapes successives :

- la première étape a pour but d'évaluer le signal par le recueil des informations sanitaires et environnementales de base (description des cas et du contexte environnemental, connaissances épidémiologiques) ;
- la deuxième étape doit, quant à elle, affiner ces données sanitaires et environnementales de base par une première définition de cas, une validation des diagnostics, une description plus précise des antécédents d'exposition à des facteurs de risque connus ou suspectés et une validation des expositions environnementales (identification des contaminants potentiels et des modalités d'exposition) ;
- la troisième étape repose sur une enquête descriptive plus approfondie avec notamment une révision de la définition de cas (classes d'âge concernées, zone géographique et période d'étude), une recherche exhaustive des cas,

une confirmation de l'excès de cas et une évaluation de l'impact environnemental sur la santé des populations (évaluation quantitative des risques) ;

- des compléments épidémiologiques peuvent être nécessaires et demander la réalisation d'une enquête étiologique ou la mise en place d'un système de surveillance épidémiologique.

Sur la base des informations recueillies à chaque étape, il est décidé de la poursuite ou non de l'investigation.

D'une manière plus globale, la conduite à tenir dépend de l'information apportée par :

- les premières données sanitaires constituant le signal : suggèrent-elles ou non la probabilité d'un excès de cas ?
- les données environnementales : l'exposition environnementale sur la zone d'étude se distingue-t-elle de "la norme" ?
- les relations toxicologiques : le lien entre l'exposition suspectée et l'apparition de la maladie est-il plausible ?

2.2 | Création d'un comité de suivi

Un comité de suivi composé du médecin du travail de l'AHI, de la Cire Aquitaine, de la Direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (DRTEFP), et du Service santé environnement de la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) de Gironde a été constitué. Celui-ci était chargé de recueillir

les éléments d'informations nécessaires et de valider les différentes étapes de l'investigation. Par ailleurs, le Département santé travail et le Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire (InVS) ont été informés de l'investigation par la Cire et sollicités pour un appui méthodologique et scientifique.

2.3 | Communication

La transmission des informations concernant l'état d'avancement du dossier auprès du CHSCT s'est faite par l'intermédiaire du médecin du travail. Par ailleurs, la Cire a présenté au CHSCT, en mars 2005, les différentes

étapes de la démarche d'investigation et les conclusions de la première étape. Les résultats définitifs de cette investigation ont été restitués auprès du médecin du travail et du CHSCT en septembre 2005.

3 Résultats

Les résultats de cette investigation seront présentés conformément au déroulement chronologique des différentes étapes de l'investigation.

3.1 | Étape n°1 : évaluation sommaire du signalement

Cette première étape a pour objectif de déterminer, à partir des premières données sanitaires et environnementales, si une situation d'agrégat spatio-temporel est plausible.

3.1.1 | Volet sanitaire

3.1.1.1 | Description de l'agrégat

Les informations communiquées par le médecin du travail à la Cire Aquitaine faisaient état de :

- 12 cas de cancers, dont 6 pulmonaires, diagnostiqués entre 1986 et 2004 ;
- les cas concernaient 9 chauffeurs, 2 mécaniciens et 1 personnel administratif ;
- l'âge des cas au moment du diagnostic était compris entre 37 et 56 ans (médiane 51 ans), tous cancers confondus. Pour les cas ayant eu un cancer pulmonaire,

l'âge au moment du diagnostic variait de 37 à 56 ans (médiane 52 ans) ;

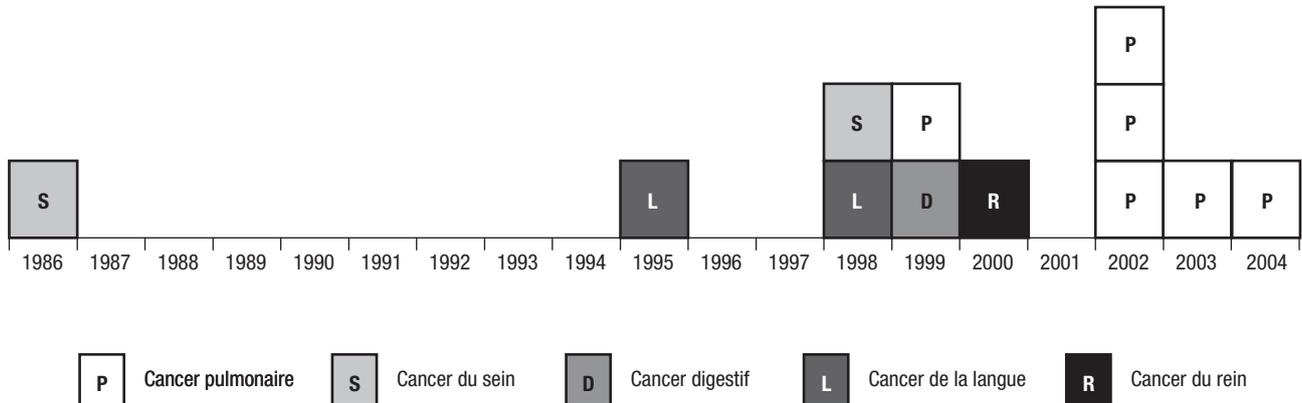
- parmi les cas signalés, 3 personnes étaient décédées ;
- la durée d'ancienneté dans l'entreprise par rapport à la date du diagnostic était en moyenne de 22 ans pour l'ensemble des cas. Pour les 6 cas de cancers pulmonaires, cette moyenne était de 25 ans.

Le tableau 1 présente la description des cas signalés.

Tableau 1 - Description des signalements de personnes atteintes d'un cancer au sein de l'entreprise

N°	Sexe	Année de naissance (âge au diagnostic)	Date d'embauche	Type de cancer	Année de diagnostic	Poste	Situation actuelle
1	F	1948 (38)	1977	Sein	1986	Chauffeur	En activité
2	F	1955 (43)	1993	Sein + récurrence	1998-2002	Chauffeur	Arrêt maladie
3	H	1945 (53)	1976	Langue, amygdales	1998	Chauffeur	Départ de l'entreprise en 2003 (inaptitude)
4	H	1945 (54)	1977	Digestif	1999	Chauffeur	Retraite fin 2003
5	H	1948 (52)	1966	Rein	2000	Chauffeur	En activité
6	H	1949 (53)	1977	Poumon	2002	Chauffeur	Décédé en 2004
7	F	1965 (37)	1990	Poumon	2002	Chauffeur	En activité
8	H	1947 (56)	1977	Poumon	2003	Chauffeur	En activité
9	H	1956 (47)	1979	Poumon	2004	Chauffeur	Arrêt maladie
10	H	1948 (47)	1977	Langue	1995	Mécanicien	Départ de l'entreprise en 1998 (inaptitude)
11	H	1948 (51)	1971	Poumon	1999	Mécanicien	Décédé en 2000
12	H	1948 (54)	1965	Poumon	2002	Administratif	Décédé en 2004

3.1.1.2 | Répartition temporelle des cas de cancers au sein de l'entreprise



3.1.1.3 | Données épidémiologiques sur le cancer en général et le cancer du poumon en particulier

Selon le rapport du réseau Francim : "Évolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000" [2], en 2000, le nombre de nouveaux cas de cancers en France a été estimé globalement à près de 280 000 dont 58 % chez l'homme et le nombre de décès à environ 150 000 dont 61 % chez l'homme. En terme d'incidence, quatre localisations ont été responsables chacune de plus de 25 000 cas en 2000 : il s'agit du cancer du sein (près de 42 000 cas), du cancer de la prostate (environ 40 000 cas), du cancer colorectal (36 000 cas) et du cancer du poumon (près de 28 000 cas). En terme de mortalité, quatre localisations sont responsables chacune de plus de 10 000 décès par an en France : il s'agit du cancer du poumon (27 000 cas), du cancer colorectal (16 000 cas), du cancer du sein (environ 12 000 cas) et du cancer de la prostate (10 000 cas).

Les données épidémiologiques concernant le cancer du poumon en France (cancer le plus représenté dans cette investigation) précisent que l'âge médian lors du diagnostic est de 67 ans chez l'homme et de 68 ans chez la femme. Le taux d'incidence annuel atteint son maximum chez l'homme à l'âge de 70 ans avec une valeur estimée de 375,7 pour 100 000 et chez la femme à l'âge de 75 ans avec une valeur de 52,9 pour 100 000. Alors que l'incidence décroît après 75 ans aussi bien chez l'homme que chez la femme, la mortalité, quant à elle, continue d'augmenter [2]. L'incidence estimée par âge et par sexe est présentée en annexe 2.

3.1.1.4 | Données bibliographiques

Facteurs de risque du cancer du poumon

Parmi les facteurs de risque du cancer pulmonaire, le rôle du tabac n'est plus à démontrer. Celui-ci est responsable de plus de 80 % des cancers pulmonaires [2]. À l'origine de ces cancers, d'autres facteurs de risques ont pu être identifiés, notamment dans le secteur professionnel. En effet, un excès de cancer broncho-pulmonaire

professionnel a été rapporté par certains auteurs, pour des agents classés par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) comme cancérigènes certains (classe 1) ou probables (classe 2A) (voir tableau 2) [3, 4]. Par ailleurs, des facteurs environnementaux et notamment la pollution atmosphérique sont également incriminés et viennent majorer les risques (voir paragraphe suivant) [5].

Tableau 2 - Agents cancérigènes certains ou probables du cancer broncho-pulmonaire professionnel

Agents	Classe Circ
Amiante	1
Arsenic et dérivés	1
Béryllium et dérivés	1
Bis-chlorométhylether (BCME)	1
Chlorométhylméthylether (CMME)	1
Cadmium et dérivés	1
Chlorure de vinyle	1
Dérivés chlorés du toluène et chlorure de benzoyle	2A
Dérivés du chrome hexavalent	1
Formaldéhyde	2A*
Gaz moutarde	1
Dérivés du nickel	1
Radon et produits de filiation	1
Silice cristalline	1
Talc contenant des fibres asbestiformes	1
2,3,7,8-tetrachlorodibenzo(para)dioxine (2,3,7,8 TCDD)	1

Source : IARC 1999 [4].

* Depuis juin 2004, passage de la classe 2A à la classe 1.

Pollution atmosphérique d'origine automobile et effets sur la santé

La recherche de la littérature s'est plus particulièrement intéressée aux effets cancérigènes d'une exposition au long cours à la pollution extérieure d'origine automobile. Dans un rapport de la Société française de santé publique sur la pollution d'origine automobile et la santé publique, les principaux polluants atmosphériques émis par les véhicules ont été définis comme étant les suivants :

- le dioxyde de carbone (CO₂) produit par l'oxydation du carbone des carburants ;
- le monoxyde de carbone (CO) provenant d'une combustion incomplète du carburant ;
- les oxydes d'azote (NO_x) formés à haute température par oxydation de l'azote de l'air, principalement monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO₂) ;
- les particules résultant d'une part d'une combustion incomplète (notamment par les véhicules diesel) du carburant-lubrifiant, et d'autre part de phénomènes d'usure et de frottement ;
- les composés organiques volatils (COV) comprenant des hydrocarbures (alcanes, alcènes, aromatiques monocycliques et notamment benzène et toluène...) et des composés oxygénés (aldéhydes, acides, cétones, éthers, ...). L'évaporation du carburant lors du remplissage

du réservoir et au niveau de l'alimentation des véhicules est également une source d'émission, notamment pour l'essence, plus volatile que le gazole ;

- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), tels que le benzo(a)pyrène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(g, h, i)pérylène et le benzo(a)anthracène. Ces composés lourds se retrouvent, pour certains, à la surface des particules, alors que les plus volatils, émis en moins grande quantité, sont présents dans la phase gazeuse ;
- le dioxyde de soufre (SO₂) formé à partir du soufre contenu dans le gazole ;
- les métaux (plomb notamment) présents initialement dans les huiles et les carburants.

En outre, CO, NO_x et COV évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet du rayonnement solaire, et sont à l'origine d'une pollution photochimique caractérisée par une production d'ozone et d'autres espèces dangereuses pour la santé et l'environnement [6].

L'ensemble de ces polluants atmosphériques n'a pas fait l'objet de travaux épidémiologiques, en effet, seuls quelques indicateurs ont été étudiés. Ces dernières années, les études épidémiologiques se sont multipliées dans le domaine de la pollution atmosphérique avec notamment de nombreux travaux portant sur les effets d'une exposition à court terme des polluants atmosphériques urbains sur

la santé. Concernant les pathologies chroniques, telles que les cancers pulmonaires qui relèvent davantage d'une exposition à long terme, les recherches se développent et les premiers résultats apparaissent. Ainsi, aux États-Unis, l'étude de l'American Cancer Society portant sur 500 000 personnes a mis en évidence une association significative entre une exposition à long terme aux particules fines et aux sulfates et la mortalité par cancer du poumon [7]. Toujours aux États-Unis, une étude menée dans une cohorte d'adventistes du 7^e jour a mis en évidence une association entre des concentrations élevées en ozone et la survenue de cancer pulmonaire [8]. Une étude des causes de mortalité au sein de cette cohorte rapporte qu'une exposition à des concentrations élevées (> 100 µg/m³) de particules fines était associée à un risque significatif (RR = 2,4 - IC 95 % [1,42-3,97]) de décéder suite à un cancer pulmonaire chez les hommes uniquement [9]. Plus récemment en Norvège, une association a été mise en évidence dans une cohorte de près de 16 000 hommes entre une exposition aux oxydes d'azotes et le risque de mortalité par cancer pulmonaire [10]. Cette association a été confirmée en 2005, par l'enquête PAARC, réalisée en France sur une population de près de 14 000 adultes [11]. Ces différentes études de cohorte portant sur les effets à long terme, bien que peu nombreuses au niveau international, montrent une certaine cohérence dans leurs résultats et argumentent ainsi le fait qu'une exposition

chronique à la pollution atmosphérique urbaine est associée à la survenue de cancer pulmonaire en population générale.

Les gaz d'échappements des moteurs de diesel comportent une phase gazeuse et une phase particulaire, les particules sont très fines et riches en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) adsorbés. Les expérimentations faites chez le rat ont montré la cancérogénicité de la phase particulaire pour le poumon. En 1989, le Circ a classé les gaz d'échappement diesel comme probablement cancérigènes pour l'homme [12]. Le tableau 3 synthétise les caractéristiques des principales enquêtes étudiant le rôle de l'exposition aux fumées de diesel dans la survenue du cancer pulmonaire chez les conducteurs professionnels. Les mesures de la force de cette association sont le plus souvent supérieures à 1 mais ces relations n'apparaissent pas toujours significatives au seuil de 5 %.

Par ailleurs, l'équipe de Lipsett a publié une méta-analyse reprenant 20 travaux épidémiologiques portant sur la relation entre les fumées de diesel et le cancer pulmonaire. Un excès de risque a été retrouvé dans ces études, prenant en compte ou non le tabac comme facteur de confusion (respectivement, RR=1,43 [1,31-1,57] et RR=1,25 [1,12-1,39]) [13]. Cette méta-analyse confirme celle publiée en 1998 par Bathia *et al.*, basée sur 23 études [14].

Tableau 3 - Principaux résultats des études portant sur la relation entre cancer pulmonaire et professions exposées aux émissions de diesel

Références	Type d'étude (CT : cas-témoins)	Nombre de sujets	Principaux résultats	Ajusté sur le tabac
Hayes <i>et al.</i> [15] (1989)	CT (Amérique du Nord)	C=2 291 T=2 570 (hommes)	OR=1,7 (0,8-3,4) pour les chauffeurs de bus (10 ans)	Oui
Paradis <i>et al.</i> [16] (1989)	Cohorte (Canada)	2 134 chauffeurs de bus	RR=0,92 (0,73-1,14)	-
Pfluger <i>et al.</i> [17] (1994)	CT (Europe)	-	OR=1,48 (1,30-1,68)	Oui
Jakobsson <i>et al.</i> [18] (1997)	Cohorte (Europe)	96 438 conducteurs professionnels	Résultats non significatifs pour les chauffeurs de bus	Oui
Hansen <i>et al.</i> [19] (1998)	CT (Europe)	C=2 251 T=2 251	OR=1,3 (1,2-1,5) pour les chauffeurs de bus et de camion	Oui
Soll-Johanning <i>et al.</i> [20] (1998)	CT (Europe)	C=153 T=606	OR=0,97 (0,96-0,99) pour les chauffeurs de bus	Oui
Soll-Johanning <i>et al.</i> [21] (1998)	Cohorte rétrospective (Europe)	18 174 chauffeurs de bus	RR=1,6 (1,5-1,8) pour les hommes RR=2,6 (1,5-4,3) pour les femmes (> 3 mois de travail)	Oui
Brüske-Hohfeld <i>et al.</i> [22] (1999)	CT (Europe)	C=3 498 T=3 541(hommes)	OR=1,44 (1,18-1,76) pour chauffeurs de bus, camions et taxis	Oui
Per Gustavsson <i>et al.</i> [23] (2000)	CT (Europe)	C=1 042 T=2 364	OR=1,63 (1,14-2,33) (dernier quartile d'exposition)	Oui
Menvielle <i>et al.</i> [24] (2003)	CT (Nouvelle Calédonie)	C=228 T=305 (hommes)	OR=2,7 (1,1-7,0) pour les chauffeurs de bus	Oui

3.1.2 | Volet environnemental

3.1.2.1 | Description sommaire de l'environnement

Au 1^{er} janvier 2005, le site de Bordeaux de l'entreprise de transports en commun comptait 293 salariés avec une majorité d'hommes, soit 73 %. Les chauffeurs représentaient 70 % des effectifs de l'entreprise. Cette compagnie de transports en commun assure essentiellement des lignes urbaines et interurbaines (voir "réseau Transgironde" en annexe 3) ainsi que du transport scolaire sur l'ensemble du département. Il existe cinq autres sites de cette compagnie sur la Gironde, dont les effectifs sont cependant bien moins importants.

Compte tenu de la latence du cancer pulmonaire (20 ans en moyenne), il était nécessaire de s'intéresser à l'historique de l'entreprise qui, depuis sa création, s'est implanté sur deux sites différents dans la ville de Bordeaux. Ainsi, de 1933 à 1991, l'entreprise se situait dans le centre ville de Bordeaux dans un quartier caractérisé par de nombreux

immeubles d'habitation et de commerces et par une circulation automobile dense. La gare routière était implantée dans une cour de 3 000 m² environ, entourée de bâtiments de deux étages, sur trois côtés. Elle fonctionnait sur deux niveaux avec 24 emplacements de bus dans la cour et 20 places de stockage dans le garage. De ce fait, l'entreprise était implantée dans un espace confiné et peu ventilé. À partir de 1991, l'entreprise a déménagé dans la zone péri-urbaine de Bordeaux. Actuellement, le site comprend un parking en plein air disposant de plus de 100 places où le plein de gazoil, le lavage extérieur et le nettoyage intérieur des véhicules sont réalisés. Ce site comprend également des locaux administratifs ainsi qu'un atelier de réparation situé à environ deux cents mètres de l'entreprise.

3.1.2.2 | Description des postes occupés par les salariés atteints de cancer dans l'entreprise

D'après les fiches de poste transmises par le médecin du travail, les mécaniciens bénéficient d'un espace de travail convenable (atelier de réparation du site actuel) où l'exposition au bruit est modérée. Cependant, il subsiste des retours des gaz d'échappement et des poussières non négligeables. L'employé administratif réalisait, quant à lui, un travail exclusivement de bureau. Pour les chauffeurs, la difficulté majeure semble être la conduite en ville car les situations stressantes sont récurrentes (voies étroites, stationnement anarchique, non respect du code de la route, insultes). À noter par ailleurs que ces derniers ont des plages horaires journalières de travail assez larges, entrecoupées de temps de pauses, prises sur le site même de l'entreprise.

Une identification des contaminants au sein de l'entreprise issue des fiches de données de sécurité a été réalisée. Celle-ci a permis de lister les produits utilisés avec leurs composés chimiques associés selon le poste de travail.

Chauffeur :

- produits odorants à diluer dans l'eau pour lavage du sol dans les cars (alcool, essence de parfum, mouillant) ;
- produits à sol (alcool, solvant minéral, parfums, mouillant tensio-actif) ;
- nettoyants de surfaces plastiques (1,2 propane diol, 1- méthoxy-2-propanol) ;

Mécanicien :

- huiles (lubrifiants, propane, butane, huile de synthèse et minérale) ;

- dégruppants (acétone, butane, propane) ;
- détergents dégraissants (hydroxyde de potassium, dérivés du glycol, solvant hydrocarbure aliphatique) ;
- produits d'étanchéité (hydroperoxyde de cumène) ;

Administratif :

D'après les fiches de sécurité, l'employé administratif n'était en contact avec aucun produit susceptible de générer des problèmes de santé.

Par ailleurs, une évaluation de l'exposition à la pollution au poste de conduite d'un bus de ligne urbaine a été réalisée en 2000. Le laboratoire de chimie appartenant à la Caisse régionale d'assurance maladie d'Aquitaine a fait le point sur les mesures d'exposition tels que le carbone élémentaire, le carbone organique, le carbone total, les poussières inhalables et le plomb. Aucun dépassement des valeurs limites d'exposition n'a été relevé pour ces différents composés, traceurs de la pollution urbaine. Seul un pic au CO de courte durée (environ 1 minute) a été observé, liée à la proximité d'une automobile occupant le couloir de bus. La moyenne des concentrations en CO s'élevant à 2,07 parties par million (ppm) reste cependant inférieure à la valeur limite de moyenne d'exposition indicative de 50 ppm qui peut être admise pour le CO dans l'air des locaux de travail. Les résultats des analyses des polluants sont présentés en annexe 4.

3.1.3 | Conclusions de la première étape

Il s'agit, à l'issue de cette première étape, d'évaluer le signalement en colligeant et en analysant les premières données sanitaires et environnementales de base et de décider de la poursuite ou non de l'investigation de manière plus approfondie (deuxième étape).

L'investigation confirme l'existence de 12 cas de cancers au sein de la compagnie bordelaise d'autobus, dont 6 cas d'origine pulmonaire survenus, pour ces derniers, entre 1999 et 2004. Sur les 6 cas de cancer pulmonaire, 4 exercent l'activité de chauffeur. Il existe, pour cette catégorie professionnelle, des facteurs d'exposition connus pour être des facteurs de risque du cancer du poumon. Il s'agit principalement de la surexposition aux gaz d'échappement, aux émissions des moteurs diesel et d'une manière plus générale à la pollution atmosphérique. Ces associations sont d'ailleurs relativement bien documentées dans la littérature et parfois de manière spécifique pour les chauffeurs de bus. En outre, la médiane de l'âge au moment du diagnostic des personnes atteintes d'un cancer pulmonaire est de 52 ans alors qu'en population générale elle est de 67 ans.

Si l'on tient compte des données épidémiologiques du cancer, du lien entre pollution atmosphérique et cancer pulmonaire, de la survenue de 6 cas de cancers pulmonaires sur 6 années consécutives dans une entreprise de moins de 300 salariés et des contraintes méthodologiques liées à l'investigation des agrégats spatio-temporels, il semble plus opportun de porter l'investigation uniquement sur les cas de cancers d'origine pulmonaire parmi le personnel en activité.

À ce stade de l'investigation, les recherches environnementales semblent insuffisantes et incomplètes pour mettre en évidence une surexposition au sein de l'entreprise de transport expliquant ainsi les cas de cancers retrouvés.

Bien que le contexte social soit relativement calme (absence de médiatisation) et circonscrit dans l'enceinte de l'entreprise (absence d'enjeux politiques), l'inquiétude des travailleurs et du CHSCT n'en est pas moins réelle, d'autant plus qu'il peut s'agir d'une exposition à risque persistante.

L'existence d'une source potentielle d'exposition à des toxiques cancérigènes (fumées diesel, gaz d'échappement, pollution atmosphérique), la survenue de 6 cas de cancers pulmonaires, sur une période de 6 ans, chez des personnes relativement jeunes travaillant au sein d'une même entreprise de moins de 300 personnes et l'inquiétude des salariés, justifient la poursuite des investigations et le passage à l'étape 2 de la démarche d'investigation d'agrégat spatio-temporel.

3.2 | Étape n°2 : validation des cas et de l'exposition environnementale

Cette deuxième étape a pour objectif d'étayer les informations collectées concernant les cas et l'exposition environnementale en vue de formuler des hypothèses étiologiques.

3.2.1 | Volet sanitaire : validation des cas

3.2.1.1 | Première définition de cas

Tous cas de cancers pulmonaires survenus parmi les salariés au cours de leur activité professionnelle au sein de l'entreprise de transports en commun de Bordeaux

(les personnes ayant cessé leur activité et les retraités n'ont pas été recherchés et interrogés sur leur état de santé).

3.2.1.2 | Confirmation des cas

Les diagnostics ont pu être confirmés par l'intermédiaire du médecin du travail à partir des dossiers médicaux.

3.2.1.3 | Caractéristiques des cas

L'ensemble des cas de cancers pulmonaires recensés correspond à des cancers primitifs bronchiques non à petites cellules (CBNPC) qui constituent une des variétés principales des cancers broncho-pulmonaires. Pour 4 cas, il s'agissait d'un adénocarcinome et pour 2 cas, d'un carcinome indifférencié à grandes cellules. Les caractéristiques des cas ont été obtenues à l'aide d'un questionnaire rempli par le médecin du travail. Les informations recueillies portaient sur les caractéristiques socio-démographiques, les activités professionnelles, le calendrier résidentiel, la consommation tabagique ainsi que l'exposition à l'amiante. Une partie de ces données a déjà été présentée dans la première étape.

La durée moyenne de travail au sein de l'entreprise pour ces 6 cas est d'environ 25 ans (min : 11 ; max : 39). Tous les cas ont travaillé sur le premier site, avec une durée de travail variant alors de 1 à 26 ans et une moyenne de 12 ans.

Concernant les habitudes tabagiques, tous les cas étaient fumeurs ou anciens fumeurs avec une durée moyenne de consommation de 31 ans et une quantité moyenne de 20 cigarettes par jour. Sur les 6 cas de cancer pulmonaire, un seul déclare avoir été exposé à l'amiante. Il s'agit du mécanicien. La période de latence des cas entre la date d'entrée dans l'entreprise et la date de diagnostic est en moyenne de 25 ans (min : 11 ; max : 37 ; écart-type : 8,5).

3.2.1.4 | Données épidémiologiques du cancer bronchique non à petites cellules

Le CBNPC est le cancer le plus fréquent chez l'homme, en augmentation constante, mais aussi l'un des plus fréquents chez la femme et dont l'incidence semble augmenter plus vite que chez l'homme [2]. Le facteur étiopathogénique prédominant sans conteste est le tabagisme actif, dont le risque de favoriser un CBNPC est nettement significatif au delà de 20 paquets-années, mais il n'existe pas d'effet seuil (absence d'un niveau de consommation tabagique en dessous duquel on peut observer une absence de risque de cancer). D'autres facteurs favorisants sont connus (radon, amiante, métaux

lourds, béryllium, nickel, fer, chrome et chromates, arsenic) mais de moindre importance épidémiologique, et agissent le plus souvent en synergie avec le tabagisme. Le rôle de l'hérédité est possible mais encore mal défini et discuté. La survie à 5 ans tous stades et toutes formes confondues est inférieure à 10 %. La classification internationale distingue quatre principaux types histologiques que sont le carcinome épidermoïde, l'adénocarcinome, le carcinome indifférencié à grandes cellules, et le carcinome bronchiolo-alvéolaire. Les formes mixtes ou composites notamment sur pièce opératoire sont fréquentes.

3.2.1.5 | Recherche complémentaire des cas

Le médecin du travail de l'entreprise a réalisé une recherche complémentaire des cas auprès de ses collègues médecins des autres sites de la Gironde. Aucun cancer pulmonaire n'a été retrouvé sur ces sites. Une recherche

complémentaire des cas a également été réalisée auprès des médecins du travail d'une centaine d'autres entreprises de transports (affrètement, routier régulier) et aucun cas de cancers d'origine pulmonaire n'a été a priori recensé.

3.2.1.6 | Mise en évidence d'un excès de cas

Un premier calcul de taux standardisé d'incidence (Standardized Incidence Ratios : SIR) des cancers pulmonaires a été réalisé à partir des taux de référence (annexe 5) publiés dans le rapport du réseau Francim (tableau 4) [2]. Le cancer pulmonaire étant une pathologie fréquente, ce calcul pour l'ensemble de la cohorte des

personnes employées nous a permis de mieux appréhender la possibilité ou non d'un excès de cas. La fenêtre temporelle choisie s'étend de 1999 à 2004, englobant ainsi l'apparition des cas de cancers pulmonaires (le détail des calculs par standardisation indirecte est présenté en annexe 6).

Tableau 4 - Taux d'incidence standardisé (SIR) sur l'âge et le sexe du cancer pulmonaire sur la période 1999-2004 par méthode indirecte, entreprise de transports en commun de Bordeaux

Période		Observés	Attendus	SIR	p*	IC	
	Total	6	2,22	2,69	0,11	0,81	4,80
1999-2004	H	5	2,12	2,36	0,13	0,76	5,50
	F	1	0,10	9,69	0,20	0,13	53,91

p degré de signification du test bilatéral du SIR ≠ 1.*

On ne met pas en évidence de sur-incidence significative de cancer pulmonaire sur l'ensemble des salariés et plus spécifiquement chez les hommes. Compte tenu du faible effectif parmi les cas observés chez les femmes (n=1), il n'est pas possible de valider le résultat obtenu.

Par ailleurs, ces ratios sont probablement sous-estimés compte tenu de "l'effet du travailleur en bonne santé" puisque seuls des individus en assez bonne santé sont

embauchés dans les entreprises, en général. Cependant, le choix d'une fenêtre temporelle relativement courte (6 ans), a pour effet de concentrer le risque. En effet, l'échelle d'étude a du être définie en fonction de l'apparition spatio-temporelle des cas et non de la période complète d'exposition. Or, ce choix, fait a posteriori de l'observation des événements, génère un biais de sélection appelé "TexasSharpShooter" [1].

3.2.2 | Volet environnemental : validation de l'exposition suspectée

3.2.2.1 | Sources consultées

Plusieurs sources ont été consultées pour identifier d'éventuelles expositions de la population travaillant sur le site de la compagnie d'autobus au niveau des différents milieux (air et sol) :

- la DIRE (Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement) ainsi que la préfecture de la Gironde nous ont transmis la liste des activités relevant des Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et celles classées Seveso ;
- internet où trois bases de données utiles sont accessibles :
 - la base de données Basol recense les sites et les sols pollués ou potentiellement pollués. Celle-ci est tenue à jour par le ministère de l'Environnement et du Développement durable (<http://basol.environnement.gouv.fr>),

- Basias recense les sites industriels et les activités occasionnant une pollution des sols. Ce site est tenu à jour par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) sous le pilotage de la DIRE (<http://basias.brgm.fr>),

- la base de données Aria liste les accidents industriels et technologiques depuis 1998. Celle-ci est gérée par le ministère de l'Environnement et du Développement durable (<http://aria.environnement.gouv.fr>) ;

- les données sur la qualité de l'air ont pu être fournies, d'une part, par l'Institut européen de l'environnement de Bordeaux (IEEB) pour le premier site d'implantation de l'entreprise via le service d'hygiène de la mairie de Bordeaux et d'autre part, par l'association Airaq pour le deuxième site.

3.2.2.2 | Premier site de la compagnie d'autobus

Le premier site était situé en centre ville de Bordeaux et aucune activité industrielle à proximité de celui-ci n'a été recensée. Par ailleurs, seules les teneurs en CO dont la source principale dans l'atmosphère est le transport routier, ont pu être fournies par l'IEEB. Les moyennes annuelles de CO (de 1984 à 1989) dans le secteur du premier site

oscillent entre 4 et 5 ppm sur les 6 années. Ces résultats sont en dessous des valeurs limites pour la protection de la santé humaine concernant le monoxyde de carbone dans l'air ambiant prévu par le décret 2002-213 du 15 février 2002 (9 ppm pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures) (annexe 7).

3.2.2.3 | Deuxième site de la compagnie d'autobus

Les informations obtenues à partir des sources consultées ont été complétées par une visite du site et de ses alentours par la Cire et le Service santé environnement de la Ddass et un repérage sur plan afin de déterminer et localiser toutes les activités pouvant générer une exposition environnementale.

L'entreprise s'est implantée en 1991 dans une zone péri-urbaine en pleine évolution. Au cours des dix dernières années, le paysage urbain s'est transformé avec l'apparition de nombreux immeubles d'habitation. Cette opération de reconfiguration du secteur se poursuit actuellement. Les travaux occasionnés par la transformation du quartier en secteur résidentiel ont vraisemblablement généré l'émission importante de poussières et particules altérant la qualité de l'air. À noter que la circulation routière et autoroutière est très dense dans cette zone. Il existe l'échangeur de Labarde au nord ainsi que deux axes principaux de circulation : les quais et les boulevards. L'emplacement de ce quartier situé à proximité de la Garonne et des bassins à flots, regroupait des entrepôts et des petites industries.

Au préalable de l'enquête environnementale, un secteur a été délimité autour de l'entreprise. La liste des entreprises soumises à déclaration fournie par la préfecture et l'enquête environnementale ont permis de repérer des activités du secteur prédéfini pouvant être sources de pollution sur la période 1991-2005 :

- entreprise de récupération de vieux métaux de type dalles et gouttières, vieux frigos, radiateurs poids lourds. À noter que le sol est imprégné d'hydrocarbures bien qu'il n'y ait aucune activité de démontage selon le responsable de l'entreprise ;
- deux carrosseries, dont l'une est située juste en face des ateliers de mécanique ;
- société fabriquant des produits anti-parasitaires pour pierre, bois et sol ;
- garage automobile ;
- entreprise de réparation et d'entretien de bateaux et de véhicules.

À l'ouest, deux garages et une station service sont implantés. Plus au nord-ouest de l'entreprise se trouvent différents établissements gérés par la Communauté urbaine de Bordeaux (CUB) :

- une déchetterie acceptant le verre, les huiles de vidange, les batteries, le fréon, les métaux, les huiles ménagères, les piles, les textiles... ;

- une station d'épuration avec sécheur thermique pour la déshydratation des boues ;
- un dépôt de carburant.

À proximité de ces établissements gérés par la CUB, il existe une société spécialisée dans la fabrication et l'entreposage d'asphalte (étanchéité de toitures).

Une importante société de récupération de ferrailles et une entreprise de fabrication de piles et batteries sont des ICPE soumises à autorisation et susceptibles de relarguer dans les milieux environnants (air, sol et eau) des métaux lourds.

En bordure de Garonne et au sud-est de la compagnie d'autobus se trouvent trois ICPE également soumises à autorisation :

- sur la rive gauche, un établissement fabriquant des huiles et des graisses animales et végétales ;
- sur la rive droite, une société d'engrais et de produits phytosanitaires classée Seveso ainsi qu'une usine de sulfates de cuivre et de fongicides cupriques.

Par ailleurs, aucune campagne de mesure n'a été réalisée dans ce secteur par l'association Airaq. Cependant, un bilan de la qualité de l'air à Bordeaux est présenté dans le rapport annuel de l'association Airaq. Les résultats des mesures montrent que l'agglomération bordelaise est sujette à une pollution qui présente des risques sanitaires similaires aux neuf autres villes françaises participant au Programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air (Psas-9).

En terme de climatologie, les vents dominants en Aquitaine sont de secteur ouest (sud-ouest, nord-ouest) avec des vitesses modérées caractérisant un régime océanique marqué ce qui laisse présager que le site de l'entreprise n'est pas localisé dans le panache de dispersion des émissions des entreprises les plus polluantes.

Ce secteur a donc été marqué par de nombreux travaux de restructuration générant vraisemblablement des émissions de poussières dont on peut penser que leur impact peut avoir des conséquences néfastes pour la santé, plus particulièrement au niveau respiratoire. Ce phénomène a pu être amplifié par une circulation automobile dense dans ce secteur. La présence de quelques ICPE soumises à autorisation dans un périmètre restreint peut avoir des conséquences sanitaires sur le milieu environnant malgré la prédominance des vents de secteur ouest dans la région Aquitaine.

D'après les résultats de l'investigation environnementale, le site de la compagnie d'autobus actuel est entouré par de nombreuses entreprises qui peuvent présenter des risques similaires d'exposition à la pollution atmosphérique.

À noter qu'aucun agrégat de cancer ou de phénomène de santé n'a été signalé dans ce secteur. De plus, l'investigation n'a pas permis de mettre en évidence d'incident de pollution au cours des ces dernières années.

3.2.3 | Conclusion de la deuxième étape

Il s'agit, à l'issue de cette deuxième étape, de valider les cas et l'exposition environnementale en vue de formuler des hypothèses étiologiques et de décider de la poursuite de l'investigation de manière plus approfondie (troisième étape).

Au total, 6 cas de cancers d'origine pulmonaire ont été signalés au sein de cette compagnie d'autobus bordelaise et au cours de l'investigation, aucun cas supplémentaire de cancer pulmonaire n'a été retrouvé chez le personnel en activité sur l'ensemble des sites du département. Les cas de cancers d'origine pulmonaire sont majoritairement de même type histologique (adénocarcinome) et selon les données épidémiologiques, le CBNPC est une maladie fréquente dont le facteur de risque principal est le tabagisme. À noter que tous les cas y ont été fortement exposés.

Si la médiane de l'âge au moment du diagnostic est plus faible chez les cas de l'entreprise que celle retrouvée en population générale (52 ans *versus* 67 ans), le calcul du SIR n'a pas permis de mettre en évidence un excès de risque. Le SIR, calculé à partir des taux de référence de la population française, a été probablement sous-estimé par

“l'effet du travailleur en bonne santé”. De plus, ce résultat est à interpréter avec précaution car il ne prend en compte que les personnes en activité au moment du diagnostic. En effet, l'état de santé des personnes ayant quitté l'entreprise (départ, retraite...) n'a pas été recherché. Néanmoins, la période d'étude choisie englobant l'apparition des cas de cancers pulmonaires est relativement courte et a tendance à concentrer le risque et non à le diluer.

Les investigations environnementales menées dans le cadre de cette étude révèlent que les salariés de cette entreprise sont soumis à un environnement professionnel globalement défavorable, notamment en ce qui concerne l'exposition à la pollution atmosphérique (particules diesel, gaz d'échappements). Cette exposition est très certainement, comme le confirme la littérature, plus importante chez les chauffeurs de bus. Néanmoins, la part attribuable des expositions environnementales et professionnelles dans la survenue d'un cancer pulmonaire reste sans conteste très modeste par rapport à celle liée au tabagisme.

À l'issue de cette deuxième étape, une poursuite des investigations notamment par la mise en place d'une évaluation quantitative des risques ou d'une étude de cohorte ne nous semble pas pertinente en raison des nombreux freins méthodologiques auxquels nous serions confrontés. Néanmoins, une réflexion permettant d'estimer le risque de cancer pulmonaire lié à une exposition à la pollution atmosphérique est actuellement en cours à l'Institut de veille sanitaire. Ainsi, une étude épidémiologique au sein d'une large population (nécessaire à ce type d'étude) est envisagée afin d'apporter des éléments de réponse aux questions soulevées par cette problématique. D'ores et déjà, plusieurs recommandations peuvent être formulées, notamment vis à vis du tabagisme qui reste le facteur d'exposition prépondérant dans cet agrégat de cancers pulmonaires.

4 Recommandations

Le facteur d'exposition le plus évident et commun à tous les cas reste le tabagisme. Hormis les 6 cas de cancer pulmonaire signalés, 2 cancers de la langue avaient également été recensés. Or, ces cancers sont connus pour être fortement corrélés avec le tabac [2]. Si des actions de prévention du tabagisme peuvent être d'ores et déjà envisagées, une évaluation plus précise de la consommation tabagique au sein de cette entreprise pourrait être menée (importance du phénomène, description de la consommation, stress professionnel et tabac, motifs des échecs ou des difficultés au sevrage tabagique...) afin de mettre en place, le cas échéant, des mesures de prévention plus adaptées.

Afin d'améliorer les connaissances en terme d'exposition, il serait également nécessaire de réaliser des prélèvements d'air complémentaires (bus, hangar, locaux) permettant ainsi de mieux apprécier la réelle exposition de ces salariés à la pollution atmosphérique et plus particulièrement aux émissions de diesel.

Une surveillance de tous les cas de cancers incidents doit se poursuivre au sein de l'entreprise par le médecin du travail tout en veillant à conserver les données sur les caractéristiques socio-démographiques et cliniques des cas recensés. Cette surveillance pourrait confirmer ou non la présence d'un excès de cancer pulmonaire et accumuler ainsi des informations complémentaires sur les caractéristiques de ces cas, permettant, le cas échéant, l'élaboration d'hypothèses étiologiques.

D'une manière générale, il est important d'enregistrer un certain nombre de données sur l'ensemble des salariés d'une entreprise quelle qu'elle soit (date et lieu de naissance, nom patronymique et prénom(s), date d'embauche, date de sortie, poste(s) occupé(s), motif de départ et suivi médical), afin de pouvoir disposer des éléments nécessaires et suffisants pour mettre en place, si besoin, une étude épidémiologique.

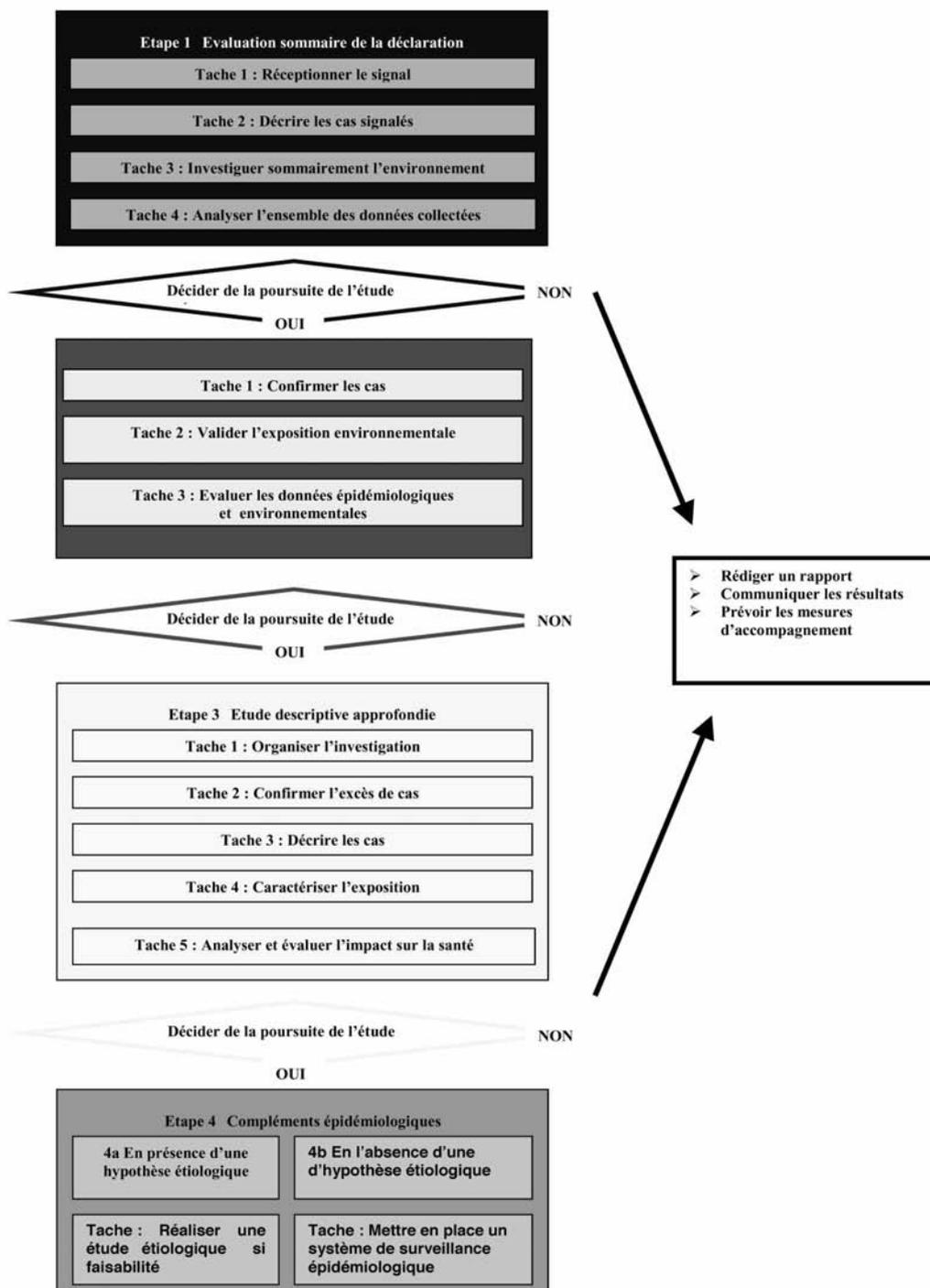
Références

- [1] Germonneau P, Tillaut H, Gomes Do Espirito Santo E. Guide méthodologique pour l'évaluation et la prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses. Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2005.
- [2] Remontet L, Buemi A, Velten M, Jouglu E, Esteve J. Évolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000. Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2003.
- [3] Pairon JC, Brochard P, Le bourgeois JP, Ruffié P. Les cancers professionnels. Ed Margaux Orange. Tome 1, 2000;371-401.
- [4] International Agency for research on cancer (1972-1999). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, vol.1-71. Lyon:IARC.
- [5] Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002;287:1132-41.
- [6] SFSP. La pollution atmosphérique d'origine automobile et la santé publique. Bilan de 15 ans de recherche internationale. Collection Santé et Société. N°4. Vandoeuvre-lès-Nancy, 1996.
- [7] Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, Burchette RJ, Knutsen SF, Lawrence Beeson W, Yang JX. Long-term inhalables particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. Am J Crit Care Med 1999 ;159:373-82.
- [8] 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. Adventist Health Study on Smog. Environ Health Perspect 1998 Dec;106(12):813-23.
- [9] Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, Burchette RJ, Knutsen SF, Lawrence Beeson W, Yang JX. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. Am J Respir Crit Care Med. 1999 Feb;159(2):373-82.
- [10] Nafstad P, Haheim LL, Wisloff T, Gram F, Oftedal B, Holme I, Hjermann I, Leren P. Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. Environ Health Perspect. 2004 Apr;112(5):610-5.
- [11] Filleul L, Rondeau V, Vandentorren S, Le Moual N, Cantagrel A, Annesi-Maesano I, Charpin D, Declercq C, Neukirch F, Paris C, Vervloet D, Brochard P, Tessier JF, Kauffmann F, Baldi I. Twenty-five year mortality and air pollution: results from the French PAARC survey. Occup Environ Med. 2005 Jul;62(7):453-60.
- [12] International Agency for research on cancer (1972-1999). Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Diesel and gasoline engine exhausts. Lyon : IARC,1989;46:41-185.
- [13] Lipsett M and Campleman S. "Occupational exposure to diesel exhaust and lung cancer: a meta-analysis." Am.J.Public Health 89.7(1999):1009-17.
- [14] Bathia R, Lopipero P, and Smith AH. "Diesel exhaust exposure and lung cancer." Epidemiology 9.1(1998):84-91.
- [15] Hayes RB *et al.* "Lung cancer in motor exhaust-related occupations." Am.J.Ind.Med. 16.6(1989):685-95.
- [16] Paradis G, Theriault G, and Tremblay C. "Mortality in a historical cohort of bus drivers." Int.J.Epidemiol. 18.2(1989): 397-402.
- [17] Pfluger DH and Minder CE. "A mortality study of lung cancer among Swiss professional drivers: accounting for the smoking related fraction by a multivariate approach." Soz.Praventivmed. 39.6(1994):372-8.
- [18] Jakobsson R, Gustavsson P, and Lundberg I. "Increased risk of lung cancer among male professional drivers in urban but not rural areas of Sweden." Occup.Environ.Med. 54.3(1997): 189-93.

- [19] Hansen J, Raaschou-Nielsen O, and Olsen JH. "Increased risk of lung cancer among different types of professional drivers in Denmark." *Occup. Environ. Med.* 55.2(1998):115-8.
- [20] Soll-Johanning H, Bach E, and Jensen SS. "Lung and bladder cancer among Danish urban bus drivers and tramway employees: a nested case-control study." *Occup. Med.(Lond)* 53.1(2003):25-33.
- [21] Soll-Johanning H *et al.* "Cancer incidence in urban bus drivers and tramway employees: a retrospective cohort study." *Occup. Environ. Med.* 55.9(1998):594-8.
- [22] Bruske-Hohlfeld I *et al.* "Lung cancer risk in male workers occupationally exposed to diesel motor emissions in Germany." *Am.J.Ind.Med.*36.4(1999):405-14.
- [23] Gustavsson P *et al.* "Occupational exposure and lung cancer risk: a population-based case-referent study in Sweden." *Am.J.Epidemiol.* 152.1(2000):32-40.
- [24] Menvielle G *et al.* "Occupational exposures and lung cancer in New Caledonia." *Occup. Environ. Med.* 60.8(2003): 584-89.

Annexes

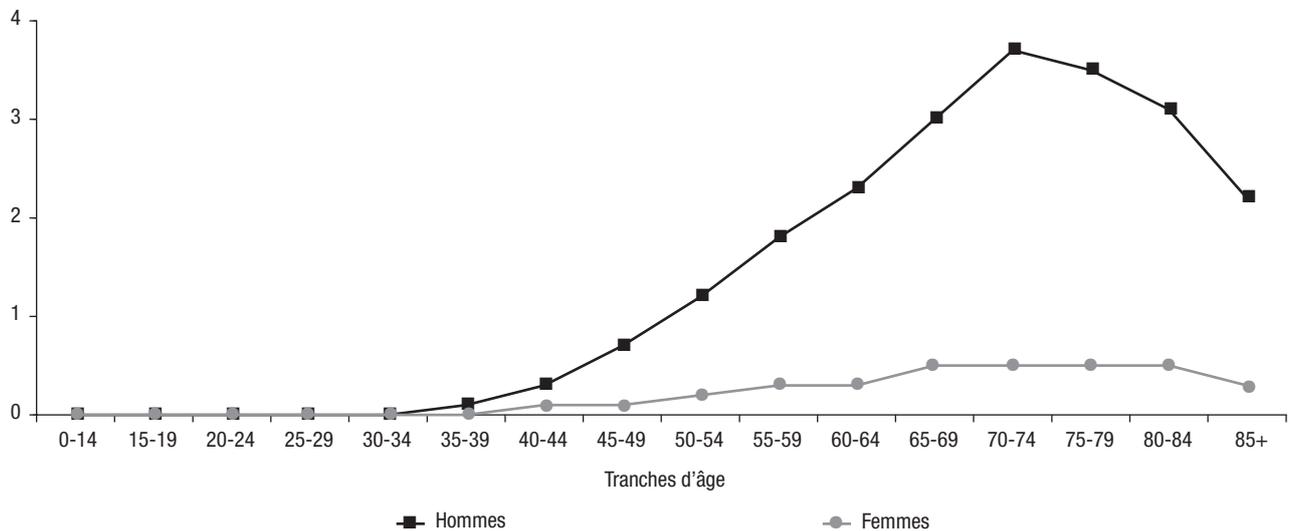
Annexe 1 - Schéma général du protocole d'investigation d'un agrégat spatio-temporel¹



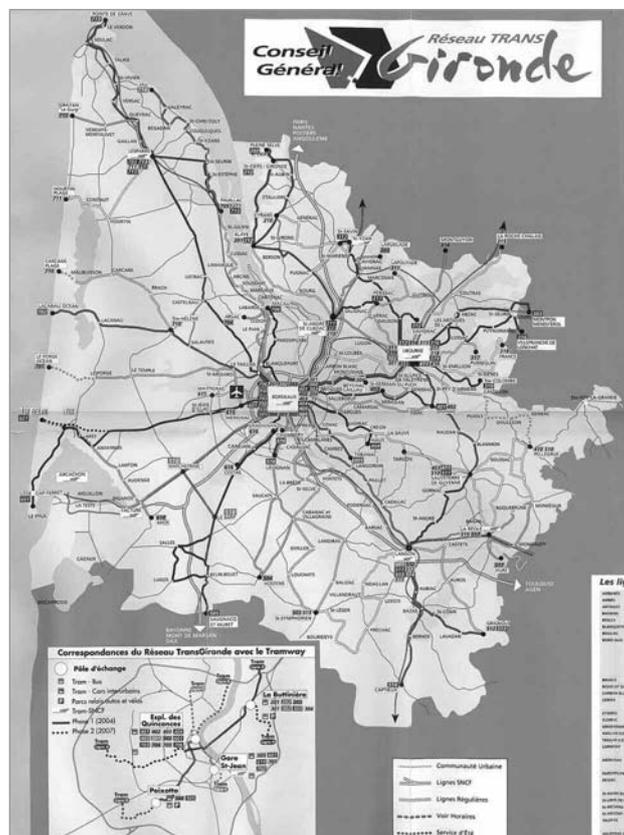
¹ Guide méthodologique pour l'évaluation et la prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses. Département santé environnement, InVS, 2004.

Annexe 2 - Incidence estimée de cancer pulmonaire pour 1 000 personnes par âge et par sexe. France, 2000²

Nombre de cancers pour 1 000



Annexe 3 - Réseau Transgironde des lignes de bus urbaines et interurbaines de la compagnie d'autobus



Source : Conseil général de la Gironde

² Remontet L, Buerni A, Velten M, Jouglu E, Esteve J. Évolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000. Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2003.

Annexe 4 - Évaluation de la pollution au poste de conduite d'un bus de ligne urbaine

N/REF : 5064/SB/AH/GR

Affaire suivie par S. ...

BRUGES, le 20/12/00

N° 5064 du 20/12/00

OBJET : PRELEVEMENTS D'ATMOSPHERE du 08/11/00

ENTREPRISE :

33000 BORDEAUX

PERSONNES RENCONTREES

Diffusion

Médecin du Travail
Entreprise
Service Prévention
Laboratoire
Ingénieur Secteur
Contrôleur Secteur

1) - BUT DE L'INTERVENTION

Evaluation de la pollution au poste de conduite d'un bus sur une ligne urbaine par mesure des composés suivants :

- Oxyde de carbone et plomb représentatifs de la pollution des moteurs à explosion,
- Poussières alvéolaires et carbone que l'on peut considérer, dans l'état actuel des connaissances, comme représentatifs des émissions des véhicules diesel. Ces microparticules sont essentiellement composées de carbone sous la forme de carbone « élémentaire » qui constitue le cœur de la particule et de carbone « organique », appellation qui rassemble tous les composés organiques légers ou lourds adsorbés sur le carbone « élémentaire » (TS 12-98 P 19).

2) - METHODES UTILISEES

Voir tableau des méthodes annexé au présent rapport.

La concentration en oxyde de carbone est suivie à l'aide d'un appareil à cellule électrochimique PAC III de Dräger. Les concentrations fournies par ce type de matériel sont considérées comme indicatives de la concentration au poste de travail. Les enregistrements relatifs à cette mesure sont annexés au présent rapport.

3) - RESULTATS

Valeur limite d'exposition (VME)							10	0,15
							mg/m ³	mg/m ³
IDENTIFICATION PRELEVEMENT	Référence	Heure début	Durée en mn	Particules diesel, Carbone élémentaire	Particules diesel, carbone organique	Particules diesel, carbone total	Poussières inhalables	Plomb
				µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Hauteur voies respiratoires	1000	12h30	450	16	37	53		
M. DA CUNHA	2000	12h30	450				0,061	<0,0088

4) - VALEURS LIMITES

Le système français issu de la réglementation du travail prend en compte deux types de valeurs limites :

- ⇒ des valeurs limites d'exposition (VLE) qui visent à prévenir un risque d'intoxication immédiat ou à court terme. Elles correspondent à des mesures effectuées sur 15 minutes maximum.

- ⇒ des valeurs limites de moyenne d'exposition (VME) qui sont destinées à prévenir le risque d'intoxication à moyen et à long terme. Elles correspondent à des mesures effectuées sur une durée d'un poste de travail (8 heures) ou pendant une période jugée représentative de l'exposition quotidienne.

Ces valeurs sont réglementaires et fixées par décret ou indicatives et prises par circulaires.

Pour certaines substances, des VME et des VLE n'ont pas encore été fixées. Les valeurs limites définies par l'Assemblée des Hygiénistes Industriels Gouvernementaux des Etats-Unis (ACGIH) ou par la Commission pour l'étude des substances dangereuses d'Allemagne (MAK KOMMISSION) sont alors prises comme références. En l'absence de critères, certaines concentrations recommandées par les fabricants sont signalées à titre indicatif.

Lorsque plusieurs polluants sont présents et qu'il est certain que leurs effets sont indépendants, il convient de les considérer séparément. Si des effets d'addition ou de potentialisation ne sont pas impossibles, il faut interpréter les résultats par comparaison avec la valeur limite, avec prudence. Dans le cas d'exposition simultanée à des polluants affectant le même organe cible, on peut utiliser conventionnellement des formules d'additivité qui conduisent à un indice d'exposition I.

Les valeurs limites ne peuvent garantir contre toute atteinte de la santé de toutes les personnes exposées et sont révisables en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques.

Les valeurs limites doivent être considérées comme des objectifs minimaux et il est admis que des mesures correctives doivent être envisagées lorsque le résultat d'un prélèvement représentatif atteint 70 % de la VLEP.

Valeurs limites substances

Substances	VME mg/m ³	Origine	VLE mg/m ³	Origine	Fiche INRS
Particules diesel, carbone élémentaire*					
Particules diesel, carbone organique*					
Particules diesel, carbone total*					
Poussières inspirables sans effet spécifique	10	FRANCE	N		N
Plomb (réglementaire)	0,15	FRANCE	N		59

* Il n'existe pas de valeur limite d'exposition en France ; par contre, deux valeurs allemandes exprimées en carbone « élémentaire » servant de guide aux mesures préventives et métrologiques sont recommandées. Il s'agit de valeur TRK (Technische Richtkonzentrationen, soit concentrations techniques de référence) :

- ✓ Mines souterraines et travaux souterrains : TRK = 300 µg/m³
- ✓ Travaux à l'air libre : TRK = 100 µg/m³

D'autre part, l'ACGIH propose depuis peu l'adoption d'une valeur limite TWA à 150 µg/m³ pour les particules provenant de moteur diesel de diamètre inférieur à 1 µm.

5) - COMMENTAIRES

5.1 Conditions de prélèvement

Les prélèvements et mesures effectués couvrent la totalité d'un service de la ligne 93 assurant la liaison place Pey-Berland ◊ Mérignac ◊ Beutre.

Le véhicule dans lequel sont réalisés les essais est un autocar Renault Tracer portant le numéro 7182.

Le déroulement des rotations et les conditions climatiques sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Activité	Durée	Conditions climatiques
Dépôt → Pey Berland	12h30/12h51	Succession d'averses et courtes accalmies
Rotation 1	13h05/14h15	Succession d'averses et courtes accalmies
Repos sur place	14h15/15h00	Arrêt des appareils
Rotation 2	15h05/16h28	Succession d'averses et accalmies
Rotation 3	16h35/18h04	Peu d'averses
Rotation 4	18h06/19h20	Pas de pluie
Rotation 5	19h30/20h35	Pas de pluie
Pey Berland → Dépôt	20h35/20h45	Faibles pluies

On notera que les conditions climatiques observées durant les prélèvements sont peu favorables à la dispersion des polluants.

5.2 Conclusions

On n'observe pas de dépassement des valeurs limites d'exposition actuellement définies pour les composés choisis comme traceurs de la pollution urbaine. L'examen du tracé des concentrations en oxyde de carbone fait apparaître une alerte de courte durée (~1 mn) liée à la proximité d'une automobile occupant le couloir bus dans le secteur Ormano. La moyenne des concentrations s'établissant à 2,07 ppm (parties par million) reste cependant nettement inférieure à la valeur limite de 50 ppm. Le calcul de cette moyenne limité à la période de fort trafic (16h/18h30) ressort à 3,87 ppm seulement. L'examen du profil des concentrations en CO fait nettement apparaître le contraste entre les parties de parcours situées en zone urbaine et celles du secteur périurbain. Le suivi des concentrations en carbone indicatives de la pollution diesel ne peut être effectué de façon aussi fine, le prélèvement sur la durée totale du service permettant de disposer d'une seule valeur moyenne ; cette dernière est également nettement inférieure à la valeur limite indicative actuellement admise.

Ces résultats, même s'ils doivent contribuer à apaiser les inquiétudes, ne doivent pas freiner toute action de prévention visant à limiter l'admission de gaz toxiques à l'intérieur des véhicules ; il conviendra notamment de privilégier à l'avenir le choix de véhicules dont la prise d'air extérieur se situe en partie haute et non à l'avant de l'autocar, à proximité des échappements des autres véhicules.

LE CONTROLEUR DE SECURITE



L'INGENIEUR CONSEIL
Responsable Adjoint du Laboratoire.



TRAFIC

Annexe à l'intervention BX/5064/2000

TABLEAU SYNOPTIQUE DES METHODES UTILISEES

Référence	Code support Prélèvement	Code méthode Prélèvement	Particules diesel, carbone élémentaire	Particules diesel, carbone organique	Particules diesel, carbone total	POUSSIERES INHALABLES	PLOMB
			900124	900123	900125	900017	508
1000	QC37	A15	T00150	T00150	T00150		
2000	QT37	A08				T00035	T00026

Les textes ci-dessous décrivent succinctement les méthodes de prélèvement et d'analyse mises en oeuvre au cours de l'intervention. Les méthodes utilisées par les laboratoires de l'INRS et des CRAM sont publiques; les modes opératoires détaillés font l'objet d'une édition diffusée sur CD-Rom ("METROLOGIE DES POLLUANTS") disponible auprès de l'INRS

METHODES UTILISEES - signification des codes

Code support

- QC37 Filtre fibre quartz calciné, 37 mm, non taré, détermination du carbone par coulométrie
 QT37 Filtres fibre de quartz 37 mm taré

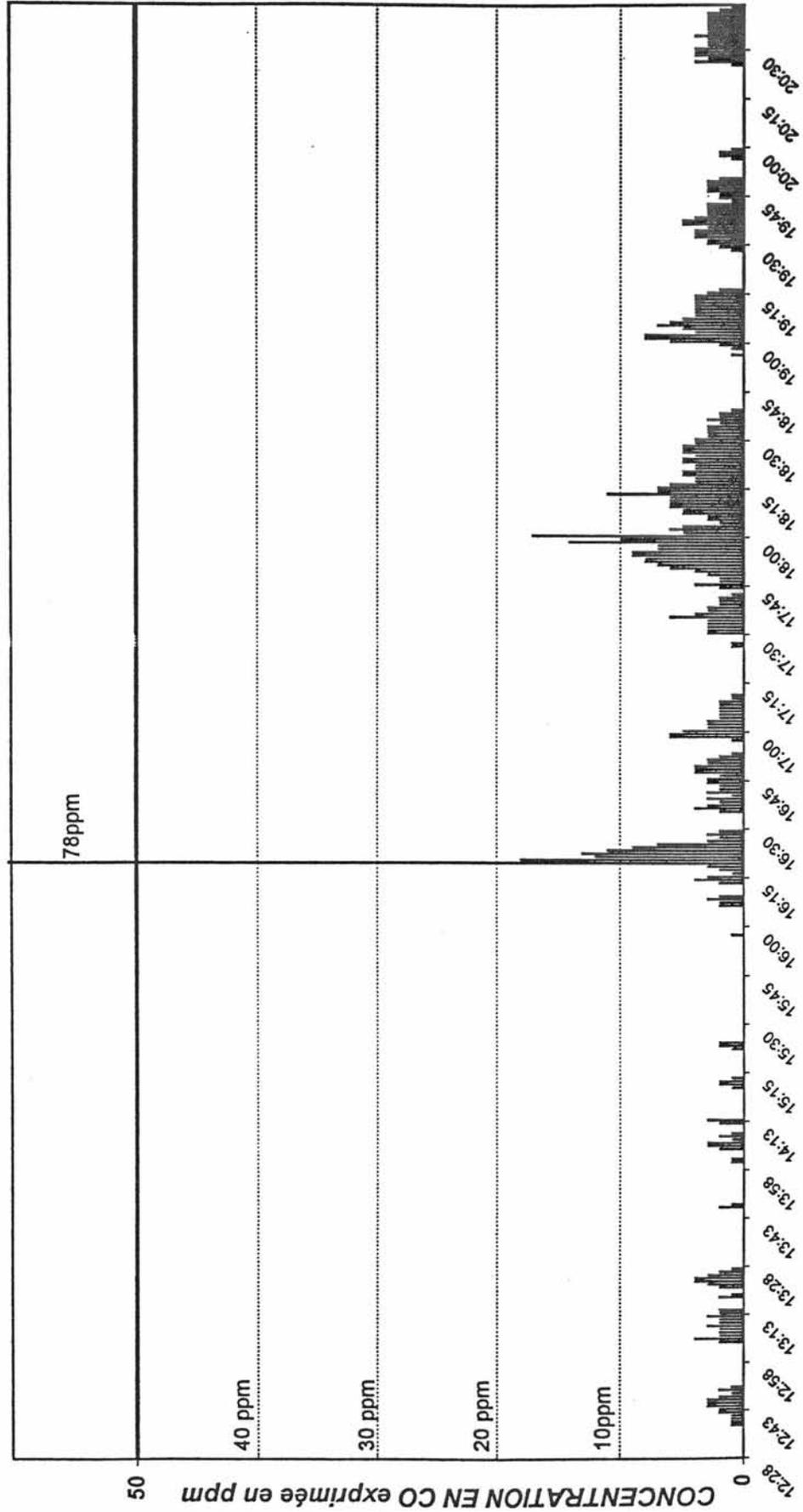
Code méthode de prélèvement

- A15 Prélèvement à poste fixe de la fraction alvéolaire ; utilisation d'un appareil individuel à un débit = 1.7 l/mn cyclone 10 mn régulé en débit
 A08 Prélèvement à poste fixe de la fraction inhalable - cassette fermée. Utilisation d'appareil individuel à un débit = 1.0 l/mn

Code méthode d'analyse

- T00150 Détermination du carbone par coulométrie
 T00035 Gravimétrie
 T00026 Spectrométrie Absorption Atomique - flamme

CONCENTRATION EN OXYDE DE CARBONE (CO)
 mesurée aux voies respiratoires du chauffeur (période 12h28/20h45 le 8/11/2000)



CONCENTRATIONS EN OXYDE DE CARBONE CO (exprimées en p.p.m.)
Mesures aux voies respiratoires du chauffeur (8/11/2000)

12:28	0 ppm	13:26	2 ppm	15:11	2 ppm	16:09	2 ppm	17:07	2 ppm	18:05	3 ppm	19:03	4 ppm	20:01	0 ppm
12:29	0 ppm	13:27	1 ppm	15:12	2 ppm	16:10	0 ppm	17:08	2 ppm	18:06	3 ppm	19:04	5 ppm	20:02	0 ppm
12:30	0 ppm	13:28	0 ppm	15:13	1 ppm	16:11	0 ppm	17:09	2 ppm	18:07	5 ppm	19:05	7 ppm	20:03	0 ppm
12:31	0 ppm	13:29	0 ppm	15:14	0 ppm	16:12	0 ppm	17:10	1 ppm	18:08	5 ppm	19:06	6 ppm	20:04	0 ppm
12:32	0 ppm	13:30	0 ppm	15:15	0 ppm	16:13	2 ppm	17:11	1 ppm	18:09	6 ppm	19:07	5 ppm	20:05	0 ppm
12:33	0 ppm	13:31	0 ppm	15:16	0 ppm	16:14	4 ppm	17:12	0 ppm	18:10	6 ppm	19:08	4 ppm	20:06	0 ppm
12:34	0 ppm	13:32	0 ppm	15:17	0 ppm	16:15	3 ppm	17:13	0 ppm	18:11	6 ppm	19:09	4 ppm	20:07	0 ppm
12:35	0 ppm	13:33	0 ppm	15:18	0 ppm	16:16	1 ppm	17:14	0 ppm	18:12	6 ppm	19:10	4 ppm	20:08	0 ppm
12:36	0 ppm	13:34	0 ppm	15:19	0 ppm	16:17	2 ppm	17:15	0 ppm	18:13	11 ppm	19:11	4 ppm	20:09	0 ppm
12:37	0 ppm	13:35	0 ppm	15:20	0 ppm	16:18	3 ppm	17:16	0 ppm	18:14	7 ppm	19:12	4 ppm	20:10	0 ppm
12:38	1 ppm	13:36	0 ppm	15:21	0 ppm	16:19	78 ppm	17:17	0 ppm	18:15	7 ppm	19:13	4 ppm	20:11	0 ppm
12:39	1 ppm	13:37	0 ppm	15:22	1 ppm	16:20	18 ppm	17:18	0 ppm	18:16	6 ppm	19:14	4 ppm	20:12	0 ppm
12:40	1 ppm	13:38	0 ppm	15:23	2 ppm	16:21	12 ppm	17:19	0 ppm	18:17	4 ppm	19:15	3 ppm	20:13	0 ppm
12:41	1 ppm	13:39	0 ppm	15:24	2 ppm	16:22	13 ppm	17:20	0 ppm	18:18	4 ppm	19:16	2 ppm	20:14	0 ppm
12:42	2 ppm	13:40	0 ppm	15:25	0 ppm	16:23	11 ppm	17:21	0 ppm	18:19	5 ppm	19:17	0 ppm	20:15	0 ppm
12:43	2 ppm	13:41	0 ppm	15:26	0 ppm	16:24	9 ppm	17:22	0 ppm	18:20	5 ppm	19:18	0 ppm	20:16	0 ppm
12:44	3 ppm	13:42	0 ppm	15:27	0 ppm	16:25	7 ppm	17:23	0 ppm	18:21	4 ppm	19:19	0 ppm	20:17	0 ppm
12:45	3 ppm	13:43	0 ppm	15:28	0 ppm	16:26	3 ppm	17:24	0 ppm	18:22	4 ppm	19:20	0 ppm	20:18	0 ppm
12:46	3 ppm	13:44	0 ppm	15:29	0 ppm	16:27	2 ppm	17:25	0 ppm	18:23	5 ppm	19:21	0 ppm	20:19	0 ppm
12:47	2 ppm	13:45	0 ppm	15:30	0 ppm	16:28	3 ppm	17:26	1 ppm	18:24	5 ppm	19:22	0 ppm	20:20	0 ppm
12:48	1 ppm	13:46	2 ppm	15:31	0 ppm	16:29	2 ppm	17:27	1 ppm	18:25	4 ppm	19:23	0 ppm	20:21	0 ppm
12:49	2 ppm	13:47	1 ppm	15:32	0 ppm	16:30	0 ppm	17:28	0 ppm	18:26	5 ppm	19:24	0 ppm	20:22	0 ppm
12:50	1 ppm	13:48	0 ppm	15:33	0 ppm	16:31	0 ppm	17:29	0 ppm	18:27	5 ppm	19:25	0 ppm	20:23	0 ppm
12:51	0 ppm	13:49	0 ppm	15:34	0 ppm	16:32	0 ppm	17:30	3 ppm	18:28	5 ppm	19:26	0 ppm	20:24	0 ppm
12:52	0 ppm	13:50	0 ppm	15:35	0 ppm	16:33	0 ppm	17:31	3 ppm	18:29	4 ppm	19:27	0 ppm	20:25	1 ppm
12:53	0 ppm	13:51	0 ppm	15:36	0 ppm	16:34	0 ppm	17:32	3 ppm	18:30	4 ppm	19:28	1 ppm	20:26	4 ppm
12:54	0 ppm	13:52	0 ppm	15:37	0 ppm	16:35	2 ppm	17:33	3 ppm	18:31	3 ppm	19:29	2 ppm	20:27	3 ppm
12:55	0 ppm	13:53	0 ppm	15:38	0 ppm	16:36	4 ppm	17:34	3 ppm	18:32	3 ppm	19:30	3 ppm	20:28	4 ppm
12:56	0 ppm	13:54	0 ppm	15:39	0 ppm	16:37	3 ppm	17:35	6 ppm	18:33	3 ppm	19:31	3 ppm	20:29	4 ppm
12:57	0 ppm	13:55	0 ppm	15:40	0 ppm	16:38	2 ppm	17:36	4 ppm	18:34	3 ppm	19:32	4 ppm	20:30	4 ppm
12:58	0 ppm	13:56	0 ppm	15:41	0 ppm	16:39	3 ppm	17:37	3 ppm	18:35	2 ppm	19:33	4 ppm	20:31	3 ppm
12:59	0 ppm	13:57	0 ppm	15:42	0 ppm	16:40	1 ppm	17:38	3 ppm	18:36	3 ppm	19:34	4 ppm	20:32	3 ppm
13:00	0 ppm	13:58	0 ppm	15:43	0 ppm	16:41	3 ppm	17:39	2 ppm	18:37	2 ppm	19:35	3 ppm	20:33	3 ppm
13:01	0 ppm	13:59	0 ppm	15:44	0 ppm	16:42	2 ppm	17:40	2 ppm	18:38	2 ppm	19:36	5 ppm	20:34	4 ppm
13:02	0 ppm	14:00	1 ppm	15:45	0 ppm	16:43	2 ppm	17:41	2 ppm	18:39	1 ppm	19:37	5 ppm	20:35	3 ppm
13:03	0 ppm	14:01	1 ppm	15:46	0 ppm	16:44	3 ppm	17:42	1 ppm	18:40	0 ppm	19:38	4 ppm	20:36	3 ppm
13:04	2 ppm	14:02	0 ppm	15:47	0 ppm	16:45	3 ppm	17:43	0 ppm	18:41	0 ppm	19:39	3 ppm	20:37	3 ppm
13:05	4 ppm	14:03	0 ppm	15:48	0 ppm	16:46	2 ppm	17:44	2 ppm	18:42	0 ppm	19:40	3 ppm	20:38	3 ppm
13:06	2 ppm	14:04	2 ppm	15:49	0 ppm	16:47	4 ppm	17:45	4 ppm	18:43	0 ppm	19:41	3 ppm	20:39	3 ppm
13:07	2 ppm	14:05	3 ppm	15:50	0 ppm	16:48	4 ppm	17:46	2 ppm	18:44	0 ppm	19:42	3 ppm	20:40	3 ppm
13:08	2 ppm	14:06	3 ppm	15:51	0 ppm	16:49	4 ppm	17:47	2 ppm	18:45	0 ppm	19:43	1 ppm	20:41	3 ppm
13:09	3 ppm	14:07	1 ppm	15:52	0 ppm	16:50	3 ppm	17:48	3 ppm	18:46	0 ppm	19:44	2 ppm	20:42	2 ppm
13:10	2 ppm	14:08	2 ppm	15:53	0 ppm	16:51	3 ppm	17:49	4 ppm	18:47	0 ppm	19:45	2 ppm	20:43	1 ppm
13:11	2 ppm	14:09	1 ppm	15:54	0 ppm	16:52	2 ppm	17:50	6 ppm	18:48	0 ppm	19:46	3 ppm		
13:12	3 ppm	14:10	0 ppm	15:55	0 ppm	16:53	1 ppm	17:51	7 ppm	18:49	0 ppm	19:47	3 ppm		
13:13	2 ppm	14:11	0 ppm	15:56	0 ppm	16:54	0 ppm	17:52	8 ppm	18:50	0 ppm	19:48	3 ppm		
13:14	2 ppm	14:12	2 ppm	15:57	1 ppm	16:55	0 ppm	17:53	8 ppm	18:51	0 ppm	19:49	3 ppm		
13:15	0 ppm	14:13	3 ppm	15:58	0 ppm	16:56	0 ppm	17:54	9 ppm	18:52	0 ppm	19:50	2 ppm		
13:16	0 ppm	15:01	0 ppm	15:59	0 ppm	16:57	1 ppm	17:55	9 ppm	18:53	0 ppm	19:51	0 ppm		
13:17	0 ppm	15:02	0 ppm	16:00	0 ppm	16:58	6 ppm	17:56	7 ppm	18:54	0 ppm	19:52	0 ppm		
13:18	2 ppm	15:03	0 ppm	16:01	0 ppm	16:59	6 ppm	17:57	7 ppm	18:55	0 ppm	19:53	0 ppm		
13:19	1 ppm	15:04	0 ppm	16:02	0 ppm	17:00	5 ppm	17:58	14 ppm	18:56	1 ppm	19:54	0 ppm		
13:20	0 ppm	15:05	0 ppm	16:03	0 ppm	17:01	3 ppm	17:59	10 ppm	18:57	0 ppm	19:55	0 ppm		
13:21	2 ppm	15:06	0 ppm	16:04	0 ppm	17:02	3 ppm	18:00	17 ppm	18:58	1 ppm	19:56	1 ppm		
13:22	3 ppm	15:07	0 ppm	16:05	0 ppm	17:03	3 ppm	18:01	5 ppm	18:59	2 ppm	19:57	2 ppm		
13:23	4 ppm	15:08	0 ppm	16:06	2 ppm	17:04	2 ppm	18:02	6 ppm	19:00	6 ppm	19:58	2 ppm		
13:24	4 ppm	15:09	0 ppm	16:07	2 ppm	17:05	2 ppm	18:03	5 ppm	19:01	8 ppm	19:59	1 ppm		
13:25	3 ppm	15:10	1 ppm	16:08	3 ppm	17:06	2 ppm	18:04	2 ppm	19:02	8 ppm	20:00	0 ppm		

MOY	2,07
	ppm

Annexe 5 - Taux d'incidence de cancer pulmonaire pour 100 000 personnes-années par tranche d'âge et par sexe, en France, 2000³

	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69
Hommes	0,1	0,3	0,7	2,6	10,7	30,2	67,6	121,7	181,5	234,3	302,5
Femmes	0,2	0,3	0,7	1,9	4,5	8,6	12,9	18,6	27,7	35,3	46,4

Annexe 6 - Détails du calcul du taux standardisé d'incidence de cancer pulmonaire chez les salariés de la compagnie d'autobus, par méthode indirecte, 2005⁴

Hommes	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	Total
PA	70,50	359,80	748,30	873,30	940,10	921,50	806,50	588,00	231,30	13,40	0,00	5552,70
Nb cas obs	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00	5,00
TI attendus	0,10	0,30	0,70	2,60	10,70	30,20	67,60	121,70	181,50	234,30	302,50	
Nb cas attendus	0,00	0,00	0,01	0,02	0,10	0,28	0,55	0,72	0,42	0,03	0,00	2,12

Femmes	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	Total
PA	32,00	74,90	150,50	221,60	257,30	256,20	191,20	117,70	57,40	4,50	0,00	1363,30
Nb cas obs	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
TI attendus	0,20	0,30	0,70	1,90	4,50	8,60	12,90	18,60	27,70	35,30	46,40	
Nb cas attendus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,10

PA : personnes-années.

TI : taux d'incidence Francim.

	A	O	O/A	IC
SIR total	2,22	6,00	2,69	0,81 4,80
SIR femmes	0,10	1,00	9,69	0,13 53,91
SIR hommes	2,12	5,00	2,36	0,76 5,50

³ Remontet L, Buemi A, Velten M, Jouglu E, Esteve J. Évolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000. Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2003.

⁴ Bouyer J. et al. – Épidémiologie : principes et méthodes quantitatives. Paris : Inserm, 2001 - p 381.

Annexe 7 - Décret 2002-213 du 15 février 2002

Annexe 7

J.O n° 42 du 19 février 2002 page 3198 texte n° 31

Décrets, arrêtés, circulaires
Textes généraux
Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement

Décret n° 2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des directives 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 et modifiant le 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 qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites

NOR: ATEP0190081D

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 relative à la fixation de valeurs limites pour l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant ;

Vu la directive 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 relative à la fixation de valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 221-1, L. 221-2 et L. 223-1 ;

Vu le 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 qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites ;

Vu l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France du 3 mai 2001 ;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décète :

Article 1

Le décret du 6 mai 1998 susvisé est modifié comme suit :

I. - Le deuxième alinéa de l'article 1er est remplacé par les dispositions suivantes :

« L'annexe I fixe également les seuils de recommandation et d'information mentionnés à l'article 8, au-delà desquels la concentration en polluants a des effets limités et transitoires sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée. »

II. - L'article 3 est abrogé.

III. - L'article 4 est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. 4. - Un arrêté du ministre chargé de l'environnement pris après avis de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie précise les modalités et techniques de surveillance de la qualité de l'air à utiliser.

Ces modalités et techniques de surveillance sont définies pour chacun des polluants mentionnés à l'article 2 en tenant compte notamment de l'importance des populations concernées et des niveaux de polluants. »

IV. - A l'article 7 :

1° Le b est remplacé par les dispositions suivantes : « b) Pour chaque polluant surveillé, une comparaison du niveau de concentration constaté avec les seuils de recommandation et d'information et les seuils d'alerte s'ils existent, avec les niveaux de concentration constatés dans le passé ainsi qu'avec les valeurs limites relatives aux périodes figurant à l'annexe I ».

2° Le cinquième alinéa est remplacé par les dispositions suivantes :

« Les organismes de surveillance de la qualité de l'air diffusent l'information en permanence et la mettent à jour au moins quotidiennement, et toutes les heures lorsque cela est possible. Les informations sur les concentrations en plomb et en benzène sont mises à jour tous les trois mois. »

V. - L'article 8 est remplacé par les dispositions suivantes :
 « Art. 8. - Un arrêté conjoint des ministres chargés de l'environnement, de la santé et de l'intérieur précise le contenu de l'information donnée par le préfet - à Paris par le préfet de police - lorsqu'un seuil de recommandation et d'information est dépassé ou lorsqu'un seuil d'alerte est atteint ou risque de l'être. »

VI. - Les annexes I à IV sont remplacées par les annexes I à IV du présent décret.

Article 2

Le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, la ministre de l'emploi et de la solidarité, le ministre de l'intérieur, le ministre de l'équipement, des transports et du logement, le ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement, le ministre délégué à la santé et le secrétaire d'Etat à l'industrie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié avec ses annexes I et II au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 15 février 2002.

Lionel Jospin

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Yves Cochet

Le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, Laurent Fabius

La ministre de l'emploi et de la solidarité, Elisabeth Guigou

Le ministre de l'intérieur, Daniel Vaillant

Le ministre de l'équipement, des transports et du logement, Jean-Claude Gayssot

Le ministre délégué à la santé, Bernard Kouchner

Le secrétaire d'Etat à l'industrie, Christian Pierret

Nota. - Les annexes III et IV au présent décret peuvent être consultées à la préfecture de chaque département.

A N N E X E I

OBJECTIFS DE QUALITÉ, SEUILS D'ALERTE, SEUILS DE RECOMMANDATION ET D'INFORMATION ET VALEURS LIMITES

1. Polluant visé : dioxyde d'azote

L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 °K et 101,3 kPa.

La période annuelle de référence est l'année civile.

Objectif de qualité : 40 µg/m³ en moyenne annuelle.

Seuil de recommandation et d'information : 200 µg/m³ en moyenne horaire.

Seuils d'alerte : 400 µg/m³ en moyenne horaire.

200 µg/m³ en moyenne horaire si la procédure d'information et de recommandation pour le dioxyde d'azote a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :

- centile 98 (soit 175 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours), calculé à partir des valeurs moyennes par heure ou par périodes inférieures à l'heure, prises sur toute l'année, égal à 200 µg/m³. Cette valeur limite est applicable jusqu'au 31 décembre 2009 ;

- centile 99,8 (soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours), calculé à partir des valeurs

moyennes par heure ou par périodes inférieures à l'heure, prises sur toute l'année, égal à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2010. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Cette valeur est applicable à compter du 1er janvier 2010. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

Valeur limite pour la protection de la végétation : 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle d'oxydes d'azote.

2. Polluants visés : particules fines et particules en suspension

La période annuelle de référence est l'année civile.

Un arrêté des ministres chargés de l'industrie et de l'environnement définit les conditions d'équivalence entre les valeurs mesurées par la méthode des fumées noires et les valeurs mesurées par d'autres méthodes portant notamment sur les particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 ou 10 micromètres.

Objectif de qualité : 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle des concentrations de particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres.

Valeurs limites pour la protection de la santé utilisées pour les concentrations de particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres. Elles ne s'appliquent qu'à la part des concentrations non liées à des événements naturels. On définit par « événements naturels » les événements suivants : éruptions volcaniques, activités sismiques, activités géothermiques, feux de terres non cultivées, vents violents ou remise en suspension atmosphérique ou transport de particules naturelles provenant de régions désertiques.

- centile 90,4 (soit 35 jours de dépassement autorisés par année civile de 365 jours) des concentrations moyennes journalières sur l'année civile : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur est applicable à compter du 1er janvier 2005. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2005 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

Moyenne annuelle : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur est applicable à compter du 1er janvier 2005. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2005 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

3. Polluant visé : plomb

La période annuelle de référence est l'année civile.

Objectif de qualité : 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en concentration moyenne annuelle.

Valeur limite :

- jusqu'au 31 décembre 2001 : 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ;
- à compter du 1er janvier 2002 : 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Le ministre chargé de l'environnement fixe par arrêté la liste des sites pour lesquels la valeur limite de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle s'applique à compter du 1er janvier 2010.

Avant le 1er janvier 2010 et à compter du 1er janvier 2002, la valeur limite applicable pour ces sites est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

4. Polluant visé : dioxyde de soufre

L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 °K et 101,3 kPa. La période annuelle de référence est l'année civile.

Objectifs de qualité : 50 µg/m³ en moyenne annuelle.

Seuil de recommandation et d'information : 300 µg/m³ en moyenne horaire.

Seuil d'alerte : 500 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant trois heures consécutives.

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :

- centile 99,7 (soit 24 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) des concentrations horaires : 350 µg/m³. Cette valeur est applicable à compter du 1er janvier 2005. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2005 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

- centile 99,2 (soit 3 jours de dépassement autorisés par année civile de 365 jours) des concentrations moyennes journalières : 125 µg/m³.

Valeur limite pour la protection des écosystèmes : 20 µg/m³ en moyenne annuelle et 20 µg/m³ en moyenne sur la période allant du 1er octobre au 31 mars.

5. Polluant visé : ozone

Objectifs de qualité :

110 µg/m³ en moyenne sur une plage de 8 heures pour la protection de la santé humaine ;

200 µg/m³ en moyenne horaire et 65 µg/m³ en moyenne sur 24 heures pour la protection de la végétation.

Seuil d'alerte : 360 µg/m³ en moyenne horaire.

6. Polluant visé : monoxyde de carbone

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 10 mg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures.

7. Polluant visé : benzène

Objectif de qualité : 2 µg/m³ en moyenne annuelle.

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 5 µg/m³ en moyenne annuelle, valable à compter du 1er janvier 2010. Avant cette date, la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO n° 42 du 19/02/2002 page 3198 à 3200

Définition et mode de calcul des centiles

Le centile est calculé à partir des valeurs effectivement mesurées, arrondies au microgramme par mètre cube le plus proche. Pour chaque site, toutes les valeurs sont portées dans une liste établie par ordre croissant. Le centile C est la valeur de l'élément de rang k pour lequel k est calculé au moyen de la formule suivante :

$k = C/100 * N$, N étant le nombre de valeurs portées dans la liste ci-dessus. k est arrondi au nombre entier le plus proche.

En juin 2004, la Cire Aquitaine a été saisie par un médecin du travail, inquiet du nombre important de cancers et plus particulièrement de cancers pulmonaires touchant le personnel d'une compagnie d'autobus bordelaise depuis ces 7 dernières années. Une investigation, s'appuyant sur la méthode d'évaluation et de prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses, a été initiée afin de vérifier l'éventualité d'un excès de cas de cancer et l'existence d'un facteur de risque environnemental et/ou professionnel commun.

Au total, 6 cas de cancers primitifs pulmonaires ont été retrouvés chez les salariés de l'entreprise, dont 4 étaient chauffeurs de bus. L'ensemble des cas avait une consommation tabagique actuelle ou passée importante. Si la médiane de l'âge au moment du diagnostic était plus faible que celle retrouvée en population générale, le calcul du ratio standardisé d'incidence n'a pas permis de mettre en évidence un excès de risque. Les investigations environnementales ont révélé que les salariés de cette entreprise étaient soumis à un environnement professionnel globalement défavorable, notamment en ce qui concerne l'exposition à la pollution atmosphérique. Cette exposition est très certainement, comme le confirme la littérature, plus importante chez les chauffeurs de bus. Néanmoins, la part attribuable des expositions environnementales et professionnelles dans la survenue d'un cancer pulmonaire reste sans conteste très modeste par rapport à celle liée au tabagisme.

L'évaluation de l'exposition des chauffeurs à la pollution atmosphérique et plus particulièrement aux particules diesel étant insuffisamment renseignée, des prélèvements d'air supplémentaires pourraient être réalisés. Par ailleurs, une surveillance de tous les cas de cancers incidents doit être poursuivie en veillant à bien colliger les données socio-démographiques, indispensables à la mise en place de toutes études épidémiologiques. Enfin, le facteur d'exposition le plus évident étant le tabagisme, il serait certainement opportun d'envisager des actions de prévention adaptées auprès des salariés de l'entreprise.

In June 2004, the Cire Aquitaine was asked to work on a problem of cancers by an occupational physician. The number of employees, working in a bus company in Bordeaux, who have suffered from cancer and more particularly lung cancer, has worried her a lot for the last seven years. An investigation, leaning on the method of evaluation and coverage of non infectious diseases clusters, was introduced to check the possibility of an excess of cancer cases and the existence of a common environmental and/or professional risk factor.

Altogether, 6 cases of lung primitive cancers were found on the employees of this company, among whom 4 were bus drivers. All of the cases had an important current or past tobacco consumption. Even though, the median age at the time of the diagnosis was lower than in the regular population, the standardized incidence ratio (SIR) didn't confirm a risk excess. The environmental investigations showed that the employees of this company were exposed to a general unfavourable professional environment, especially as regards the atmospheric pollution exposure. The latter is definitely more important for bus drivers, as the literature confirms it. Nevertheless, the appearance of a lung cancer linked to the environmental and professional exposures must be very modest with regards to the smoking addiction part.

The atmospheric pollution exposure of drivers, particularly for diesel particles, was badly evaluated. Supplementary atmosphere samplings could be done. Besides, a surveillance of all new cancers should be carried out. The socio-demographic data must be preserved in order to enable any epidemiological studies. Finally, the most obvious exposure factor is smoking addiction, thus prevention actions for the employees of this company would be appropriate.



INSTITUT DE
VEILLE SANITAIRE

Cellule interrégionale d'épidémiologie Aquitaine
12, rue du Val d'Osne - 94415 Saint-Maurice cedex
Tél. : 33(0) 1 41 79 67 00 - Fax : 33(0) 1 41 79 67 67
<http://www.invs.sante.fr>

ISBN : 2-11-096286-0
Tirage : 650 exemplaires
Dépôt légal : Août 2006
Réalisation : Labrador