

anses
alimentation, environnement, travail



Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs de stationnement couverts

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Juillet 2010

Édition scientifique





Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs de stationnement couverts

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Juillet 2010

Édition scientifique

Maisons-Alfort, le 21 juillet 2010

Le directeur général

AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à la saisine

« Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs de stationnement couverts »

L'Anses a pour mission de contribuer à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'alimentation, de l'environnement et du travail et d'évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du Code de la santé publique).

Le présent avis de l'Anses reprend à son compte les travaux d'expertise conduits par l'Afsset. En effet, l'Anses est devenue juridiquement opérationnelle au 1er juillet 2010 suite à la parution du décret d'application de l'ordonnance du 8 janvier 2010 instituant sa création, et a repris les missions, les acquis et les valeurs de l'Afsset et l'Afssa.

1. PRESENTATION DE LA QUESTION POSEE

L'Afsset a été saisie le 10 avril 2008 par le ministère en charge du travail (Direction générale du travail) sur la question des activités professionnelles et de la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. Considérant les résultats de la précédente expertise de l'Afsset « Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007)¹, le contexte réglementaire, la diversité des métiers des métiers rattachés aux parcs de stationnement couverts et l'accroissement attendu du nombre d'opérateurs intervenant dans ces ouvrages, la Direction générale du travail attendait notamment que ces travaux :

- ① « apportent des informations et des données précises sur l'ensemble des activités professionnelles qui sont assurées par des opérateurs travaillant [...] dans les parcs couverts de stationnement » ;
- ② « donnent lieu, d'une part à une observation directe d'un certain nombre d'activités manifestement plus exposées, d'autre part, pour les activités moins exposées, à une évaluation du temps passé par les opérateurs dans les différents lieux (parking, locaux professionnels spécifiques) qu'ils sont amenés à fréquenter dans le cadre de leurs activités » ;
- ③ « déterminent des scénarios d'exposition (sur la base des données météorologiques antérieures) pour chaque type d'activités recensées à partir des données issues d'observations ou de l'évaluation réalisée précédemment, en fonction notamment de la fréquence et de la durée d'exposition » ;
- ④ « présentent des propositions ou des pistes de réflexion qui permettent de préserver, voire d'améliorer, la santé des opérateurs concernés par des activités professionnelles dans les parcs couverts de stationnement ».

¹ Afsset. (2007). Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. 1-240, Maisons-Alfort, France, Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail.

2. CONTEXTE

Cette expertise fait suite aux travaux sur la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts menés par l'Afsset à la demande des ministères en charge de l'environnement et de la santé (Afsset, 2007). Les conclusions rapportaient des risques sanitaires « *ne pouvant être considérés comme négligeables au vu des concentrations des polluants mesurés dans les quatre parcs investigués et de la connaissance de leurs effets toxiques aigus et chroniques* », surtout pour les professionnels travaillant en zone de circulation automobile. Une des recommandations visait à « *mieux caractériser les populations exposées (travailleurs et usagers) ainsi que leurs modalités d'exposition, notamment la durée* ».

Par ailleurs, cette expertise s'inscrit dans un contexte d'évolutions réglementaires récentes. En effet, depuis la suppression de la rubrique n° 2935 de la nomenclature Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) le 31 mai 2006, l'arrêté en vigueur du 9 mai 2006² n'intègre plus de dispositions spécifiques à l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts, ni de valeurs limites de concentration d'un indicateur de pollution atmosphérique. En outre ce même arrêté autorise dans le cadre du fonctionnement normal des parcs de stationnement, sans mesure de sécurité supplémentaire, les activités annexes liées à l'automobile, notamment : aires de lavage de véhicules, montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.), location de véhicules, location et stationnement de cycles.

3. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée par l'Afsset dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) » avec pour objectif de respecter les points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

Les travaux d'expertise ont été soumis à une relecture et analyse critique de deux rapporteurs portant sur l'évaluation des risques sanitaires et les recommandations. Les travaux ont été présentés régulièrement au comité d'experts spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques, et ont été adoptés par le CES lors de la séance du 28 avril 2010. Cette expertise est ainsi issue d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

Le présent avis se fonde pour les aspects scientifiques sur le rapport final issu de cette expertise collective (« *Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs de stationnement couverts* », avril 2010) et a été rédigé par l'Anses.

4. RESULTATS

Préambule

Il existe peu de données chiffrées permettant de recenser les parcs de stationnement couverts en France. Selon la Fédération Nationale des Métiers du Stationnement (FNMS), la France métropolitaine en compterait environ 2000 ayant une mission de service public du stationnement dont environ 1700 avec une capacité supérieure à 200 places de stationnement.

La FNMS estime que le nombre de salariés travaillant à l'intérieur de parkings couverts pour leur exploitation exclusivement³ tend à diminuer. Cette tendance s'explique notamment par l'automatisation des systèmes de paiement et le développement de la télégestion (télésurveillance, gestion de plusieurs parcs « asservis » à partir d'un parc « maître », ...).

² Arrêté du 9 mai 2006 portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public

³ Comprend principalement les activités d'accueil, surveillance et petit entretien courant du parc. N'inclut pas les services extérieurs aux exploitants de parc (location et nettoyage de véhicules, ...).

Les services aux usagers autres que ceux propres à l'exploitation des parcs (exemples : location et nettoyage de véhicules) connaissent, quant à eux, un essor. En effet, les parcs de stationnement couverts, surveillés en permanence et étant une zone de passage de nombreux usagers, sont un espace attractif pour les sociétés désireuses de proposer des services. Ces développements contribuent, par ailleurs, à rendre le parc de stationnement plus accueillant et attractif pour les usagers.

Caractérisation des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts

L'Afsset a réalisé entre décembre 2008 et mars 2009 une enquête transversale à l'échelle nationale (France métropolitaine) auprès de 467 parcs de stationnement avec pour principal objectif d'évaluer par activité professionnelle :

- les durées et fréquences de travail,
- la prévalence des différentes activités professionnelles au sein des parcs couverts,
- et le nombre de travailleurs.

Le taux de réponse à l'enquête a été de 91%. Parmi l'ensemble des réponses, un échantillon d'étude a été constitué de 292 parcs de stationnement répartis sur 68 villes du territoire métropolitain. Ces parcs sélectionnés répondaient aux critères suivants : parc ouvert au public, capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement, parc non largement ventilé.

Les résultats de l'enquête révèlent que :

- **L'exploitation du parc et le nettoyage de véhicules sont les activités pour lesquelles les durées de travail, et donc d'exposition, dans le parc sont globalement les plus élevées.** En effet, ces deux activités impliquent généralement une présence du travailleur dans le parc au quotidien et en (quasi)continu sur la journée. Ainsi, concernant l'activité d'exploitation, le temps passé en dehors de l'accueil, donc principalement en dehors du local équipé d'une ventilation mécanique indépendante, est estimé à plus de 30 % de la journée de travail pour 90% des travailleurs, et à plus de 60% pour 10% d'entre eux.
- **Les activités de maintenance et d'entretien du parc et de ses équipements (barrières et équipements de péage, ventilation et désenfumage, nettoyage du parc) présentent globalement des durées de travail plus faibles et plus variables.** En effet, elles impliquent souvent une présence intermittente sur la journée de travail et sur l'année du travailleur dans le parc (travailleurs exerçant dans plusieurs parcs, travailleurs dont la présence dans un parc est requise uniquement en cas de panne ou de vérification).
- Le nombre d'années travaillées pour l'activité de nettoyage de véhicules est significativement plus faible que pour les autres activités et atteint au plus 10 ans. Ce résultat peut être argumenté par le caractère peu qualifiant et précaire de cette activité et par un turn-over élevé des salariés. L'évolution du nombre d'années travaillées par ces opérateurs est plus difficilement appréhendable compte tenu de l'émergence plus récente de cette activité professionnelle. Parmi les autres activités, le nombre maximal d'années travaillées peut atteindre 39 ans.
- L'activité de nettoyage de véhicules est observée dans 21% des parcs de stationnement couverts, la location de véhicules dans 9%, et la distribution de carburant dans moins de 1%.

Sur la base du nombre de travailleurs recensés par l'enquête et du nombre de parcs de stationnement couverts en France considéré par la FNMS, il est estimé qu'environ 8000 individus travaillent à l'exploitation des parcs en France métropolitaine, environ 3000 à l'entretien et maintenance des barrières et équipements de péage, environ 3000 à l'entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage, et environ 700 au nettoyage de véhicules.

Observations de terrain et analyse d'activités professionnelles exercées dans les parcs de stationnement couverts

En complément, l'Afsset a sollicité l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact) pour recueillir des observations sur le terrain, analyser différentes activités de travail exercées dans les parcs de stationnement couverts, et mieux appréhender les durées et conditions d'exposition des travailleurs. L'Anact a également cherché à appréhender les représentations que les travailleurs ont de leurs conditions de travail.

Les observations de terrain ont été réalisées dans 3 parcs de stationnement souterrains entre décembre 2008 et juillet 2009. Les quatre activités professionnelles suivantes ont fait l'objet d'une analyse : **maintenance électrique, nettoyage de véhicules automobiles, location de véhicules automobiles, exploitation du parc.**

La maintenance électrique des parcs de stationnement couverts inclut la vérification régulière des groupes électrogènes, l'entretien périodique des éclairages et des blocs de sécurité. Environ les trois quarts de la durée d'intervention sont en zones de circulation ou dans les locaux techniques. Les électriciens réalisent également des opérations plus ponctuelles qui peuvent entraîner sur une ou plusieurs journées des durées de travail prolongées en zones de circulation. Le nombre d'années travaillées par les opérateurs peut être élevé parmi ces métiers spécialisés qui demandent des habilitations.

Cette catégorie de travailleurs est concernée par les risques sanitaires liés à l'exposition à l'air du parc. Les facteurs contribuant à leur exposition sont leur présence dans les zones de circulation, leurs postures pouvant requérir un effort statique, et leur proximité avec les particules remises en suspension de par leur activité. Néanmoins, leur niveau d'exposition semble souvent limité par une circulation réduite ou nulle des usagers dans le parc durant leurs horaires de travail.

Le nettoyage de véhicules automobiles est effectué essentiellement par de très petites entreprises situées en proximité immédiate de la circulation automobile du parc.

Cette catégorie de travailleurs est particulièrement exposée. Les facteurs contribuant à leur exposition sont leur présence en zone de circulation automobile durant la quasi-totalité du temps de travail, et leurs tâches et postures impliquant un effort physique. Néanmoins, leur exposition sur le long terme est limitée par la durée généralement plus faible d'exercice de ce métier.

La location de véhicules automobiles est souvent gérée par des sociétés privées qui disposent d'un local dans le parc. Les tâches d'entretien et nettoyage des véhicules de location sont plus exposées. Néanmoins, le temps passé en zone de circulation automobile par le loueur assurant ces tâches se limite à environ 15 % de son temps de travail.

L'exploitation du parc inclut diverses tâches : entretien, nettoyage, vidage des bacs de tickets aux barrières de péage, aide et renseignement aux usagers, encadrement des interventions de maintenance, fiabilisation des équipements, suivi des travaux d'amélioration et coordination des entreprises extérieures, surveillance et comptage de véhicules. Elle nécessite parfois une présence continue (24h/24, 7j/7). Les exploitants observés passent environ 50% de leur temps de travail dans le local d'exploitation, 25% en zone de circulation piétonne, et 25% en zone de circulation automobile et zone technique.

Il ressort de plusieurs observations de l'Anact qu'en matière de **perception du risque sanitaire lié à l'air du parc**, les opérateurs considèrent souvent la zone de circulation automobile comme un lieu de travail « normal » et ne se préoccupent pas prioritairement de leur exposition à l'air ambiant du parc. L'analyse de leur activité n'a pas permis de déceler de stratégie de protection des travailleurs vis-à-vis de l'atmosphère du parc. Concernant la maintenance électrique, leur possible affectation à plusieurs parcs rend plus complexe la perception de leurs conditions de travail par l'encadrement hiérarchique et les médecins du travail.

Evaluation des risques sanitaires

L'objectif est de caractériser les risques sanitaires associés aux activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts, et en particulier d'identifier les activités professionnelles les plus risquées, et les polluants les plus problématiques, en vue de proposer des recommandations de prévention.



Les risques sanitaires liés à une exposition chronique à des contaminants chimiques de l'air du parc ont été évalués pour des niveaux et durées d'exposition⁴ modérés (médiants) et élevés chez les travailleurs exerçant régulièrement les activités suivantes :

- exploitation du parc (accueil, surveillance générale, petit entretien courant du parc, nettoyage du parc, surveillance incendie),
- entretien et maintenance des barrières et équipements de péage,
- entretien et maintenance de la ventilation et des équipements de désenfumage,
- nettoyage du parc,
- nettoyage de véhicules.

Les risques sanitaires liés à une exposition aiguë ont également été évalués pour ces travailleurs à partir des niveaux maximaux de concentrations de polluants mesurés dans l'air des parcs de stationnement couverts.

L'évaluation des risques sanitaires s'est appuyée sur des repères usuels d'acceptabilité du risque, notamment les valeurs de 10^{-5} et 10^{-6} pour l'excès de risque individuel (ERI)⁵.

Les résultats montrent que l'ensemble des activités professionnelles étudiées engendrent des risques sanitaires notables⁶ liés à la pollution chimique de l'air ambiant dans les parcs de stationnement couverts (à l'exception du scénario d'exposition chronique modérée pour l'activité d'entretien et maintenance des barrières et équipements de péage). **Les limites et incertitudes de cette analyse ne semblent pas à même de remettre en cause cette conclusion.**

Les risques liés aux expositions aiguës sont dus en particulier au monoxyde de carbone (risque d'effets hypoxiques) **et au dioxyde d'azote** (risque d'effets toxiques sur le système respiratoire, notamment chez les asthmatiques).

Les risques liés aux expositions chroniques sont notamment dus au benzène (risque de leucémies) **et au dioxyde d'azote** (risque d'effets toxiques sur le système respiratoire, notamment chez les asthmatiques), et secondairement **aux particules (PM₁₀)** (risque d'effets toxiques sur les systèmes respiratoire et cardiovasculaire) **et au formaldéhyde** (risque d'irritations oculaires et nasales).

L'exploitation du parc et le nettoyage de véhicules présentent globalement les durées de travail, et donc d'exposition, les plus élevées. Aussi ces deux activités semblent les plus préoccupantes en termes d'exposition des travailleurs aux polluants atmosphériques du parc.

Concernant l'activité d'exploitation du parc, les facteurs limitant l'exposition et donc les risques sanitaires des travailleurs sont notamment : un niveau faible de pollution dans la zone de stationnement automobile, un isolement efficace du local d'exploitation et une part de la durée de travail passée dans le local la plus importante possible.

Concernant le nettoyage de véhicules, les facteurs limitant l'exposition des travailleurs apparaissent beaucoup plus restreints, cette activité impliquant généralement la présence du travailleur au quotidien et en (quasi)continu sur la journée dans la zone de circulation automobile du parc. L'estimation du risque pour une exposition modérée des laveurs de véhicules dépasse le niveau d'acceptabilité de 10^{-6} (benzène)⁷ même en ne considérant qu'une durée de travail équivalant à 1% de la durée d'une vie⁸.

4 Les niveaux et durées d'exposition utilisés sont respectivement issus des campagnes de mesures dans l'air de parcs de stationnement couverts menées en 2006 (Afsset, 2007), et des données collectées par l'enquête transversale de l'Afsset.

5 Des ERI de 10^{-5} et 10^{-6} correspondent respectivement à une probabilité supplémentaire d'observer un effet néfaste de 1/100000 et 1/1000000 chez les individus exposés.

6 Est entendu par risques sanitaires notables, les niveaux de risques dépassant les repères usuels d'acceptabilité du risque, notamment les valeurs de 10^{-5} et 10^{-6} pour l'ERI.

7 10^{-6} (benzène) : soit un cas supplémentaire attendu de leucémie pour 1 000 000 individus exposés.

8 A titre indicatif, une durée de travail effective de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, 48 semaines par an, durant 40 ans, équivaut à 13% de la durée d'une vie estimée à 70 ans.

Concernant les activités de maintenance et d'entretien du parc et de ses équipements (barrières et équipements de péage, ventilation et désenfumage, nettoyage du parc), l'exposition des travailleurs à l'air des parcs couverts est d'autant plus variable qu'elle est souvent intermittente sur leur journée de travail et sur l'année. Des risques dépassant les niveaux d'acceptabilité de 10^{-5} et 10^{-6} (benzène) ne peuvent être exclus pour une partie de ces travailleurs.

En conclusion, la précédente expertise (Afsset, 2007) avait soulevé des questions sur les risques sanitaires des travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts, compte tenu des concentrations atmosphériques de polluants mesurés dans ces ouvrages et de la connaissance de leurs effets toxiques. Elle recommandait de mieux caractériser les populations exposées ainsi que leurs modalités d'exposition, notamment la durée.

La présente expertise montre l'existence, chez ces travailleurs, de risques sanitaires liés à la pollution chimique de l'air ambiant des parcs de stationnement couverts. Elle s'appuie notamment sur une large collecte de données concernant les activités professionnelles exercées par ces travailleurs, leurs fréquences et durées de travail.

Cette conclusion est valable en dépit des difficultés persistantes à évaluer ces risques. Ces difficultés sont liées au nombre de polluants émis par les véhicules (échappement, évaporation des carburants, systèmes de freinage), à la connaissance imparfaite des concentrations atmosphériques des polluants dans ces ouvrages et des effets de certains d'entre eux.

Enfin, l'évaluation des risques sanitaires sur la base des valeurs toxicologiques de référence a mis en évidence que le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) ne permettait pas toujours de maintenir les risques à des niveaux considérés comme acceptables.

5. RECOMMANDATIONS⁹

Reprenant à son compte les recommandations issues de l'expertise collective, l'Anses recommande en particulier :

- ① d'améliorer et évaluer la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts, notamment par :
 - la mise en œuvre des recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts formulées dans l'avis de l'Afsset du 20 avril 2007, et notamment la fixation de valeurs limites proposées pour l'indicateur de pollution atmosphérique NO (monoxyde d'azote) ;
 - la mise en œuvre des solutions techniques disponibles pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts, des exemples sont décrits en annexe du présent avis ;
- ② dès lors qu'une qualité de l'air satisfaisante ne peut être assurée pour les travailleurs exposés :
 - **de ne pas autoriser les activités qui ne sont pas indispensables à la mission de stationnement des parcs et qui impliquent la présence de travailleurs dans les niveaux souterrains ou les niveaux ne comportant pas de larges ouvertures sur l'extérieur (façades latérales)** ; les activités impliquant une présence prolongée et fréquente des travailleurs en dehors des locaux équipés d'une ventilation mécanique indépendante seront à considérer en priorité (par exemple le nettoyage de véhicules) ;
 - **de réduire autant que possible l'exposition des travailleurs pour les activités indispensables à la mission de stationnement des parcs (accueil, surveillance, maintenance)**, notamment en :
 - limitant la durée de leur présence au strict nécessaire dans les niveaux souterrains et les niveaux ne comportant pas de larges ouvertures sur l'extérieur (façades latérales), en dehors des locaux équipés d'une ventilation mécanique indépendante ;

- favorisant la fréquentation des zones du parc où la qualité de l'air est la plus satisfaisante (locaux équipés d'une ventilation spécifique, voies piétonnes signalisées, ...) ;
- prenant en compte la qualité de l'air lors de l'implantation ou modification de postes de travail, que ce soit dans le cadre de la conception de nouveaux parcs ou dans le cadre du réaménagement de parcs existants ;

③ de veiller au strict respect de la réglementation en matière d'évaluation et de gestion du risque chimique en milieu professionnel, afin de renforcer le suivi et l'encadrement des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts.

En complément, l'Anses recommande :

④ de réviser en priorité les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) du benzène, du dioxyde d'azote et du monoxyde de carbone.

Fait en six exemplaires,

Le Directeur général

Marc MORTUREUX

9 Les recommandations n'ont pas pour objet de :

- fournir des instructions en cas d'accident ou d'incendie ;
- prévenir des risques sanitaires non liés à la pollution de l'air ambiant du parc et qui peuvent exister pour les travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts (risques électrique, chimique, microbiologique, mécanique...)
- prévenir des risques sanitaires liés à des sources de pollution atmosphérique spécifiques à certaines activités professionnelles telles que : la remise en suspension de poussières notamment pour les activités d'entretien et maintenance du parc (par exemple lors du tirage de câbles), l'utilisation de préparations et produits chimiques notamment dans le cadre des activités de nettoyage, l'émission de polluants volatils par les matériaux d'ameublement et de construction du local d'exploitation. Pour déterminer si des précautions additionnelles sont nécessaires, une analyse de risques prenant en compte les caractéristiques propres à l'installation, à son environnement et à l'activité considérée doit être effectuée.

ANNEXE : EXEMPLES DE SOLUTIONS POUR AMELIORER LA QUALITE DE L’AIR ET REDUIRE L’EXPOSITION DES TRAVAILLEURS

- Asservir la ventilation aux critères de qualité de l’air prédéfinis (ex : valeur limite d’un ou plusieurs indicateurs de pollution). La stratégie peut consister à varier la vitesse de ventilation régulée en fonction de différentes valeurs limites d’un ou plusieurs indicateurs de pollution. Des systèmes de ventilation récents sont équipés de variateurs de vitesse et permettent ainsi une ventilation proportionnelle aux concentrations mesurées ;
- Améliorer le contrôle localisé des niveaux de polluants, par exemple avec des systèmes de ventilation double flux multidirectionnelle dont la conception et maintenance sont appropriées ;
- Améliorer localement la qualité de l’air, par exemple en insufflant un excédent d’apport en air frais au niveau des zones fréquentées (hall d’ascenseur, zones piétonnes, ...) ;
- Réduire l’impact des émissions sur la qualité de l’air du parc, par exemple en privilégiant la combinaison d’une ventilation par dilution et d’une stratégie d’extraction de l’air au niveau des pots d’échappement dans les zones de fortes émissions (rampes de circulation, zones de circulation critique, points de stationnement). Les orifices locaux d’extraction peuvent *de facto* réduire la puissance nécessaire du système de ventilation par dilution ;
- Réduire l’exposition des travailleurs en favorisant le développement des moyens automatisés permettant de réduire la présence des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts tels que la télégestion (télésurveillance, télégestion de plusieurs parcs à partir d’un seul), bornes automatiques de péage, systèmes automatisés de location de véhicules (auto-partage, ...).
- Etudier au préalable de la mise en œuvre d’une stratégie de ventilation son rapport coût énergétique / efficacité de ventilation ;
- Réduire les émissions des véhicules dans le parc en optimisant la circulation des véhicules afin notamment de limiter la congestion du trafic :
 - o réduction de la durée de circulation des véhicules dans le parc (signalisation directionnelle, signalisation de places disponibles) ;
 - o facilitation de la sortie des véhicules (émissions froides généralement plus émettrices) ;
 - o limitation de la possibilité de vitesse excessive, d’accélération et de décélération brutales (règles de circulation, agencement et dimensionnement des voies de circulation).

Par exemples, un parc conçu avec de nombreux niveaux peut rendre plus complexe la recherche d’une place libre et accroître de fait la durée de circulation dans le parc. Certaines caractéristiques d’agencement peuvent améliorer la circulation telle que les stratégies de circulation à sens uniques et des largeurs de voies importantes. Cependant de larges voies sur de longues lignes droites peuvent encourager les vitesses excessives. Un dimensionnement restreint des places de stationnement et voies de circulation tend à augmenter les durées de manœuvre de stationnement et contribue à ralentir le trafic.
- S’assurer de l’efficacité de la ventilation dans les locaux de travail équipés d’une ventilation mécanique indépendante ;
- Développer une norme d’audit de la qualité de l’air dans les parcs de stationnement couverts intégrant la qualité de l’air dans les locaux équipés d’une ventilation indépendante. Une série de normes AFNOR propose déjà une démarche d’audit de la qualité de l’air intérieur dans différents environnements¹⁰ ;
- A termes, intégrer à tout projet de conception ou de modification d’un parc de stationnement couvert, avant sa réalisation, un plan de gestion de la qualité de l’air et le porter à la connaissance d’une autorité compétente et indépendante.

¹⁰ Par exemples : bâtiments à usage de bureaux et locaux analogues (norme X43-401), habitat (norme X43-403), moyens collectifs de transport et gares (norme X43-105) et bâtiments à usage d’enseignement (XP X43-407)



Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs de stationnement couverts

Saisine n° « 2008/003 »

RAPPORT d'expertise collective

Comité d'experts spécialisés « Evaluation des risques liés aux milieux aériens »

Avril 2010

Mots clés

Parc stationnement, Qualité air, Pollution atmosphérique, Exposition professionnelle, Activité professionnelle, Evaluation risque, Risque sanitaire

Présentation des intervenants

RAPPORTEURS

Les chapitres 5 à 6 du présent rapport, relatifs à l'évaluation des risques sanitaires et aux recommandations, ont bénéficié de la relecture et analyse critique de :

M. Philippe GLORENNEC – Enseignant chercheur (Ecole des hautes études en santé publique) – Spécialités : épidémiologie, évaluation des risques sanitaires.

M. David VERNEZ – Chef de groupe (Institut universitaire romand de santé au travail) – Spécialités : hygiène du travail, sciences de l'exposition.

ADOPTION DU RAPPORT PAR LE(S) COMITE(S) D'EXPERTS SPECIALISES

Les travaux menés par l'Afsset ont été présentés au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » lors des séances plénières des : 9 juillet 2008, 30 septembre 2008, 5 mai 2009, 10 novembre 2009, 12 janvier 2010, 11 mars 2010.

Ce rapport préparé par l'Afsset a été soumis pour commentaires puis pour adoption au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » lors de sa séance du 11 mars 2010. Le CES a adopté les travaux repris dans ce rapport.

Président

M. Christian ELICHEGARAY – Chef du département « Surveillance de la qualité de l'air » (ADEME) – Spécialités : physico-chimie de l'atmosphère, surveillance de la qualité de l'air.

Membres

M. René ALARY – Retraité, ex responsable du département Air (Laboratoire central de la préfecture de police) – Spécialités : pollution et chimie atmosphérique, métrologie.

Mme Isabella ANNESI MAESANO – Responsable de l'équipe « Epidémiologie des maladies allergiques et respiratoires » (Faculté de médecine St-Antoine) – Spécialités : épidémiologie respiratoire.

Mme Armelle BAEZA – Maître de conférence, HDR Toxicologie (Université Paris Diderot) – Spécialités : toxicologie

M. Olivier BLANCHARD – Ingénieur de recherche (EHESP) – Spécialités : évaluation des risques sanitaires, pollution atmosphérique.

Mme Nathalie BONVALLOT – Enseignant-chercheur (EHESP) – Spécialités : toxicologie, évaluation des risques sanitaires

Mme Christine BUGAJNY – Responsable du groupe Air (CETE-Nord-Picardie) – Spécialités : pollution atmosphérique et transports, métrologie, évaluation des risques sanitaires.

M. Pierre-André CABANES – Médecin adjoint au service médical (EDF) – Spécialités : santé publique, évaluation des risques sanitaires.

M. Dave CAMPAGNA – Responsable de la mise en place d'une surveillance épidémiologique au sein des agents de la RATP – Spécialités : épidémiologie.

M. Christophe DECLERCQ – Coordonnateur du Programme de Surveillance Air et Santé (département santé et environnement, InVS, Saint-Maurice) – Spécialités : médecine (santé publique et travail), épidémiologie, statistique, évaluation des risques.

Mme Véronique DELMAS – Directrice de l'AASQA de Normandie (Air Normand) – Spécialités : surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Mme Véronique EZRATTY – Médecin évaluateur de risques (EDF) – Spécialités : santé publique, évaluation des risques.

M. Philippe GLORENNEC – Enseignant chercheur (EHESP) – Spécialités : épidémiologie, évaluation des risques sanitaires.

M. Horacio HERRERA – Chef de département (IST) – Spécialités : santé travail (hygiéniste), surveillance des ambiances de travail (métrologie, chimie analytique).

Mme Séverine KIRCHNER – Responsable du pôle Expologie des environnements intérieurs (CSTB) Coordinatrice de l'OQAI – Spécialités : chimie et pollution de l'atmosphère, air intérieur.

M. Philippe LAMELOISE – Directeur d'Airparif, surveillance de la qualité de l'air en Ile de France – Spécialités : surveillance de la qualité de l'air ambiant, chimie de l'atmosphère.

Mme Agnès LEFRANC – Adjointe au responsable du département santé-environnement (InVS) – Spécialités : épidémiologie, évaluation d'impact sanitaire.

M. Maurice MILLET – Maître de conférences des universités (Centre de Géochimie de la surface, Université Louis Pasteur) – Spécialités : physique-chimie, pesticides dans l'air.

M. Alain MORCHEOINE – Directeur Air et Transport (ADEME) – Spécialités : pollution atmosphérique, émissions dans l'air.

M. Yannick MOREL – Chef du département détection biologique (Centre d'études du Bouchet) – Spécialités : toxicologie moléculaire.

M. Jean-Paul MORIN – Chargé de recherche (INSERM) – Spécialités : métrologie et toxicologie des aérosols complexes atmosphériques et de combustion.

M. Christophe PARIS – Médecin professeur des universités et praticien hospitalier (CHU de Nancy) – Spécialités : épidémiologie, pathologie professionnelles.

M. Vincent-Henry PEUCH – Chercheur en modélisation numérique de la composition chimique de l'atmosphère (Centre National de Recherches Météorologiques) – Spécialités : modélisation atmosphérique.

M. Charles POINSOT – Directeur (Atmo Nord-Pas-de-Calais) – Spécialités : surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Mme Martine RAMEL – Responsable du programme LCSQA (INERIS) – Spécialités : qualité de l'air ambiant, polluants de l'air.

M. Fabien SQUINAZI – Médecin biologiste, directeur (Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) – Spécialités : air intérieur, microbiologie, pathologies professionnelles induites par la qualité de l'air.

M. Jean-Marc THIBAUDIER – Médecin du travail (Mutualité Sociale Agricole des Alpes du Nord) – Spécialités : médecine du travail, produits chimiques, produits phytosanitaires et biocides, exposition en milieu agricole.

M. Jacques VENDEL – Chef de laboratoire (IRSN) – Spécialités : métrologie, physico-chimie des aérosols.

AFSSET

Coordination et contribution scientifique

M. Matteo REDAELLI – Chef de projets scientifiques au département des expertises en santé environnement et travail.

Rédaction

M. Matteo REDAELLI – Chef de projets scientifiques au département des expertises en santé environnement et travail.

Avec l'appui de :

Mme Audrey MALRAT-DOMENGE – Chef de projets scientifiques au département des expertises en santé environnement et travail.

Appui à l'élaboration des scénarios d'exposition et à l'évaluation des risques sanitaires

Mme Audrey MALRAT-DOMENGE – Chef de projets scientifiques au département des expertises en santé environnement et travail.

Relecture critique pour l'identification et la sélection des valeurs toxicologiques de référence

M Christophe ROUSSELLE – Chef de l'unité Toxicologie au département des expertises en santé environnement et travail

Appui à l'enquête Afsset sur les activités professionnelles dans les parcs de stationnement couvertsApprobation du protocole de l'étude par enquête

Melle Céline MELCHIOR – Chef de l'unité Sources et Procédés au département des expertises en santé environnement et travail

Mme Sandrine PHILIPPE – Chef de l'unité Méthodologie et Outils scientifiques au département des expertises en santé environnement et travail au département Méthodologie, Recherche et Relations Extérieures

Elaboration de l'outil de saisie et stockage des données

M. Ohri YAMADA – Chef de projets scientifiques au département des expertises en santé environnement et travail

M. Arnaud GENDRY – Chef de projets techniques au département des expertises en santé environnement et travail

Recueil des données

Melle Mélanie GARCIA-MARTINEZ – Assistante au département des expertises en santé environnement et travail

Secrétariat administratif

Mme Sophia SADDOKI

AUDITION DE PERSONNALITES EXTERIEURES

Fédération Nationale des Métiers du Stationnement

M. François LEVERT – Délégué général

M. Marc GENDROT – Secrétaire général

CONTRIBUTIONS EXTERIEURES

« Données de l'enquête Afsset sur les activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts » (**Participants à l'enquête : AC2C Sécurité, ACS, Auto Clean Service, Autobella, AVIS, BMW, Caisse commune, Champagne Parc Auto, Climex, Hertz, Elyo, Energie Relais, Epolia, Firts Class Service, Firts Piazza, Interparking France, Interparking France (Uniparc Cannes), Interparking France (Solopark), Kone, L'Abreysienne, Lustra, Lyon Parc Auto, Mobizen, Montreuil Stationnement, NGE, Orléans Gestion, Otis, Parcus, Park Alizés, Parkeo, Q-Park, Renault Savour Club, RMG, Rouen Park, SAEMES, SEA, SEMIACS, SEMNA, Socotec, Sofipark, Thales, Troyes Parc Auto, Urbis Park, Vinci Park**)

« Etude des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts par des observations de terrain » (**Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail**)

« Données et résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air dans 4 parcs de stationnement couverts » (**Laboratoire Central de la Préfecture de Police**)

« Données et résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air dans 25 parcs de stationnement couverts » (**Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique dans le Rhône et la région Lyonnaise en partenariat avec Lyon Parc Auto**)

« Données des « fichiers entreprise » répondant au code NAF 5221Z » (**Chambres de Commerce et de l'Industrie**)

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Expertise collective : synthèse et conclusions	9
Abréviations	16
Liste des tableaux.....	19
Liste des figures.....	19
1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine	21
1.1 Contexte.....	21
1.2 Objet de la saisine	23
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre (Afsset, CES) et organisation.....	23
2 Préambule.....	26
2.1 Les parcs de stationnement en France métropolitaine.....	26
2.2 Les activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts	29
2.3 Systèmes de ventilation dans les parcs de stationnement couverts	32
3 Caractérisation des parcs de stationnement couverts et de leurs activités professionnelles en France (enquête Afsset)	36
3.1 Contexte.....	36
3.2 Objectifs	36
3.3 Méthode	36
3.4 Réalisation	41
3.5 Résultats – Taux de réponse et échantillon d'enquête.....	43
3.6 Résultats – Analyse descriptive du parc national des parkings couverts.....	44
3.7 Résultats – Analyse descriptive des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts.....	55
4 Observations de terrain et analyse d'activités professionnelles exercées dans les parcs de stationnement couverts (étude Anact).....	61
4.1 Demande et objectifs	61
4.2 Méthode	61
4.3 Résultats	65
5 Evaluation des risques sanitaires	71
5.1 Evaluation de l'exposition des travailleurs exerçant régulièrement dans les parcs de stationnement couverts.....	71
5.2 Identification et sélection des VTR	82
5.3 Caractérisation des risques sanitaires.....	90
5.4 Discussion.....	95
5.5 Conclusion	101
6 Recommandations	103
7 Bibliographie	105
7.1 Publications, rapports, ouvrages, communications	105
7.2 Normes.....	111
7.3 Législation et réglementation.....	111

Annexe 1 : Lettre de saisine	113
Annexe 2 : Présentation des positions divergentes	116
Annexe 3 : Synthèse des déclarations publiques d'intérêts des experts par rapport au champ de la saisine	117
Annexe 4 : Réglementation et recommandations institutionnelles concernant la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts, et l'hygiène et la sécurité des travailleurs	125
Annexe 5 : Etude de Coparly sur la mesure de polluants atmosphériques dans les parcs de stationnement - Informations générales	131
Annexe 6 : Dépassement des « valeurs cibles Afsset » limitant les risques pour la santé des travailleurs dans les parcs de stationnement (Coparly, 2009)	133
Annexe 7 : Enquête Afsset - Méthode d'identification du code NAF le plus adapté	139
Annexe 8 : Enquête Afsset - Questionnaire d'enquête	142
Annexe 9: Enquête Afsset - Villes d'implantation des parcs inclus dans l'étude	148
Annexe 10: Rapport de l'Anact : Activités professionnelles et qualité de l'air dans les parcs couverts de stationnement.	149
Annexe 11 : Résultats de mesures de la campagne du LCPP utilisés pour les scénarios d'exposition.....	178
Annexe 12 : Résultats issus de l'enquête Afsset sur les activités professionnelles exercées dans les parcs de stationnement couverts ..	185
Annexe 13 : Concentrations ubiquitaires dans différents « micro-environnements » (Afsset, 2007)	192
Annexe 14 : Facteurs d'abattement entre concentrations dans le local d'exploitation et dans le parc.....	194
Annexe 15 : Limites des Valeurs Toxicologiques de Référence (Afsset, 2007)	196
Annexe 16 : Exemples de solutions pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des travailleurs	200

Expertise collective : synthèse et conclusions

EXPERTISE COLLECTIVE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

Relatif à

« Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs de stationnement couverts »

Saisine Afsset n° « 2008-003 »

Ce document synthétise les travaux de l'Afsset et des rapporteurs et présente les éventuels compléments du Comité d'Experts Spécialisés (CES).

Présentation de la question posée

L'Afsset a été saisie le 10 avril 2008 par le ministère en charge du travail (Direction générale du travail) sur la question des activités professionnelles et de la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. Considérant les résultats de la précédente expertise de l'Afsset « Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007), le contexte réglementaire, la diversité des métiers des métiers rattachés aux parcs de stationnement couverts et l'accroissement attendu du nombre d'opérateurs intervenant dans ces ouvrages, la Direction générale du travail attendait notamment que ces travaux :

- ① « apportent des informations et des données précises sur l'ensemble des activités professionnelles qui sont assurées par des opérateurs travaillant [...] dans les parcs couverts de stationnement » ;
- ② « donnent lieu, d'une part à une observation directe d'un certain nombre d'activités manifestement plus exposées, d'autre part, pour les activités moins exposées, à une évaluation du temps passé par les opérateurs dans les différents lieux (parking, locaux professionnels spécifiques) qu'ils sont amenés à fréquenter dans le cadre de leurs activités » ;
- ③ « déterminent des scénarios d'exposition (sur la base des données météorologiques antérieures) pour chaque type d'activités recensées à partir des données issues d'observations ou de l'évaluation réalisée précédemment, en fonction notamment de la fréquence et de la durée d'exposition » ;
- ④ « présentent des propositions ou des pistes de réflexion qui permettent de préserver, voire d'améliorer, la santé des opérateurs concernés par des activités professionnelles dans les parcs couverts de stationnement ».

Contexte

Cette expertise fait suite à de précédents travaux menés par l'Afsset à la demande des ministères en charge de l'environnement et de la santé (Afsset, 2007)¹. Les conclusions soulevaient notamment que les risques sanitaires liés aux parcs de stationnement couverts, surtout pour les professionnels travaillant en zone de circulation automobile, « ne pouvaient être considérés comme négligeables au vu des concentrations des polluants mesurés dans les quatre parcs investigués et de la connaissance de leurs effets toxiques aigus et chroniques ». Une des recommandations était de « mieux caractériser les populations exposées (travailleurs et usagers) ainsi que leurs modalités d'exposition, notamment la durée ».

¹ Afsset. (2007). Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. 1-240, Maisons-Alfort, France, Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail.

Par ailleurs, ces travaux s'inscrivent dans un contexte d'évolutions réglementaires récentes. En effet, depuis la suppression de la rubrique n° 2935 de la nomenclature Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) le 31 mai 2006, l'arrêté en vigueur du 9 mai 2006² n'intègre plus de dispositions spécifiques à l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts, ni de valeurs limites de concentration d'un indicateur de pollution atmosphérique. En outre ce même arrêté autorise dans le cadre du fonctionnement normal des parcs de stationnement, sans mesure de sécurité supplémentaire, les activités annexes liées à l'automobile, notamment : aires de lavage de véhicules, montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.), location de véhicules, location et stationnement de cycles.

Organisation de l'expertise

L'Afsset a confié au Comité d'Experts Spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » l'instruction de cette saisine. Les travaux d'expertise ont été conduits par l'Afsset avec une relecture et analyse critique de deux rapporteurs pour la réalisation de l'évaluation des risques sanitaires et des recommandations.

Les travaux d'expertise de l'Afsset appuyée des deux rapporteurs ont été soumis régulièrement au CES (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques). Le rapport produit par l'Afsset tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Ces travaux d'expertise sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Ils ont été réalisés dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les critères de compétence, d'indépendance et de transparence tout en assurant la traçabilité.

Démarche

La démarche de travail adoptée a été :

□ Caractérisation des activités professionnelles

Une enquête transversale (décembre 2008 à mars 2009) à l'échelle nationale (France métropolitaine) auprès de 467 parcs de stationnement a permis d'évaluer par activité professionnelle :

- les durées et fréquences de travail,
- la prévalence des différentes activités professionnelles au sein des parcs couverts,
- et le nombre de travailleurs.

En complément, dans 3 parcs entre décembre 2008 et juillet 2009, l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact) a observé sur le terrain et analysé les quatre activités professionnelles suivantes :

- maintenance électrique (4 situations de travail),
- nettoyage de véhicules automobiles (3 situations de travail),
- location de véhicules automobiles (2 situations de travail),
- exploitation du parc (3 situations de travail).

□ Evaluation des risques sanitaires

L'objectif est de caractériser les risques sanitaires associés aux activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts, et en particulier d'identifier les activités professionnelles les plus risquées, et les polluants les plus problématiques, en vue de proposer des recommandations de prévention.

² Arrêté du 9 mai 2006 portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public

L'évaluation des risques s'est appuyée sur la démarche recommandée par le National Research Council (NRC, 1983)³ déclinée en trois étapes (évaluation de l'exposition, identification et sélection de valeurs toxicologiques de référence, et caractérisation des risques sanitaires) et a été réalisée pour 5 types d'activités régulièrement exercées :

- exploitation du parc (accueil, surveillance générale, petit entretien courant du parc, nettoyage du parc, surveillance incendie),
- entretien et maintenance des barrières et équipements de péage,
- entretien et maintenance de la ventilation et des équipements de désenfumage,
- nettoyage du parc (en tant qu'activité principale),
- nettoyage de véhicules.

Pour certains polluants, une approche par calcul d'excès d'exposition journalière par rapport à l'exposition moyenne dans les logements français, considérée comme le niveau d'exposition en dehors des parcs, a été réalisée.

9 substances ont été retenues pour l'évaluation des risques sanitaires sur la base des précédents travaux de l'Afsset (Afsset, 2007) : acétaldéhyde, benzène, naphtalène, benzo(a)pyrène, particules (PM₁₀), dioxyde d'azote, xylènes, formaldéhyde, monoxyde de carbone.

Des scénarios d'exposition chronique et aiguë ont été considérés selon les modalités suivantes :

	Niveau de concentration dans l'air du parc*	Durée de travail dans le parc**
scénario d'exposition chronique modérée	médiane des concentrations mesurées sur 8h (voire 12h, 15h et 24h en fonction des polluants)	médiane des durées collectées
scénario d'exposition chronique forte	maximale des concentrations mesurées sur 8h (voire 12h, 15h et 24h en fonction des polluants)	90 ^{ème} percentile des durées collectées
scénario d'exposition aiguë	maximale des concentrations mesurées sur 15min, 1h et 8h en fonction des polluants	NA

* Source : concentrations atmosphériques de polluants mesurées dans l'air de 4 parcs de stationnement couverts par le Laboratoire Central de la Préfecture de Police en 2006, dans le cadre de l'expertise Afsset (Afsset, 2007).

** Source : durées et fréquences de travail collectées dans le cadre de l'enquête transversale menée par l'Afsset de décembre 2008 à mars 2009 à l'échelle nationale (France métropolitaine) auprès de 292 parcs de stationnement couverts.

Enfin, une étude de sensibilité (paramètres d'exposition) a été menée et les limites et incertitudes de l'approche d'évaluation des risques sanitaires ont été analysées.

Résultats

Caractérisation des activités professionnelles

Le taux de réponse de l'enquête transversale a été de 91%. L'échantillon est composé de 292 parcs ouverts au public, d'une capacité supérieure ou égale à 200 places, et non largement ventilés, répartis sur 68 villes du territoire métropolitain.

- **L'exploitation du parc et le nettoyage de véhicules sont les activités pour lesquelles les durées de travail dans le parc sont globalement les plus élevées** (durées médianes journalières et annuelles les plus élevées et variabilités les plus faibles). En effet, ces deux activités impliquent généralement une présence du travailleur dans le parc au quotidien et en (quasi)continu sur la journée. Ainsi, concernant l'activité d'exploitation, le temps passé en dehors de l'accueil, donc principalement en dehors du local équipé d'une ventilation mécanique indépendante, est estimé à plus de 30 % de la journée de travail pour 90% des travailleurs, et à plus de 60% pour 10% d'entre eux.

3 NRC. (1983). Risk assessment in the Federal Government : Managing the process. National Research Council. Washington, DC, Etats-Unis : National Academy Press.

- **Les activités de maintenance et d'entretien du parc et de ses équipements (barrières et équipements de péage, ventilation et désenfumage, nettoyage du parc) présentent globalement des durées de travail plus faibles et plus variables.** Elles impliquent souvent une présence intermittente sur la journée de travail et sur l'année du travailleur dans le parc (travailleurs exerçant sur plusieurs parcs, travailleurs dont la présence dans un parc est requise uniquement en cas de panne ou de vérification).
- Le nombre d'années travaillées pour l'activité de nettoyage de véhicules est plus faible que pour les autres activités et atteint au plus 10 ans. Parmi les autres activités, le nombre maximal d'années travaillées peut atteindre 39 ans.
- L'activité de nettoyage de véhicules est observée dans 21% des parcs, la location de véhicules dans 9%, et la distribution de carburant dans moins de 1%.
- Environ 8000 individus travaillent à l'exploitation du parc en France métropolitaine, environ 3000 à l'entretien et maintenance des barrières et équipements de péage, environ 3000 à l'entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage, et environ 700 au nettoyage de véhicules.

Par ailleurs, les observations de terrain et analyses d'activités professionnelles réalisées par l'Anact ont abouti aux conclusions suivantes.

Concernant la maintenance électrique, la vérification des groupes électrogènes, l'entretien des éclairages et des blocs de sécurité sont trois opérations régulières. Environ les trois quarts de la durée d'intervention est en zones de circulation ou dans les locaux techniques. Les électriciens réalisent également des opérations plus ponctuelles qui peuvent entraîner sur une ou plusieurs journées des durées de travail prolongées en zones de circulation. L'ancienneté des salariés peut être importante pour ces métiers spécialisés demandant des habilitations.

Leur présence dans les zones de circulation, leurs postures pouvant requérir un effort statique, et leur proximité avec les particules remises en suspension de par leur activité en font une catégorie de travailleurs concernée par les risques liés à l'exposition à l'air du parc. Néanmoins, leur niveau d'exposition semble souvent limité par une circulation réduite ou nulle des usagers dans le parc durant leurs horaires de travail.

Le nettoyage de véhicules automobiles est essentiellement le fait de très petites entreprises situées en proximité immédiate de la circulation automobile du parc.

La présence en zone de circulation automobile durant la quasi-totalité du temps de travail, et les tâches et postures impliquant un effort physique, en font une catégorie de travailleurs particulièrement exposée. Leur exposition sur le long terme est limitée par la durée généralement plus faible d'exercice de ce métier.

L'activité de **location de véhicules automobiles** est souvent gérée par des sociétés privées qui peuvent disposer d'un local dans le parc. Ce sont les tâches d'entretien et nettoyage des véhicules qui sont plus exposées mais le loueur assurant ces tâches ne passe qu'environ 15 % de son temps de travail en zone de circulation automobile.

L'exploitation du parc (entretien, nettoyage, vidage des bacs de tickets aux barrières de péage, aide et renseignement aux usagers, encadrement des interventions de maintenance, fiabilisation des équipements, suivi des travaux d'amélioration et coordination des entreprises extérieures, surveillance et comptage de véhicules) nécessite parfois une présence continue (24h/24, 7j/7). Les exploitants observés passent environ 50% de leur temps de travail dans le local d'exploitation, 25% en zone de circulation piétonne, et 25% en zone de circulation automobile et zone technique.

Enfin, en termes de perception du risque sanitaire lié à l'air du parc, il est apparu à plusieurs reprises que les opérateurs considèrent la zone de circulation automobile comme un lieu de travail « normal » et ne se préoccupent pas prioritairement de leur exposition à l'air ambiant du parc. L'analyse de leur activité n'a pas permis de déceler de stratégie de protection des travailleurs vis-à-vis de l'atmosphère du parc. Pour la maintenance électrique leur possible affectation à plusieurs parcs rend plus complexe la perception de leurs conditions de travail par l'encadrement hiérarchique et les médecins du travail.

□ Evaluation des risques sanitaires

L'ensemble des activités professionnelles étudiées engendre des risques sanitaires notables⁴ (à l'exception du scénario d'exposition chronique modérée pour l'activité d'entretien et maintenance des barrières et équipements de péage), sans que les limites et incertitudes de cette analyse ne semblent à même de remettre en cause cette conclusion.

Ces risques sont notamment liés :

➤ **pour les expositions chroniques :**

- **au benzène** pour lequel sont estimés des excès de risque individuel de leucémie supérieurs à 10^{-5} (soit un cas supplémentaire attendu de leucémie pour 100000 individus exposés) pour une forte exposition, et à 10^{-6} pour une exposition modérée ;
- **au dioxyde d'azote** pour lequel sont estimés des excès d'exposition journalière compris entre +360 % et +440 % pour une forte exposition, et entre +30 % et +100 % pour une exposition modérée (risque d'effets toxiques sur le système respiratoire, notamment hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques) ;

Secondairement, en situation de forte exposition pour l'ensemble des activités professionnelles étudiées (à l'exception de l'activité d'exploitation du parc concernant le formaldéhyde), des excès d'exposition journalière **aux particules (PM₁₀) et au formaldéhyde** sont estimés.

➤ **pour les expositions aiguës :**

- **au monoxyde de carbone**, pour lequel les valeurs guides OMS (sur 1h et 8h) sont dépassées. Les effets critiques correspondant sont liés à l'hypoxie ;
- **et au dioxyde d'azote**, pour lequel le seuil d'effet estimé (valeur guide OMS sur 1h) est dépassé. L'effet critique correspondant est une augmentation de la réactivité bronchique chez les asthmatiques.

Parmi les activités professionnelles étudiées, l'exploitation du parc et le nettoyage de véhicules semblent les plus préoccupantes en termes d'exposition des travailleurs aux polluants atmosphériques du parc. En effet, ces deux activités présentent globalement les durées de travail (et donc d'exposition) les plus élevées.

Concernant l'activité d'exploitation du parc, les déterminants de l'exposition sont notamment liés au niveau de pollution dans la zone de stationnement automobile, à l'isolement du local d'exploitation et à la part de la durée de travail passée dans ce local.

Concernant le nettoyage de véhicules, cette activité implique généralement la présence du travailleur au quotidien et en (quasi)continu sur la journée dans la zone de circulation automobile du parc. L'estimation du risque pour une exposition modérée des laveurs de véhicules dépasse déjà le niveau d'acceptabilité de 10^{-6} (benzène) même en ne considérant qu'une durée de travail équivalant à 1% d'une vie⁵.

Concernant les activités de maintenance et d'entretien du parc et de ses équipements (barrières et équipements de péage, ventilation et désenfumage, nettoyage du parc), l'exposition des travailleurs à l'air des parcs couverts est d'autant plus variable qu'elle est souvent intermittente sur leur journée de travail et sur l'année. Des risques dépassant les niveaux d'acceptabilité de 10^{-5} et 10^{-6} (benzène) ne peuvent être exclus pour une partie de ces travailleurs.

Le Comité d'Experts Spécialisés « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » a adopté les travaux d'expertise collective ainsi que ses conclusions et recommandations, objets du présent rapport lors de sa séance du 28 avril 2010 et a fait part de cette adoption à la direction générale de l'Afsset.

4 Est entendu par risques sanitaires notables, les niveaux de risques dépassant les repères usuels d'acceptabilité du risque, notamment les valeurs de 10^{-5} et 10^{-6} pour l'excès de risque individuel (ERI) en lien avec des effets sans seuil.

5 A titre indicatif, une durée de travail effective de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, 48 semaines par an, durant 40 ans, équivaut à 13% d'une vie estimée à 70 ans.

Conclusions

En conclusion, les experts rappellent que les risques sanitaires liés aux expositions à la pollution atmosphérique dans les parcs de stationnement couverts sont difficiles à évaluer précisément en raison du nombre de polluants émis par les véhicules (échappement, évaporation des carburants, systèmes de freinage), de la connaissance imparfaite des concentrations atmosphériques de ces polluants dans ces ouvrages et des effets de certains d'entre eux.

Néanmoins, les investigations menées tendent à montrer que la qualité de l'air est globalement insuffisante au regard de la protection de la santé des travailleurs y exerçant une activité régulière.

Enfin, l'évaluation des risques sanitaires sur la base des valeurs toxicologiques de référence a mis en évidence que le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) ne permettait pas d'éviter des niveaux de risque usuellement considérés comme inacceptables.

Recommandations

Les recommandations, présentées ci-après, n'ont pas pour objet de :

- fournir des instructions en cas d'accident ou d'incendie ;
- prévenir des risques sanitaires non liés à la pollution de l'air ambiant du parc et qui peuvent exister pour les travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts (risques électrique, chimique, microbiologique, mécanique...);
- prévenir des risques sanitaires liés à des sources de pollution atmosphérique spécifiques à certaines activités professionnelles telles que : la remise en suspension de poussières notamment pour les activités d'entretien et maintenance du parc (par exemple lors du tirage de câbles), l'utilisation de préparations et produits chimiques notamment dans le cadre des activités de nettoyage, l'émission de polluants volatils par les matériaux d'ameublement et de construction du local d'exploitation. Pour déterminer si des précautions additionnelles sont nécessaires, une analyse de risques prenant en compte les caractéristiques propres à l'installation, à son environnement et à l'activité considérée doit être effectuée.

Au final, les connaissances apparaissent suffisantes pour émettre les recommandations suivantes :

- appliquer les recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts formulées dans l'avis de l'Afsset du 20 avril 2007, et notamment la fixation de valeurs limites proposées pour l'indicateur de pollution atmosphérique NO (monoxyde d'azote) ;
- mettre en œuvre les solutions techniques disponibles pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts, des exemples sont décrits en annexe du rapport d'expertise ;
- **dès lors qu'une qualité de l'air satisfaisante ne peut être assurée pour les travailleurs exposés, il est recommandé :**
 - **d'éviter les activités qui ne sont pas indispensables à la mission de stationnement des parcs et qui impliquent la présence de travailleurs dans les niveaux souterrains ou les niveaux ne comportant pas de larges ouvertures sur l'extérieur (façades latérales)**; les activités impliquant une présence prolongée et fréquente des travailleurs en dehors des locaux équipés d'une ventilation mécanique indépendante seront à considérer en priorité (par exemple le nettoyage de véhicules) ;
 - **de réduire autant que possible l'exposition des travailleurs pour les activités indispensables à la mission de stationnement des parcs (accueil, surveillance, maintenance)**, notamment en :

- limitant la durée de leur présence au strict nécessaire dans les niveaux souterrains et les niveaux ne comportant pas de larges ouvertures sur l'extérieur (façades latérales), en dehors des locaux équipés d'une ventilation mécanique indépendante ;
 - favorisant la fréquentation des zones du parc où la qualité de l'air est la plus satisfaisante (locaux équipés d'une ventilation spécifique, voies piétonnes signalisées, ...) ;
 - prenant en compte la qualité de l'air lors de l'implantation ou modification de postes de travail, que ce soit dans le cadre de la conception de nouveaux parcs ou dans le cadre du réaménagement de parcs existants ;
- de renforcer le suivi et l'encadrement des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts, notamment par le respect strict de la réglementation en matière d'évaluation et de gestion du risque chimique en milieu professionnel.

Maisons-Alfort, le 28 avril 2010

Au nom des experts du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens »,

le président du CES



M. Christian Elichegaray

Abréviations

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
Afsset	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
Anact	Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BaP	Benzo(a)pyrène
BMC	Benchmark Concentration (ou concentration repère), déterminée à partir d'un ajustement statistique de la totalité des données d'observation, et correspondant à la concentration produisant un niveau de réponse défini ou un pourcentage défini de réponse supplémentaire par rapport au témoin, le plus souvent de 5 ou 10 %. La BMC peut aussi correspondre à la concentration produisant un changement du niveau de réponse égal à une fraction de l'écart type ; ce qui revient à considérer comme valeur seuil, la moyenne moins (ou plus) une fraction de l'écart type du groupe témoin. Cette dernière approche est proposée par l'US-EPA par défaut, lorsqu'aucun élément n'est disponible concernant le choix du niveau d'effet observé lors d'analyses biochimiques et biologiques dans le groupe témoin.
BMC _{0,5ADJ}	BMC correspondant à la concentration produisant une augmentation de la réponse fixée à 5 % par rapport au groupe non exposé, avec un ajustement à la durée d'exposition.
BMCL _{0,25sdADJ}	Benchmark Concentration Lower confidence limit (limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la BMC _{0,25sd}) produisant un changement du niveau de réponse égal à 0,25 écart-type (standard deviation) par rapport aux témoins (BMC _{0,25sd}), avec un ajustement à la durée d'exposition (exposition continue).
BTEX	Benzène, toluène, éthyl-benzène et xylènes
CCI	Chambre de commerce et de l'industrie
CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
CES	Comité d'experts spécialisés rattaché à l'Afsset
Cd	Cadmium
CHSCT	Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
Coparly	Comité pour le contrôle de la pollution atmosphérique dans le Rhône et la région lyonnaise
CSOEC	Conseil Supérieur de l'Ordre des Experts-Comptables

CT ₀₅	Concentration tumorigène correspondant à une augmentation de 5 % de l'incidence du cancer par rapport à la normale
DGT	Direction générale du travail
ERP	Etablissement recevant du public
ERI	Excès de risque individuel
ERS	Evaluation des risques sanitaires
EQRS	Evaluation quantitative des risques sanitaires
ERU	Excès de risque unitaire
FNMS	Fédération nationale des métiers du stationnement
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HbCO	Carboxyhémoglobine
Hg	Mercurure
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IGH	Immeuble de grande hauteur
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
LCPP	Laboratoire central de la préfecture de police
LED	Diode électroluminescente
LMS	Linearized Multi-Stage
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level = Dose minimale avec effet nocif observé (DMENO)
LOAEL _{ADJ}	LOAEL avec ajustement à la durée d'exposition
LOAEL _{HEC}	LOAEL avec ajustement allométrique pour la voie respiratoire (Human Equivalent Concentration), permettant de convertir la concentration critique en « concentration équivalente humaine » afin de diminuer les incertitudes de transposition interspèces. Les caractéristiques d'inhalation d'une substance sont dépendantes des capacités anatomiques et physiologiques de chaque espèce. La concentration pondérée par des paramètres biologiques (liés à l'animal et l'homme) et physicochimiques (liés à la substance) est alors considérée comme applicable à l'homme.
NAF	Nomenclature d'Activités Françaises, gérée par l'INSEE
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level = Dose sans effet nocif observé (DSENO)

NOAEL _{HEC}	NOAEL avec ajustement allométrique pour la voie respiratoire (Human Equivalent Concentration), permettant de convertir la concentration critique en « concentration équivalente humaine » afin de diminuer les incertitudes de transposition interespèces. Les caractéristiques d'inhalation d'une substance sont dépendantes des capacités anatomiques et physiologiques de chaque espèce. La concentration pondérée par des paramètres biologiques (liés à l'animal et l'homme) et physicochimiques (liés à la substance) est alors considérée comme applicable à l'homme.
NRC	National Research Council
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation mondiale de la santé = World Health Organization (WHO)
P10	10 ^{ème} percentile
P50	50 ^{ème} percentile (médiane)
P90	90 ^{ème} percentile
Pb	Plomb
PBPK	Physiologically-based pharmacokinetic
PDU	Plan de déplacements urbains
PH	Percentile horaire
PM ₁₀	Particules en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique (ou diamètre aéraulique) inférieur à 10 micromètres
PM _{2,5}	Particules en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique (ou diamètre aéraulique) inférieur à 2,5 micromètres, appelées « particules fines »
PNSE2	Deuxième plan national santé environnement
QD	Quotient de danger
RGDR	Taux régional de dose de gaz = Regional gas dose ratio. Ce rapport de dose entre l'homme et l'animal est fonction du débit d'air inhalé et de la surface des voies respiratoires dans une des trois régions du système respiratoire (extrathoracique, trachéo-bronchique et pulmonaire) pour chacune des deux espèces.
RIVM	Institut néerlandais pour la santé publique et l'environnement
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits
SEM	Société d'économie mixte
TCA	Concentration tolérable dans l'air
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle
VTR	Valeur toxicologique de référence

Liste des tableaux

Tableau I : Exemple de critères courants pour la régulation de la ventilation et les consignes associées	35
Tableau II : Part de la durée journalière de travail selon les différentes activités d'exploitation	57
Tableau III : Prévalence des activités professionnelles dans les parcs couverts	59
Tableau IV : Ordre de grandeur de l'effectif de travailleurs selon différentes activités professionnelles dans les parcs couverts	60
Tableau V : Caractéristiques des différents parcs de stationnement couverts étudiés (Afsset, 2007)	72
Tableau VI : Composés mesurés	73
Tableau VII : Substances retenues pour l'ERS	75
Tableau VIII : Durées de travail	76
Tableau IX : Niveaux d'exposition retenus pour l'ERS	80
Tableau X : VTR retenues pour l'ERS	89
Tableau XI : Exposition chronique – Effets à seuil - Quotients de danger (QD)	92
Tableau XII: Exposition chronique – Effets sans seuil - Excès de risque individuel (ERI)	93
Tableau XIII: Exposition aiguë – Effets à seuil - Quotients de danger (QD)	93
Tableau XIV : Récapitulatif des résultats quantitatifs de l'ERS	94
Tableau XV : Comparaison des niveaux de pollution ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre les campagnes LCPP et Coparly	95
Tableau XVI : Etude de sensibilité - Comparaison des niveaux de risque à partir uniquement des données de mesure sur 8h	96
Tableau XVII : Isolement du local d'exploitation - Facteurs d'abattement retenus	97
Tableau XVIII : Exploitation du parc - Influence de l'isolement du local sur l'exposition chronique	97
Tableau XIX : Exploitation du parc - Influence de l'isolement du local sur le risque chronique	98
Tableau XX : Comparaison des niveaux d'exposition avec les VLEP	100

Liste des figures

Figure 1 : Illustrations d'activités professionnelles exercées dans les parcs couverts	32
Figure 2 : Systèmes de ventilation double flux	33
Figure 3 : Interface informatique de saisie des données de l'enquête Afsset	42
Figure 4 : Part des parcs engagés et ayant répondu à l'enquête	43
Figure 5 : Part des parcs répondant aux critères d'inclusion dans l'échantillon d'étude	44
Figure 6 : Part des parcs couverts selon leur typologie	45
Figure 7 : Capacité des parcs couverts	46
Figure 8 : Capacité des parcs couverts selon leur typologie	47
Figure 9 : Part des parcs couverts selon leur capacité	48

Figure 10 : Part des parcs couverts selon leur structure d'ouvrage _____	49
Figure 11 : Part des parcs couverts selon le nombre de niveaux de stationnement _____	49
Figure 12 : Trafic journalier moyen des parcs couverts _____	50
Figure 13 : Trafic journalier moyen des parcs couverts selon leur typologie _____	51
Figure 14 : Trafic journalier maximal des parcs couverts _____	52
Figure 15 : Trafic journalier maximal des parcs couverts selon leur typologie _____	53
Figure 16 : Ratio « trafic journalier moyen / nombre de places de stationnement » des parcs couverts ____	54
Figure 17 : Ratio « trafic journalier moyen / nombre de places de stationnement » des parcs couverts selon leur typologie _____	55
Figure 18 : Nombre d'heures travaillées par jour selon l'activité professionnelle _____	56
Figure 19 : Durée annuelle de travail selon l'activité professionnelle _____	57
Figure 20 : Nombre d'années travaillées selon l'activité professionnelle _____	58
Figure 21 : Choix des sites et activités analysées (Anact, 2009). _____	63
Figure 22 : Maintenance électrique – illustrations _____	66
Figure 23 : Nettoyage de véhicules automobiles - Espace de lavage séparé par une cloison de l'allée de circulation _____	67
Figure 24 : Nettoyage de véhicules automobiles - illustration _____	68

1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine

1.1 Contexte

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (Afsset) a été saisie en date du 10 avril 2008 par la Direction générale du travail (DGT) sur la question des activités professionnelles et de la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts (cf Annexe 1).

Cette demande fait suite à une première expertise menée par l'Afsset (Afsset, 2007) à la demande de la Direction générale de la santé et de la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale. Cette expertise a notamment permis une identification et une quantification des polluants entrant dans la composition de l'air de ces milieux, et a abouti entre autres aux conclusions suivantes :

- « *Les investigations menées dans quatre parcs tendent à montrer que leur qualité d'air est insuffisante au regard de la protection de la santé des usagers et surtout des professionnels exerçant une activité régulière dans les parcs de stationnement couverts (exception faite des personnels d'exploitation dont les locaux de travail sont ventilés séparément, ce qui limite leur exposition moyenne quotidienne).* » ;
- « *Les risques sanitaires liés aux parcs de stationnement couverts ne peuvent être considérés comme négligeables au vu des concentrations des polluants mesurés et de la connaissance de leurs effets toxiques aigus et chroniques.* » ;

et à la recommandation suivante :

- « *Mieux caractériser la population exposée (travailleurs et usagers) ainsi que ses modalités d'exposition, notamment la durée* ».

Par ailleurs, cette expertise s'inscrit dans un contexte d'évolutions réglementaires récentes, détaillées en Annexe 4. En effet, depuis la suppression de la rubrique 2935 de la nomenclature Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE), les textes en vigueur n'intègrent plus de dispositions spécifiques à l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts, ni de valeurs limites de concentration d'un indicateur de pollution atmosphérique. Les dispositions relatives à la rubrique 2935 étaient effectives jusqu'au 31 décembre 2004 pour les parcs avec une capacité de plus de 250 véhicules (plus de 6000 m² de surface) et inférieure à 1000 véhicules, et jusqu'au 31 mai 2006 pour les parcs avec une capacité de plus de 1000 véhicules. L'arrêté en vigueur du 9 mai 2006 portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public se limite aux dispositions suivantes concernant la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts :

- « *La ventilation, dans les parcs de stationnement couverts, est réalisée et surveillée de façon à s'opposer efficacement à la stagnation, même locale, de gaz nocifs ou inflammables.* » ;
- « *Lorsqu'il existe un local d'exploitation ou un poste de sécurité dans le parc, celui-ci dispose d'une installation de ventilation mécanique indépendante.* ».

Ce même arrêté autorise en outre dans le cadre du fonctionnement normal des parcs de stationnement, sans mesure de sécurité additionnelle, les activités annexes liées à l'automobile, notamment : aires de lavage de véhicules, montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.), location de véhicules, location et stationnement de cycles.

Par ailleurs, une campagne de mesures de polluants atmosphériques a récemment été réalisée par le Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique dans le Rhône et la région Lyonnaise (Coparly) dans un nombre relativement important de parcs (Coparly, 2009 ; cf Annexe 5). Les résultats de cette campagne montrent, pour les parcs souterrains, des dépassements très fréquents des « valeurs cibles » qui correspondent à des concentrations atmosphériques dont le respect permet de ne pas dépasser un niveau de risque sanitaire donné pour les travailleurs (cf Annexe 6). Ces « valeurs cibles » ont été élaborées dans le cadre de la première expertise menée par l'Afsset (Afsset, 2007). Ainsi, la « valeur cible » pour le benzène⁶ est dépassée pour plus de 80% des concentrations mesurées dans les niveaux de circulation automobile, et pour 70% dans les locaux d'exploitation. Pour le dioxyde d'azote (NO₂), la « valeur cible »⁷ est dépassée entre 70% et plus de 90% (selon la « valeur cible » retenue) des concentrations mesurées dans les niveaux de circulation automobile, et entre 40% et plus de 90% dans les locaux d'exploitation. Ces fréquences de dépassement pourraient de plus être sous-estimées (cf Annexe 6). Concernant le monoxyde de carbone (CO), les concentrations atmosphériques ont été mesurées par des capteurs portatifs (un capteur porté par un membre du personnel ou laissé dans le local en l'absence de personnel). Coparly rapporte que la « valeur cible » sur 8 heures du CO⁸ est la valeur cible la plus couramment dépassée. Dans tous les parcs souterrains étudiés, cette valeur a été dépassée au moins une fois. Dans quatre parcs, les concentrations enregistrées ont dépassé la « valeur cible » sur 8 heures pendant plus de 50% du temps pendant au moins une campagne. Les concentrations de CO sont globalement plus élevées en période hivernale.

Concernant les données disponibles dans la littérature scientifique sur l'exposition et les risques sanitaires des travailleurs liés à la pollution atmosphérique dans les parcs de stationnement couverts, aucune donnée supplémentaire n'a été identifiée depuis la première expertise de l'Afsset (Afsset, 2007), si ce n'est une publication de Glorennec P. et al (Glorennec P. et al, 2008).

Cette étude (Glorennec P. et al, 2008) s'appuie notamment sur l'expertise menée par l'Afsset en 2007 (Afsset, 2007) et sur les concentrations atmosphériques de polluants mesurées dans quatre parcs pour cette expertise. Les conditions d'exposition des travailleurs et usagers ont été estimées par des scénarios et ont été prises en compte pour discuter de l'ajustement de valeurs toxicologiques de référence (VTR) par la durée et fréquence d'exposition (loi de Haber). Une quantification du risque s'est avérée possible pour 39 polluants. Au final, l'étude rapporte des niveaux d'exposition aiguë au CO et NO₂, et d'exposition chronique au benzène, dépassant les VTR à seuil d'effets. Le risque d'effets cancérigènes (sans seuil) liés au benzène pourrait être supérieur à 10⁻⁵ (soit un cas supplémentaire attendu de leucémie pour 100000 individus exposés). Les excès d'exposition à des indicateurs de la pollution atmosphérique (particules et NO₂) sont également élevés en se référant aux valeurs guides de l'OMS, et également en comparant aux niveaux associés à des effets dans des études épidémiologiques. Selon les auteurs, les travailleurs apparaissent comme une population particulièrement à risques compte tenu de leur durée d'exposition, et les informations disponibles sont suffisantes pour justifier des actions de réduction de l'exposition.

⁶ Il s'agit de la valeur cible dont le respect correspond à la tolérance d'un excès de risque individuel inférieur à 10⁻⁵ pour les effets sans seuil liés à une exposition au benzène (soit un cas supplémentaire attendu de leucémie pour 100000 individus exposés).

⁷ Il s'agit des valeurs cibles dont le respect correspond à la tolérance d'un excès d'exposition journalier au dioxyde d'azote de 10% (valeur cible la plus restrictive) et de 100% (valeur cible la moins restrictive). Le dioxyde d'azote peut présenter des effets toxiques sur le système respiratoire, incluant immunodéficience et exacerbation de l'hypersensibilité bronchique chez les asthmatiques.

⁸ Il s'agit de la valeur cible sur 8 heures dont le respect correspond à éviter les effets liés à une exposition aiguë au CO. Le respect de la valeur cible doit protéger les non fumeurs d'âge moyen et âgés présentant une coronaropathie (documentée ou latente) du risque d'infarctus du myocarde, ainsi que les fœtus de femmes enceintes non fumeuses contre les effets hypoxiques.

Dans l'étude de Jo et Song (Jo W.K. et Song K.B., 2001), les concentrations en BTEX (benzène, toluène, éthyl-benzène et xylènes) personnelles (prélèvement par cartouche portable), et dans l'air respiré avant et après une journée de travail (prélèvement par respirateur à embout buccal avec valve anti-réinhalation à deux voies), ont été mesurées chez huit gardiens de parking présents en moyenne de 8 à 12 heures par jour dans le parc. Quatre travaillaient dans un parc au sol (ouvert sur l'extérieur) et quatre dans un parc souterrain, quatre étaient fumeurs et quatre non. Parmi les autres activités étudiées (policier de la circulation, pompiste, commerçant en bord de route, commerçant en sous-sol, étudiant), les gardiens de parking présentaient les deuxièmes plus fortes concentrations dans l'air respiré après une journée de travail pour les différents BTEX. Ces travaux n'ont pas montré de différences significatives entre les concentrations en BTEX mesurées dans l'air respiré avant et après une journée de travail. Les concentrations mesurées, pour tous les composés, chez les gardiens de parkings travaillant en sous-sol étaient supérieures aux concentrations chez les gardiens de parkings travaillant au rez-de-chaussée. A l'exception du benzène, les différences de concentrations entre les fumeurs et les non-fumeurs étaient faibles. Selon les auteurs, les niveaux élevés de concentrations en BTEX dans l'air respiré, à la fois avant et après la journée de travail, par rapport au groupe témoin (étudiants), confirment leur hypothèse que l'exposition régulière des travailleurs aux BTEX (émissions des véhicules, évaporation de carburant) pourrait augmenter leur charge corporelle en BTEX (concentrations respirées).

1.2 Objet de la saisine

Considérant les résultats de la précédente expertise Afsset (Afsset, 2007), le contexte réglementaire, la diversité des métiers rattachés aux parcs de stationnement couverts et l'accroissement attendu du nombre d'opérateurs intervenant dans ces ouvrages, la DGT a donc sollicité l'Afsset pour caractériser les populations de travailleurs exposés (cf Annexe 1). Il est notamment attendu que ces travaux :

- *« apportent des informations et des données précises sur l'ensemble des activités professionnelles qui sont assurées par des opérateurs travaillant [...] dans les parcs couverts de stationnement » ;*
- *« donnent lieu, d'une part à une observation directe d'un certain nombre d'activités manifestement plus exposées, d'autre part, pour les activités moins exposées, à une évaluation du temps passé par les opérateurs dans les différents lieux (parking, locaux professionnels spécifiques) qu'ils sont amenés à fréquenter dans le cadre de leurs activités » ;*
- *« déterminent des scénarios d'exposition (sur la base des données météorologiques antérieures) pour chaque type d'activités recensées à partir des données issues d'observations ou de l'évaluation réalisée précédemment, en fonction notamment de la fréquence et de la durée d'exposition » ;*
- *« présentent des propositions ou des pistes de réflexion qui permettent de préserver, voire d'améliorer, la santé des opérateurs concernés par des activités professionnelles dans les parcs couverts de stationnement ».*

1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre (Afsset, CES) et organisation

L'Afsset a confié au Comité d'Experts Spécialisés (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » l'instruction de cette saisine.

1.3.1 Analyse préalable

A l'occasion de la phase d'analyse de la saisine, une présentation de la demande formulée et de la démarche proposée pour l'instruction des travaux a été organisée lors de la séance plénière du CES des 9 juillet et 30 septembre 2008. A l'issue de la présentation réalisée le 30 septembre 2008, le CES a donné un avis favorable à l'instruction de cette saisine selon la démarche proposée par l'Afsset (cf 1.3.3).

Les travaux ont été conduits par l'Afsset avec l'appui scientifique de rapporteurs, dont un était membre du CES, sans création de groupe de travail. Ainsi, des rapporteurs ont été mandatés pour participer à l'instruction de cette saisine.

1.3.2 Rapporteurs

Les rapporteurs ont été sollicités :

- d'une part au sein du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » par un appel à candidatures lors de ses séances plénières du 9 juillet et 30 septembre 2008. Puis, cet appel à candidatures a été renouvelé par courrier électronique le 30 octobre 2008 à un nombre restreint de candidats potentiels au sein du CES ;
- d'autre part, par une demande à un expert non membre du CES, anciennement adjoint du chef du département des expertises en santé environnement et travail à l'Afsset.

Suite à l'examen des candidatures au regard des compétences scientifiques et techniques, mais également de l'indépendance vis-à-vis des questions posées et de la probité des candidats, deux rapporteurs ont été désignés par décision du Directeur général de l'Afsset, en date des 16 et 28 juillet 2009.

Le mandat des rapporteurs a été défini comme suit :

- contribuer à définir une méthode pour l'élaboration de scénarios d'exposition pour différents types d'activités recensées, et pour l'étude des risques sanitaires à partir notamment des scénarios établis ;
- contribuer à l'élaboration de propositions ou pistes de réflexion pour la prévention des risques sanitaires des travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts ;
- réaliser une relecture critique des parties du rapport relatives aux deux points susmentionnés ;

avec un point supplémentaire pour le rapporteur non membre du CES :

- participer en tant que de besoin aux sessions abordant cette saisine lors des réunions du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ».

Un espace de travail informatique sécurisé a été mis à la disposition des rapporteurs.

1.3.3 Démarche

La démarche d'instruction des travaux s'articule en 4 étapes :

Etape 1 : Recensement d'informations et de données sur :

- **les activités professionnelles** (accueil, gardiennage, maintenance, location de véhicules ou de vélos, réparation ou entretien de véhicules, ...),
- **les opérateurs concernés** (effectifs, turnover, ...),
- **les environnements de travail** (zone de stationnement, cabine d'accueil, local technique, ...).

Etape 2 : Observations de terrain d'un nombre limité d'activités professionnelles jugées plus exposées sur la base du recensement réalisé à l'étape 1, et dont une au moins implique le travail de l'opérateur dans des locaux professionnels équipés d'une ventilation spécifique (exemple : accueil, location de voiture, ...)

Etape 3 :

- **Elaboration de scénarios d'exposition pour différents types d'activités recensées**, dont au moins une impliquant le travail de l'opérateur dans des locaux professionnels équipés d'une ventilation spécifique (exemple : gardien, location de voiture, ...), sur la base notamment :
 - des données météorologiques collectées dans le cadre de l'expertise Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts »,
 - des informations, données et observations collectées en 1 et 2.
- **Etude des risques sanitaires à partir des scénarios établis**

Etape 4 : Elaboration de propositions ou pistes de réflexion pour la prévention des risques sanitaires des travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts

Pour l'étape 1, l'Afsset a réalisé une enquête transversale à l'échelle nationale (France métropolitaine) auprès d'établissements gérant ou exploitant un parc de stationnement. Le recueil des données s'est déroulé de décembre 2008 à mars 2009.

Pour l'étape 2, l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact) en concertation avec l'Afsset, a réalisé des observations de terrain et une analyse de différentes activités professionnelles pratiquées dans les parcs de stationnement couverts, dans le cadre d'une convention particulière de recherche et développement. Les observations de terrain ont été réalisées de décembre 2008 à juillet 2009. Trois réunions du comité de suivi (Afsset/Anact) ont eu lieu respectivement en décembre 2008 (lancement des travaux), avril 2009 (au cours des observations) et mai 2009 (fin des analyses). Le rapport de l'Anact a été remis à l'Afsset le 16 octobre 2009.

Pour les étapes 3 et 4, l'Afsset avec l'appui des deux rapporteurs, a élaboré des scénarios d'exposition, une évaluation des risques sanitaires, et des recommandations pour les travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts, entre octobre 2009 et février 2010. Cinq réunions téléphoniques entre l'Afsset et les rapporteurs ont eu lieu les 19 août 2009, 30 octobre 2009, 2 novembre 2009, 18 décembre 2009 et 18 février 2010.

Les questions posées dans le courrier de saisine (cf Annexe 1) relatives à l'étanchéité réelle des portes et des baies vitrées, à l'état, les performances et les conditions d'entretien et de maintenance des équipements employés pour l'aération et la ventilation ne seront pas traitées dans le cadre de cette expertise. En effet, ces questions impliquent des aspects technologiques et météorologiques pour lesquels l'Afsset ne semble pas être l'entité la plus à même d'y répondre.

Les travaux ont été soumis régulièrement au CES, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport, rédigé par l'Afsset, tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Ils sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

La DGT a été informée de l'avancement des travaux notamment lors d'une réunion entre la DGT, l'Afsset et l'Anact le 28 mai 2009.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

2 Préambule

Les informations présentées dans les parties 2.1 et 2.2 suivantes sont issues de l'audition de la Fédération Nationale des Métiers du Stationnement (FNMS) du 9 septembre 2008, complétée par une recherche documentaire réalisée par l'Afsset.

2.1 Les parcs de stationnement en France métropolitaine

Selon l'arrêté du 9 mai 2006 portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (parcs de stationnement couverts), un parc de stationnement se définit comme un « *établissement couvert surmonté d'un plancher, d'une toiture, d'une terrasse ou d'une couverture quelle que soit sa nature. Il est destiné au remisage des véhicules à moteur et de leur remorque. Le plancher supérieur ou la terrasse peut aussi être destiné au remisage des véhicules* ».

Les « parcs de stationnement » peuvent être classés dans différentes catégories en fonction des cadres réglementaires historiques auxquels ils se réfèrent (Arrêté du 9 mai 2006 ; CSOEC, 2004 ; FNMS, 2007 ; France-Sélection, 2006 ; Parkopolis, 1997) :

- parcs ouverts au public, en particulier les parcs classés établissement recevant du public (ERP),
- parcs annexes ou liés à un lieu de travail, et réservés aux travailleurs et visiteurs,
- parcs résidentiels, annexes ou liés à un immeuble d'habitation ou à un immeuble de grande hauteur (IGH).

Pour l'exploitation des parcs annexes ou liés à un lieu de travail et réservés aux travailleurs et visiteurs, ainsi que des parcs résidentiels, si on ne peut prétendre à l'absence de travailleurs exerçant régulièrement dans ces parcs, le nombre de ces travailleurs semble toutefois pouvoir être considéré comme très limité par rapport au nombre de travailleurs dans les parcs ouverts au public (parcs de type ERP). En effet, pour quantité des deux dernières classes de parcs susmentionnées, aucun travailleur n'exerce régulièrement car, contrairement aux parcs « ERP », ils ne proposent généralement pas de services aux usagers, ont généralement une capacité (nombre de places de stationnement) et un trafic relativement faibles, et n'ont généralement pas d'intérêts et/ou de capacités économiques pour financer un travailleur régulier. Néanmoins, certains parkings de grands ensembles immobiliers peuvent présenter une forte rotation de véhicules et de forts intérêts économiques, et sont donc susceptibles de comporter des travailleurs réguliers. Ces cas paraissent toutefois marginaux à l'échelle nationale et sont difficiles à identifier.

Pour les mêmes raisons économiques, il est raisonnable d'estimer qu'en deçà d'une capacité de 200 places de stationnement, les parcs « ERP » ne comportent généralement pas de travailleurs réguliers. Généralement, ces parcs de faible capacité ont un rôle d'appoint et ne présentent pas une rentabilité justifiant la présence d'un travailleur régulier.

Par ailleurs, des parcs dits couverts peuvent présenter de larges ouvertures au niveau des façades latérales. Ces parcs apparaissent éloignés de la problématique de la qualité de l'air dans les parcs couverts posée à l'Afsset qui implique en priorité les parcs dont la ventilation naturelle est faible.

Il existe très peu de statistiques et chiffres concernant le parc national des parcs de stationnement, du fait notamment de l'absence d'une institution publique unique de référence pour le stationnement. La FNMS, fédération récente créée en 2004, tente de développer ce type de données.

La FNMS estime que la France métropolitaine compte environ 2000 parcs de stationnement couverts ayant une mission de service public du stationnement, dont environ 1700 avec une capacité supérieure à 200 places de stationnement. En approximation, elle estime que ces 1700 parcs comptent environ 1 000 000 de places de stationnement, avec une tendance à l'augmentation.

Les modes de gestion des parcs de stationnement sont variés. La FNMS estime globalement que les 1700 parcs sont à environ :

- 60 % gérés par des entreprises privées ;
- 30 % gérés par des sociétés d'économie mixte (capital détenu en majorité par des collectivités locales) ;
- 10 % gérés directement par des collectivités locales.

Dans certaines agglomérations telles que Rennes et Nantes, ces parcs peuvent être gérés dans leur quasi totalité par une société d'économie mixte.

Trois générations de construction des parcs peuvent être déclinées, selon la FNMS, concernant la problématique de la qualité de l'air dans ces ouvrages :

- 1^{ère} génération de 1962 à 1985 : des années 60 jusqu'à 1975 (Circulaire du 3 mars 1975 relative aux parcs de stationnement couverts), les parcs ont été conçus avec une quasi absence de normes et règles intéressant la qualité de l'air dans ces milieux. Ces parcs ont dans l'ensemble été rénovés dans les grandes agglomérations ;
- 2^{ème} génération de 1985 à 2000 : vers 1985, est apparue une prise de conscience des questions environnementales (qualité de l'air, conditions de circulation, locaux d'accueil, ...) dans la conception des parcs, afin d'améliorer la « qualité environnementale » de ces ouvrages ;
- 3^{ème} génération depuis 2000 : à partir de cette période, est apparue une notion plus proactive du service rendu à la clientèle (développement de services complémentaires au stationnement) avec de facto l'exposition de nouvelles catégories de travailleurs à l'air des parcs.

L'activité d'un parc est conditionnée par son environnement de proximité et/ou le(s) établissement(s) au(x)quel(s) il est rattaché. Les parcs peuvent ainsi être définis selon les principales typologies suivantes :

- parc annexe ou lié à un magasin de vente ou à un centre commercial,
- parc rotatif⁹ dédié au stationnement urbain,
- parc relais¹⁰,
- parc annexe ou lié à une gare ferroviaire (trains nationaux, trains internationaux),
- parc annexe ou lié à un aéroport,
- parc annexe ou lié à un établissement de soins (hôpital, ...),
- parc annexe ou lié à un lieu de travail, et réservé aux travailleurs et visiteurs,
- parc résidentiel¹¹,

ainsi que selon les typologies complémentaires suivantes (Arrêté du 9 mai 2006) :

- parc annexe ou lié à une salle de conférences, réunions ou spectacles,
- parc annexe ou lié à une administration, banque ou bureaux,

9 Parc destiné surtout à une clientèle occasionnelle, avec des besoins de stationnement de courte durée (quelques heures).

10 Parc de stationnement réalisé à proximité d'une station de transports collectifs et conçu pour inciter les automobilistes à utiliser les transports collectifs.

11 Parc destiné surtout au stationnement de longue durée d'une clientèle de résidents.

- parc annexe ou lié à un musée,
- parc annexe ou lié à une salle de danse ou salle de jeux,
- parc annexe ou lié à un restaurant ou débit de boisson,
- parc annexe ou lié à hôtel ou pension de famille,
- parc annexe ou lié à une bibliothèque ou un centre de documentation,
- parc annexe ou lié à une salle d'exposition,
- parc annexe ou lié à un établissement d'enseignement ou centre de vacances,
- parc annexe ou lié à une structure accueillant des personnes âgées ou handicapées.

Suivant la typologie du parc, le profil journalier de rotation des véhicules (et donc de concentrations en polluants atmosphériques) peut être différent. Par exemple, un parc rotatif dédié au stationnement en centre urbain aura tendance à présenter un trafic journalier de véhicules relativement constant par rapport à un parc relais qui présentera deux pics journaliers de trafic aux heures d'affluence le matin et le soir (trajets domicile-travail).

Les parcs de stationnement couverts peuvent également être catégorisés selon leur structure d'ouvrage :

- parc en infrastructure (niveaux souterrains),
- parc mixte (niveaux souterrains et surélevés),
- parc en superstructure (niveaux surélevés),
- parc au sol,

la majorité étant vraisemblablement en infrastructure.

Concernant la construction de ces ouvrages en France, le nombre de parcs de stationnement mis en chantier a baissé entre 1994 et 2000 de plus de 55 % (CSOEC, 2004). Les principales causes identifiées sont la maturité du marché, la volonté politique de réduire la circulation automobile, et l'interdiction par la loi Sapin du système dit de l'adossement, grand moteur du financement (pratique consistant à prolonger des concessions existantes en échange du financement d'un nouvel ouvrage).

Dans un marché à maturité où les constructions se font rares, on assiste désormais davantage à des investissements de modernisation des parcs existants. Outre les nécessaires rafraichissements des parcs (peinture), les impératifs de qualité de service ont en effet évolué, qu'il s'agisse d'améliorer l'accessibilité, la circulation sur les plateaux (suppression de poteaux), la sécurité (meilleure visibilité depuis le poste de gestion, système de vidéo surveillance, ...), la création d'ascenseurs, l'accessibilité aux handicapés, ... (CSOEC, 2004).

Les choix en matière d'emplacement, de localisation des accès, de dimensionnement du nombre de places sont effectués en tenant compte de la politique de stationnement des collectivités locales, voire pour les villes de plus de 100 000 habitants, des plans de déplacements urbains (PDU), prévus par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (CSOEC, 2004).

Plus récemment, le deuxième Plan National Santé Environnement (PNSE2) préconise la création « *de parkings en périphérie* » dans le cadre de son Action 3 « Mieux réguler la mobilité et réduire les émissions atmosphériques unitaires de chaque mode de transport ».

2.2 Les activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts

2.2.1 Arrêté du 9 mai 2006

L'arrêté du 9 mai 2006 comprend notamment les dispositions suivantes :

- Article PS 4, § 1 :

« Sont seules autorisées dans le cadre du fonctionnement normal des parcs de stationnement, sans mesure de sécurité additionnelle, les activités annexes liées à l'automobile listées ci-après :

- aires de lavage de véhicules ;
- montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.) ;
- location de véhicules, location et stationnement de cycles ;
- charge de véhicules électriques dans les conditions définies par l'article PS 23.

La surface totale occupée par les trois premières activités ci-dessus est limitée à 5 % de la surface de l'ouvrage sans dépasser 500 mètres carrés par activité.

Les activités annexes doivent respecter les dispositions suivantes :

- l'exploitant du parc est le responsable unique de la sécurité ;
- [...].

Les autres activités ne sont autorisées dans un parc de stationnement qu'après avis favorable de la commission de sécurité compétente. Toutefois, les stations-service de distribution de carburants peuvent être autorisées en type M sous réserve de respecter les dispositions prévues pour ce type.

Indépendamment des dispositions ci-dessus, les locaux prévus à l'article PS 9, § 2, sont autorisés dans les parcs de stationnement. »

- Article PS 9 :

« § 1. Locaux nécessaires à l'exploitation du parc de stationnement :

Les bureaux nécessaires à l'exploitation du parc de stationnement, le poste de péage et les locaux du personnel sont autorisés à l'intérieur du parc sans condition d'isolement. [...]

§ 2. Locaux techniques non liés à l'exploitation du parc de stationnement :

Les locaux techniques non liés à l'activité du parc tels que les chaufferies, les locaux réservés aux poubelles, un local groupe électrogène non lié à l'activité du parc, peuvent être installés à l'intérieur du parc. [...] Ces locaux ne doivent pas être ventilés sur le parc, ils peuvent l'être sur la rampe d'accès qui donne à l'air libre.

§ 3. Groupement d'établissements :

Lorsque le parc de stationnement constitue une des activités d'un établissement ou d'un groupement d'établissements tel que défini dans les dispositions générales du règlement, les locaux techniques de cet établissement ou de ce groupement d'établissements sont admis dans le parc. [...] Ces locaux ne doivent pas être ventilés sur le parc, ils peuvent l'être sur la rampe d'accès qui donne à l'air libre. »

- Article PS 31, § 2 :

« L'air du parc n'est pas utilisé pour ventiler d'autres locaux.

Lorsqu'il existe un local d'exploitation ou un poste de sécurité dans le parc, celui-ci dispose d'une installation de ventilation mécanique indépendante. »

2.2.2 Les exploitants

La fonction des exploitants consiste à la fois à rendre service aux usagers et à maintenir en bon état le parc de stationnement.

Leur tâche consiste généralement à :

- exercer des activités de petit entretien, nettoyage, vidage des bacs de tickets aux barrières de péage ;
- aider les usagers, les renseigner, intervenir dans les cas d'incidents de paiements ;
- appeler la maintenance, encadrer les différentes interventions ;
- fiabiliser les appareils, chercher des solutions aux pannes répétitives ;
- suivre les travaux d'amélioration, coordonner le travail des entreprises extérieures ;
- assurer la surveillance du parc, et notamment effectuer des rondes de surveillance et de comptage ;
- et d'une façon générale, assumer toutes les tâches qui constituent la maîtrise du parc.

En France métropolitaine, la FNMS estime en approximation à 5000 le nombre de salariés travaillant à l'intérieur des parcs couverts ayant une mission de service public du stationnement, (avec une capacité supérieure à 200 places) pour leur exploitation exclusivement¹², avec une tendance à la diminution. Cette tendance s'explique notamment par l'automatisation des systèmes de paiement et le développement de la télégestion (télésurveillance, gestion de plusieurs parcs « asservis » à partir d'un parc « maître », ...).

2.2.3 Les prestataires (ou sous-traitants)

L'exploitant du parc sous-traite généralement la maintenance et l'entretien des équipements du parc à des sociétés prestataires spécialisées. Parfois, les équipes en charge de ces activités sont internes à l'organisme qui gère le parc.

Les équipements faisant l'objet d'une maintenance sont principalement :

- l'installation électrique, car elle est adaptée au fur et à mesure de l'évolution du parking et des technologies utilisées, par exemple lors du passage aux éclairages par des technologies LED ;
- les dispositifs d'éclairage, tant pour éclairer le parking en situation normale que les dispositifs de sécurité ou les dispositifs de guidage ;
- les groupes électrogènes ;
- l'installation de ventilation dont la fonction est à la fois le désenfumage en cas d'incendie et l'évacuation des gaz d'échappement aux heures de pointe ;
- les ascenseurs et escaliers roulants ;
- les pompes d'évacuation de l'eau¹³ ;
- le matériel de péage ;
- les locaux de travail, salles de repos, toilettes ;
- ...

¹² Comprend principalement les activités d'accueil, surveillance et petit entretien courant du parc. N'inclut pas les services extérieurs aux exploitants de parc (location et nettoyage de véhicules, ...).

¹³ L'un des parcs étudiés a été construit en creusant dans une nappe phréatique. Des pompes fonctionnent en permanence et assèchent le sol autour du bâtiment (plusieurs centaines de mètres cubes par heure) à un coût élevé en consommation d'énergie. Si elles venaient à s'arrêter, plusieurs étages seraient inondés et la structure du bâti fragilisée.

2.2.4 Les concessionnaires

Des entreprises concessionnaires louent des espaces du parc pour y exercer une activité de service. Les parcs peuvent ainsi abriter des sociétés de lavage automobile, des loueurs de véhicules (automobiles ou cycles), de dépôt de colis, ...

Selon la FNMS, ces services aux usagers autres que ceux propres à l'exploitation des parcs connaissent un essor et ont vocation à poursuivre leur développement. En effet, les parcs de stationnement couverts, surveillés en permanence et étant une zone de passage de nombreux usagers, sont un espace attractif pour les sociétés désireuses de proposer des services. Ces développements contribuent par ailleurs à rendre le parc de stationnement plus accueillant et attractif pour les usagers.

2.2.5 Activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts

Une recherche documentaire réalisée par l'Afsset et l'audition de la Fédération Nationale des Métiers du Stationnement (FNMS) du 9 septembre 2008, ont abouti à la définition suivante des activités professionnelles régulièrement exercées dans les parcs de stationnement couverts et pouvant impliquer la présence de travailleurs dans le parc :

Activités d'exploitation du parc de stationnement

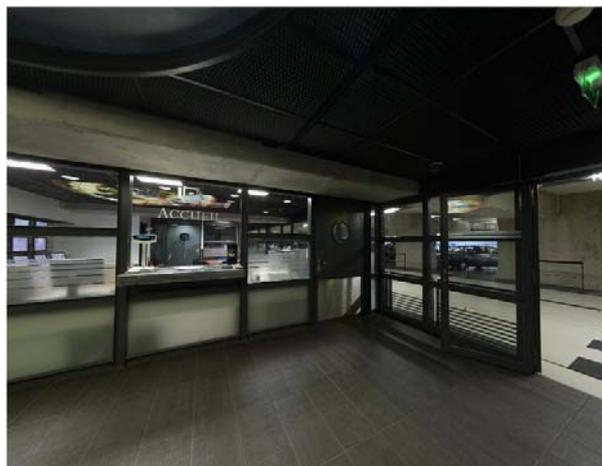
- Accueil (péagiste, ...)
- Surveillance générale
- Surveillance incendie
- Petit entretien courant du parc
- Nettoyage du parc de stationnement

Activités d'entretien et maintenance des équipements du parc de stationnement

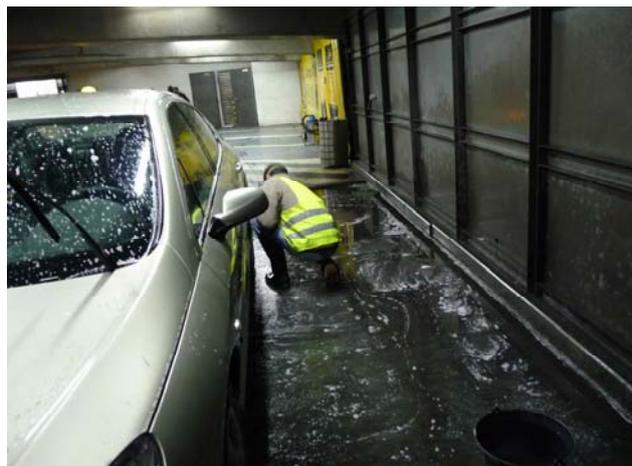
- Ventilation, désenfumage
- Barrières et équipements de péage
- Ascenseurs
- Trottoirs roulants
- Réseaux et systèmes électriques
- Eclairage
- Groupes électrogènes
- Pompes de relevage
- Cuves de décantation

Autres services aux usagers

- Location de véhicules (automobiles, cycles)
- Nettoyage de véhicules
- Réparation de véhicules et autre entretien de véhicules, montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.)
- Distribution de carburants en station-service (plus rare)
- Vente aux usagers (extension de surface de vente du magasin/centre commercial attenant au parc) (plus rare)



Local d'exploitation (accueil et surveillance)



Nettoyage de véhicules

Maintenance des groupes électrogènes →

Location de cycles



Figure 1 : Illustrations d'activités professionnelles exercées dans les parcs couverts

2.3 Systèmes de ventilation dans les parcs de stationnement couverts

La réduction des concentrations atmosphériques de polluants dans les parcs de stationnement couverts par déplacement d'air ou dilution est dépendante de l'efficacité des systèmes de ventilation.

Les systèmes de ventilation mécanique dans ces ouvrages peuvent être classés comme suit :

- systèmes de ventilation mécanique simple flux ;
- systèmes de ventilation mécanique double flux (combine systèmes mécaniques d'introduction d'air « frais » et d'extraction d'air « vicié »).

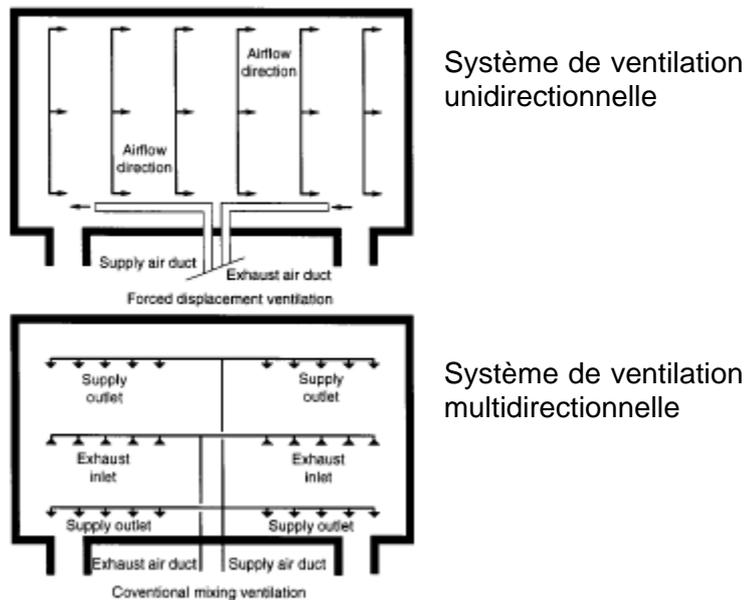
Quel que soit le système de ventilation, le débit d'air extrait est généralement supérieur au débit d'air entrant.

Les systèmes de ventilation mécanique simple flux combinent généralement une alimentation naturelle en air « frais » (par exemple par les entrées et sorties du parc ouvertes sur l'extérieur) et une extraction mécanique d'air « vicié ». Ces systèmes ne combinent généralement pas alimentation mécanique et extraction naturelle d'air du fait de la possibilité accrue de dispersion incontrôlée et de fuites de l'air pollué (par exemple migration des polluants dans les cages d'escalier, gaines d'ascenseur, conduits de plomberie et de câbles jusqu'à des zones fréquentées) (Chan M.Y. *et al.*, 1998), et du risque incendie si la ventilation est assurée par les systèmes de désenfumage (évacuation des fumées et mise en dépression du parc).

Les systèmes de ventilation double flux peuvent permettre le contrôle à la fois des fonctions d'entrée et d'extraction de l'air. Ces systèmes permettent un meilleur contrôle de la distribution spatiale et temporelle de l'air entrant et, après ajustement et équilibrage, une meilleure prévention de la migration incontrôlée de l'air pollué vers d'autres compartiments du parc (Burnett J. et Chan M.Y., 1997).

Les systèmes de ventilation mécanique double flux peuvent être classés comme suit (Figure 2) :

- systèmes de ventilation unidirectionnelle, pour lesquels la localisation des points d'entrée et de sortie d'air doit permettre la formation d'un flux d'air général à travers un volume significatif du parc ;
- systèmes de ventilation multidirectionnelle, pour lesquels la localisation des points d'entrée et de sortie d'air doit permettre la formation de plusieurs flux d'air relativement réduits à travers des volumes du parc relativement plus faibles.



(Source : Burnett J. et Chan M.Y., 1997)

Figure 2 : Systèmes de ventilation double flux

Les systèmes de ventilation unidirectionnelle dont la conception et la maintenance sont appropriées peuvent produire un balayage de l'air déplaçant rapidement les polluants vers les orifices d'extraction. Le désavantage, particulièrement dans des larges volumes tels que les parcs de stationnement couverts, est que des gradients importants de polluants peuvent être générés par ces systèmes. En effet, la contamination de l'air entrant s'accroît à mesure que le flux progresse vers la zone d'extraction. Ce phénomène peut entraîner des niveaux de polluants particulièrement élevés dans les zones à proximité des orifices d'extraction (Burnett J. et Chan M.Y., 1997). Un flux d'air important et une faible infiltration de l'air provenant des zones adjacentes sont requis pour une ventilation efficace (Matzoros A., 1990).

Les systèmes de ventilation multidirectionnelle comportent plusieurs sources d'air entrant afin de générer une dilution des polluants. Lorsque la conception et la maintenance sont appropriées, ces systèmes permettent un meilleur contrôle localisé des niveaux de polluants. Cependant ils augmentent le risque de court-circuitages des flux d'air attendus. Par exemple, si les orifices d'introduction et d'extraction d'air sont couplés trop étroitement, le flux d'air peut progresser du point d'entrée au point de sortie sans entraîner de mélange (dilution) suffisant avec l'air du parc chargé de polluants. Les court-circuitages peuvent être exacerbés par des obstacles tels que les véhicules stationnés (Koskela H.K. *et al.*, 1991).

Quel que soit le système de ventilation, son efficacité peut être court-circuitée lorsque la prise d'air « frais » et la bouche d'évacuation de l'air « vicié » situées à l'extérieur du parc sont trop proches ou sont soumises à des conditions environnementales délétères, telles que le vent (Burnett J. et Chan M.Y., 1997). L'air utilisé en entrée doit être de bonne qualité.

Plusieurs études indiquent que la ventilation par déplacement d'air (flux piston) a en théorie une efficacité supérieure à la ventilation par dilution, étant entendu que les zones fréquentées par les usagers et travailleurs (ex : hall d'ascenseur, zones piétonnes) sont éloignées des orifices d'extraction (Burnett J. et Chan M.Y., 1997 ; Chan M.Y. et Chow W.K., 2004). Cependant, ces études concluent qu'il est très difficile d'obtenir en pratique une ventilation efficace par déplacement d'air, même lorsque les points d'entrée et de sortie d'air sont séparés à l'opposé l'un de l'autre selon une disposition prudente.

D'une manière générale, des phénomènes indésirables de mélanges d'air affectant les flux de ventilation sont rapportés du fait des déplacements de véhicules circulants, de la force d'impulsion de l'air entrant, et de la force de flottabilité des émissions de véhicules. Bien que l'épuration soit en théorie plus efficace avec un flux piston, des gradients importants de pollution générés peuvent entraîner une augmentation des concentrations à des niveaux élevés en proximité des orifices d'extraction. De plus, la géométrie du parc peut conduire à des zones du parc où l'air est peu ou pas ventilé (air stagnant), par exemple dans les « culs-de-sac ». Enfin, la ventilation par flux piston nécessite un contrôle thermique minutieux de l'air afin de limiter les mélanges d'air indésirables. Une répartition adaptée de plusieurs points d'entrée de l'air dans le parc entrainera normalement une meilleure qualité de l'air localement, par rapport à un point d'entrée unique pour tout le parc. Un excédent d'apport en air extérieur au niveau des zones fréquentées (par exemples hall d'ascenseur et zones piétonnes) est une solution permettant d'améliorer localement la qualité de l'air (Chan M.Y. et Chow W.K., 2004). En conclusion, les auteurs considèrent que la solution préférentielle serait la combinaison d'une ventilation par dilution et d'une stratégie d'extraction de l'air au niveau des pots d'échappement à proximité des points de stationnement. Les orifices locaux d'extraction peuvent ainsi réduire l'impact des émissions sur la qualité de l'air du parc et réduire *de facto* la puissance nécessaire du système de ventilation par dilution.

Le fonctionnement des systèmes de ventilation constitue une part importante, voire majeure, de la consommation énergétique (électrique) d'un parc de stationnement couvert. Des usages de la ventilation (par exemple lorsque tous les ventilateurs sont activés) peuvent amener dans certains cas à une consommation énergétique dépassant celle prévue par l'abonnement, entraînant *de facto* une surfacturation qui peut être dissuasive. L'optimisation de l'utilisation énergétique par les systèmes de ventilation tout en assurant une ventilation efficace apparaît donc comme un axe sensible d'amélioration.

Bien que les systèmes de ventilation double flux multidirectionnel puissent permettre un meilleur contrôle localisé des niveaux de polluants, leur fonctionnement requiert inévitablement plus d'énergie que les autres systèmes (Chan M.Y. et Chow W.K., 2004 ; Chan M.Y. *et al.*, 1998). Pour diminuer la consommation énergétique, les systèmes de ventilation à deux vitesses sont une solution (Chan M.Y. *et al.*, 1998). La mise en œuvre d'une stratégie de ventilation à deux vitesses nécessite des critères de régulation de la ventilation (valeurs seuils d'un indicateur de pollution - par exemple CO et NO, trafic, ...). La régulation automatique de la ventilation peut être asservie ou réalisée par l'intermédiaire d'un horocontacteur ou tout autre système équivalent. Le concept d'une stratégie de ventilation à deux vitesses est d'utiliser une ventilation plus puissante (grande vitesse) pour les périodes de trafic important dans le parc, et une ventilation moins puissante (petite vitesse) en dehors des pics de fréquentation du parc. Un important potentiel d'économie en énergie lié à l'usage d'une telle stratégie est rapporté si les périodes de trafic important sont courtes (ex : pics de fréquentation limités à des périodes relativement courtes le matin et le soir). L'économie d'énergie a néanmoins été estimée à partir d'une approche mathématique qui peut dévier des circonstances réelles (Chan M.Y. *et al.*, 1998).

Tableau I : Exemple de critères courants pour la régulation de la ventilation et les consignes associées

(Source : Anact)

Taux mesuré	Ventilation	Informations
Sous le premier seuil	Arrêt	Aucune
20 à 30 ppm de CO ou 2 ppm de NO	Petite Vitesse	Aucune
50 ppm de CO ou 5ppm de NO	Grande Vitesse	Aucune
100 ppm de CO ou 10 ppm de NO	Grande Vitesse	Signalisation d'urgence
200 ppm de CO ou 20 ppm de NO	Grande Vitesse	Ordre d'évacuation immédiate, ouverture des barrières

Les systèmes de désenfumage dédiés au risque incendie mais utilisés à des fins de maintien de la qualité de l'air peuvent entraîner un mauvais rapport entre consommation énergétique et efficacité de ventilation. Notamment, la puissance de ces systèmes peut être surdimensionnée pour une ventilation efficace de l'air pollué (hors incendie), le rendement des moteurs du système étant alors inadapté. Des solutions évoquées par les professionnels consistent soit à ajouter un système de ventilation au système de désenfumage existant, soit à équiper les moteurs du système de désenfumage de commandes électroniques adaptées (variateur de fréquence).

Concernant les locaux d'exploitation ou postes de sécurité situés dans le parc, ils disposent d'une installation de ventilation mécanique indépendante. Leur atmosphère peut être mise en légère surpression par rapport à celle du parc afin d'éviter l'entrée d'air pollué dans ces locaux.

3 Caractérisation des parcs de stationnement couverts et de leurs activités professionnelles en France (enquête Afsset)

3.1 Contexte

Dans le cadre du courrier de saisine de la DGT à l'attention de l'Afsset (cf Annexe 1), la DGT attendait que les travaux de l'Afsset « *apportent des informations et des données précises sur l'ensemble des activités professionnelles qui sont assurées par des opérateurs travaillant [...] dans les parcs couverts de stationnement* » (cf 1.2).

Afin de répondre à ce premier point, l'Afsset a mis en œuvre une étude par enquête nationale pour le recueil et l'analyse descriptive de données sur les activités professionnelles exercées dans les parcs de stationnement couverts, et sur la caractérisation du parc national des parkings couverts.

En effet, aucune source d'informations centralisant spécifiquement ce type de données n'a été identifiée à ce jour (cf 2). Cette enquête est complémentaire aux observations de terrain d'un nombre limité d'activités professionnelles jugées plus exposées, et de l'activité d'exploitation du parc impliquant le travail de l'opérateur dans un local équipé d'une ventilation spécifique. Ces observations de terrain ont été réalisées par l'Anact dans le cadre d'une convention de recherche et développement passée avec l'Afsset (Anact, 2009).

Ces investigations doivent permettre l'identification des activités professionnelles jugées les plus exposées, et doivent fournir des premières données destinées à être utilisées dans des scénarios d'exposition. In fine, ces investigations :

- permettront une évaluation des risques sanitaires liés aux expositions à la pollution atmosphérique des parcs de stationnement couverts chez les travailleurs, à l'échelle nationale ;
- contribueront à l'élaboration des propositions ou pistes de réflexion qui permettent de préserver, voire d'améliorer, la santé de ces travailleurs.

3.2 Objectifs

1. Décrire le parc national des parkings couverts selon les paramètres suivants : typologie des parkings, nombre de places de stationnement, structure d'ouvrage des parkings, nombre de niveaux, trafic de véhicules.

2. Evaluer par activité professionnelle : leur prévalence au sein des parcs couverts, le nombre de travailleurs, leur durée et fréquence de travail.

3.3 Méthode

3.3.1 Type d'étude

Pour répondre à ces objectifs, le choix du type d'étude s'est porté sur une enquête transversale à l'échelle nationale (France métropolitaine) auprès d'établissements gérant ou exploitant un parc de stationnement.

3.3.2 Populations d'étude

3.3.2.1 Définition

Compte tenu des éléments développés au chapitre 2.1 (cf p.26), la population cible, de laquelle sont issus les sujets de l'étude, constitue **la population des parcs de stationnement ouverts au public, couverts et non largement ventilés¹⁴, d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement**, quels que soient :

- la typologie du parc (lié à un centre commercial, parc dédié au stationnement urbain, ...),
- son mode de gestion (entreprises privées, sociétés d'économie mixte, collectivité locale),
- la taille de l'entreprise exploitante (entreprises exploitant x parcs).

Sont donc exclus du périmètre de l'étude :

- les parcs résidentiels,
- les parcs annexes ou liés à un lieu de travail, et réservés aux travailleurs et aux visiteurs.

3.3.2.2 Echantillon d'enquête

Pour répondre aux objectifs de l'enquête, l'échantillon des parcs à enquêter :

- se veut suffisamment exhaustif en recensant les établissements exploitant des parcs de stationnement couverts et non largement ventilés d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement, en France métropolitaine ;
- doit également tendre vers un échantillon qui soit le plus représentatif possible à l'échelle de la France métropolitaine.

Ont été contactés l'ensemble des parcs de stationnement couverts de plus de 200 places de stationnement recensés pour lesquels une personne référente a pu être identifiée.

L'échantillon comporte par parc les informations suivantes : nom du parc, nom de l'établissement, adresse postale, nom et coordonnées d'une personne référente pour répondre à l'enquête. L'échantillon est constitué à partir d'informations issues :

- de la liste exhaustive des adhérents FNMS au titre du collège des exploitants de stationnement (essentiellement les sièges sociaux des principales entreprises exploitant des parcs de stationnement en France). Cette liste collectée auprès de la FNMS comporte notamment le nom des entreprises adhérentes, leur adresse postale, les nom, numéro de téléphone et adresse mail de la direction ;
- des « fichiers entreprise » répondant au code NAF 5221Z¹⁵ collectés auprès des Chambres de Commerce et de l'Industrie (CCI). Ces fichiers renseignent notamment le nom de l'entreprise/établissement, son adresse postale, parfois son numéro de téléphone et le nom

14 Il apparaît préférable d'exclure les parcs dits couverts mais qui présentent de larges ouvertures au niveau des façades latérales. Ces parcs apparaissent en effet éloignés de la problématique de la qualité de l'air dans les parcs couverts qui implique en priorité les parcs dont la ventilation naturelle est faible. Bien que la notion réglementaire de « **parc non largement ventilé** » réponde à des critères stricts et restrictifs de dimensionnement d'ouverture des façades, ce critère d'exclusion répondant à une définition précise et connue des exploitants apparaît le plus approprié, à défaut d'autres critères existants permettant de qualifier facilement la ventilation naturelle d'un parc.

15 Sous-classe **5221Z** « Services auxiliaires des transports terrestres » de la Nomenclature d'Activités Françaises gérée par l'INSEE, qui comprend :

- les activités liées au transport terrestre de personnes, d'animaux ou de fret :
 - . l'exploitation de terminaux tels que gares ferroviaires, gares routières, terminaux de manutention de fret,
 - . l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire,
 - . l'exploitation à péage d'autoroutes et ouvrages d'art,
 - . **l'exploitation d'aires de stationnement, de parcs à voitures** ou à vélos, d'entreposage de caravanes durant l'hiver,
- les services de poussage ou de remorquage ferroviaire,
- les services de remorquage et d'assistance routière.

du responsable légal. La méthode d'identification du code NAF le plus adapté (5221Z) est décrite en Annexe 7 ;

- des contacts pris par l'Afsset auprès de gestionnaires et exploitants de parcs, en s'appuyant sur la liste FNMS et sur les « fichiers entreprise » CCI collectés ;
- de recherches complémentaires sur Internet.

3.3.3 Informations recueillies

Pour chacun des parcs contactés, les informations à renseigner (cf questionnaire d'enquête en Annexe 8) sont **de 3 ordres différents** :

- activités professionnelles exercées au sein du parc (effectifs de travailleurs et durée de travail par activité) ;
- nombre global de travailleurs exerçant régulièrement dans le parc ;
- typologie (parc annexé à un centre commercial, parc relais, ...) et caractéristiques générales du parc (nombre de places de stationnement, nombre de niveaux de stationnement, trafic, ...).

3.3.4 Analyse des données

Les données recueillies via le questionnaire (cf Annexe 8) font l'objet d'une analyse descriptive à l'échelle du parc national des parcs couverts de stationnement ouverts au public et dont la capacité est supérieure ou égale à 200 places de stationnement. Cette enquête n'a pas vocation à permettre une analyse descriptive à l'échelle d'un parc donné.

3.3.4.1 Description du parc national des parkings couverts

Le parc national sera décrit en fonction :

- des différents types de parcs en quantifiant la proportion de parcs pour chaque type de parcs (parc annexé à un centre commercial, parc relais, ...) ;
- de la capacité des parcs en présentant la distribution statistique du nombre de places de stationnement par parc. Une comparaison des distributions statistiques de ce paramètre entre les principaux types de parcs sera également réalisée. La proportion de différentes classes de capacité des parcs (≤ 250 ; de 251 à 1000 ; > 1000) sera également quantifiée ;
- des différentes structures d'ouvrage en quantifiant la proportion de parcs pour chaque structure d'ouvrage (souterrain ; superstructure ; mixte ; au sol) ;
- du nombre de niveaux de stationnement en quantifiant la proportion de parcs selon leur nombre de niveaux de stationnement ;
- du trafic moyen journalier et du trafic maximal journalier de véhicules dans les parcs en présentant la distribution statistique de ces paramètres. Une comparaison des distributions statistiques du trafic de véhicules entre les principaux types de parcs sera également réalisée ;
- du ratio « trafic moyen journalier / nombre de places de stationnement » en présentant la distribution statistique de ce paramètre, et ce afin d'obtenir un critère d'appréciation plus directement lié à la qualité de l'air. Une comparaison des distributions statistiques de ce ratio entre les principaux types de parcs sera également réalisée.

3.3.4.2 Activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts

3.3.4.2.1 Durées de travail

A partir des parcs enquêtés et pour les différentes activités professionnelles, les données suivantes seront collectées (cf Annexe 8) :

- nombre de travailleurs (pour une activité donnée sur le parc)¹⁶ ;
- durée de travail en h/j (moyenne des travailleurs exerçant une activité donnée sur le parc)¹⁷ ;
- durée de travail en j/an (moyenne des travailleurs exerçant une activité donnée sur le parc)¹⁷ ;
- durées de travail en nombre d'années travaillées (moyenne et maximale des travailleurs exerçant une activité donnée sur le parc) ;
- si les travailleurs exercent en majorité sur un seul parc ou sur plusieurs parcs (pour une activité donnée sur le parc).

A partir des données collectées, seront évalués par activité professionnelle :

- la durée journalière de travail (en heure par jour) ;
- la durée annuelle de travail (en % d'une année) ;
- le nombre d'années travaillées.

Certaines données collectées ne seront pas utilisées dans l'analyse descriptive de l'enquête car elles ont vocation à être utilisées uniquement dans le cadre des scénarios d'exposition des travailleurs (cf 5.1.3).

Pour évaluer les durées de travail journalière et annuelle :

- Concernant les activités indépendantes d'autres activités (c'est-à-dire que les travailleurs en charge de ces activités n'exercent pas d'autres activités dans le parc), telles que généralement le nettoyage de véhicules, les activités de maintenance et entretien des différents équipements du parc et parfois le nettoyage du parc :
 - o Une distribution statistique des durées de travail journalière et annuelle tenant compte du nombre de travailleurs sera représentée. En effet, l'enquête renseigne, pour une activité donnée, une moyenne de durées de travail par parc ainsi que le nombre de travailleurs sur laquelle est estimée ou calculée cette moyenne. La distribution s'appuie sur l'hypothèse que les différents travailleurs, pour un même parc et une même activité professionnelle, ont une durée de travail similaire en h/j et j/an. Cette hypothèse apparaît plausible, l'emploi du temps des travailleurs étant généralement assez homogène au sein d'un même parc et pour une même activité professionnelle.
 - o Pour tenir compte des travailleurs rotatifs¹⁸ dans cette distribution, une analyse des données par parc sera réalisée afin de supprimer les doublons, triplons, quadruplons, ..., liés au fait que des mêmes travailleurs rotatifs peuvent être comptabilisés sur plusieurs parcs enquêtés. Cette analyse s'appuiera sur des paramètres permettant d'identifier un même groupe de travailleurs rotatifs sur différents parcs enquêtés (nombre de travailleurs, moyenne et maximale du nombre d'années travaillées).

16 Le nombre de travailleurs est renseigné pour une activité donnée. Pour les travailleurs en charge de plusieurs activités, ces travailleurs sont comptabilisés pour chacune des activités qu'ils exercent (par exemple : pour un travailleur chargé de l'accueil et la surveillance générale, il est comptabilisé dans le nombre de travailleurs se rapportant à chacune de ces deux activités).

17 Concernant les activités pour lesquelles les travailleurs exercent en majorité sur plusieurs parcs, la durée de travail renseignée correspond à la durée de travail sur les différents parcs, et non sur le parc enquêté uniquement.

18 Lorsque pour une activité donnée sur un parc, les travailleurs exercent en majorité sur plusieurs parcs.

- Concernant les activités interdépendantes (c'est-à-dire que les travailleurs en charge de ces activités exercent d'autres activités dans le parc), telles que généralement l'accueil, la surveillance générale, la surveillance incendie, le petit entretien courant du parc et parfois le nettoyage du parc :
 - o Au préalable de l'évaluation, une analyse des données par parc sera réalisée afin de cumuler les durées journalières de travail se rapportant aux différentes activités exercées par les mêmes travailleurs sur un parc. Cette analyse s'appuiera sur des paramètres permettant d'identifier un même groupe de travailleurs sur différentes activités (nombre de travailleurs, nombre d'heures par jour et par activité, moyenne et maximale du nombre d'années travaillées). Les activités d'accueil, surveillance générale, surveillance incendie, petit entretien courant du parc et parfois nettoyage du parc seront ainsi regroupées sous le terme d'activités d'exploitation du parc.
 - o Une distribution semblable à celle réalisée pour les activités indépendantes entre elles (cf ci-dessus) sera ensuite représentée en tenant donc compte de la durée journalière totale de travail pour les travailleurs exerçant des activités d'exploitation du parc. Sera également évaluée la part de la durée journalière de travail des différentes activités regroupées au sein de l'activité d'exploitation du parc.

Pour évaluer les durées de travail exprimées en nombre d'années travaillées :

A partir des analyses décrites ci-dessus permettant de tenir compte des travailleurs rotatifs et des activités interdépendantes, une distribution des maximales par parc du nombre d'années travaillées sera représentée pour chacune des activités professionnelles. Cette distribution permettra une comparaison des valeurs hautes du nombre d'années travaillées entre les différentes activités. En outre, elle ne constituera pas une distribution en fonction des travailleurs, mais en fonction des parcs.

3.3.4.2.2 Prévalence des activités professionnelles au sein des parcs couverts

A partir des parcs enquêtés (cf 3.3.2.1), les différentes activités professionnelles qui y sont exercées seront renseignées au sein d'une liste prédéfinie dans le questionnaire d'enquête (cf Annexe 8).

Sur la base de ces informations, sera évaluée la proportion de parcs hébergeant certaines activités professionnelles, notamment celles que l'on ne retrouve pas « systématiquement » mais qui connaissent un essor (nettoyage de véhicules par exemple) ou qui présentent un intérêt particulier en termes de qualité de l'air (distribution de carburants en station service par exemple).

3.3.4.2.3 Effectif de travailleurs selon les activités professionnelles

A partir des parcs enquêtés (cf 3.3.2.1), le nombre de travailleurs (pour une activité donnée sur le parc) est renseigné dans le questionnaire d'enquête.

Sur la base de cette information et des analyses décrites précédemment qui permettent de tenir compte des travailleurs rotatifs et des activités interdépendantes et donc d'éviter les doublons, triplons, ... dans la comptabilisation du nombre de travailleurs par activité, un ordre de grandeur de l'effectif de travailleurs en France métropolitaine sera estimé selon les activités professionnelles, à partir de l'équation suivante :

$$E_i = \left(e_i / n_i \right) \times P_i \times N$$

avec :

E_i : Ordre de grandeur de l'effectif de travailleurs en France métropolitaine, pour une activité i exercée dans les parcs de stationnement couverts d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement et ayant une mission de service public du stationnement.

e_i : Nombre de travailleurs comptabilisé par l'enquête Afsset, pour une activité i

n_i : Nombre de parcs sur lesquels le nombre de travailleurs e_i a été comptabilisé

P_i : Prévalence de l'activité i au sein des parcs enquêtés par l'Afsset

N : Estimation FNMS du nombre de parcs couverts ayant une mission de service public du stationnement et dont la capacité est supérieure ou égale à 200 places de stationnement, en France métropolitaine, soit 1700¹⁹.

Cette estimation n'a pas vocation à se substituer aux recensements qui pourraient exister pour ces métiers.

3.3.5 Biais

Le biais de sélection des parcs à enquêter ne peut être exclu compte tenu du mode de sélection des parcs qui n'est pas strictement aléatoire. Toutefois, la multiplicité des sources d'information utilisées pour l'échantillonnage (cf 3.3.2.2) permet de contrôler ce biais dans une certaine mesure.

Des biais d'information ne peuvent être exclus dans le cadre de l'enquête. En effet, l'enquête étant basée sur un système déclaratif, les informations renseignées par l'exploitant du parc ne peuvent donc être vérifiées par l'enquêteur. Néanmoins, aucune raison ne permet a priori de douter de la bonne foi de l'enquêté. De plus, ce type de biais est contrôlé en partie par le mode d'enquête retenu. En effet, l'entretien téléphonique permet à l'enquêteur de limiter les lacunes, incohérences et aberrations sur les données recueillies. Enfin, certaines données quantitatives en réponse au questionnaire peuvent être imprécises et donc ne représenter que des premières estimations.

3.4 Réalisation

3.4.1 Organisation du recueil des données

Le recueil des données s'est déroulé de décembre 2008 à mars 2009 et s'est organisé comme suit :

1. Identification préalable de personnes référentes pour répondre à l'enquête.
2. Envoi par message électronique aux personnes référentes du questionnaire sous format formulaire Word protégé en écriture, avec demande d'accusé de réception du message.
3. Quelques jours après l'envoi du questionnaire, appel téléphonique aux personnes référentes afin de vérifier la réception du message, rappeler le contexte et les objectifs de l'enquête, éclairer au besoin des points soulevés dans le questionnaire et convenir d'une date pour le recueil des questionnaires complétés (au moins une quinzaine de jours à partir de la date d'envoi du questionnaire) et pour un second entretien téléphonique.

¹⁹ Pour rappel, la FNMS estime que la France métropolitaine compte environ 1700 parcs couverts ayant une mission de service public du stationnement et dont la capacité est supérieure ou égale à 200 places de stationnement (cf 2.1). La mise en relation dans l'équation de N avec des paramètres issus de l'enquête Afsset constitue une approximation dans la mesure où :

- le critère "non largement ventilé" n'a pas été considéré dans l'estimation de la FNMS, qui pourrait donc inclure les parcs largement ventilés, bien que dans une faible proportion ;
- la qualification de "parcs ayant une mission de service public du stationnement" ne répond vraisemblablement pas strictement aux mêmes critères entre l'estimation de la FNMS et l'enquête Afsset.

4. Quelques jours après réception du questionnaire complété, entretien téléphonique avec la personne référente (ou avec un autre correspondant identifié par la personne référente) afin de confirmer les réponses aux champs du questionnaire les plus complexes, et d'ajouter ou corriger des données éventuellement manquantes, incohérentes ou aberrantes.
5. Saisie standardisée des réponses par l'enquêteur sur une interface informatique gérée par Access.

3.4.2 Réalisation de la base de données

L'ensemble des données sont anonymisées et stockées dans une base de données de type relationnel sous Access. Cette base est hébergée sur un serveur interne à l'Afsset.

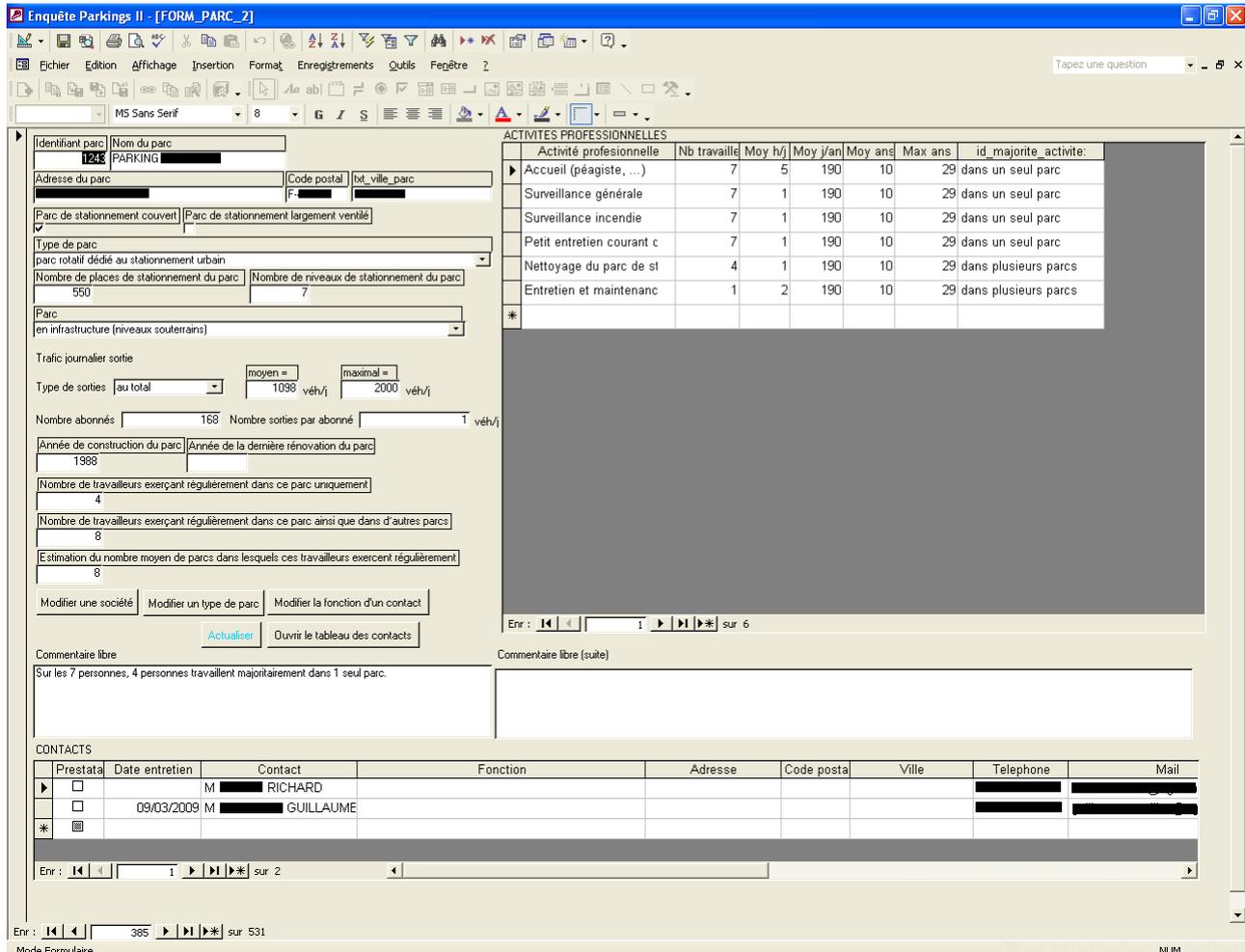


Figure 3 : Interface informatique de saisie des données de l'enquête Afsset

3.4.3 Contrôle des données

Afin de limiter les erreurs de saisie de certaines données, des outils de contrôle ont été implémentés directement dans le questionnaire au format Word protégé en écriture et dans l'interface Access de saisie des données, tels que l'utilisation de format standardisé pour les dates, les nombres, l'utilisation de cases à cocher et de listes déroulantes, etc.

Afin de limiter les données incohérentes et aberrantes, chaque questionnaire complété par l'enquêté a été examiné par l'enquêteur et les données douteuses ou clairement erronées ont été corrigées dans le cadre du second entretien téléphonique (cf 3.4.1). Dans les quelques cas où l'enquêté n'a pu être recontacté, les données douteuses ou clairement erronées n'ont pas été saisies dans la base de données informatique, et n'ont donc pas été prises en compte ensuite dans l'analyse des données.

3.5 Résultats – Taux de réponse et échantillon d'enquête

La méthode d'échantillonnage (cf 3.3.2.2) a permis d'identifier 531 parcs de stationnement, parmi lesquels 467 (88%) ont été engagés dans l'enquête, les 64 autres (12%) n'ayant pu être contactés (numéro de téléphone ou adresse électronique erroné ou obsolète) ou ayant refusé d'emblée d'y participer (Figure 4).

Parmi les 467 parcs engagés et qui ont donc été destinataires du questionnaire d'enquête :

- des réponses au questionnaire ont été recueillies pour 423 d'entre eux (91%), dont 404 ont pu être validées²⁰ (87%) et 19 non (4%) ;
- les questionnaires n'ont pas été retournés pour les 44 autres (9%).

L'enquête a donc bénéficié d'un taux de réponse de 91%.

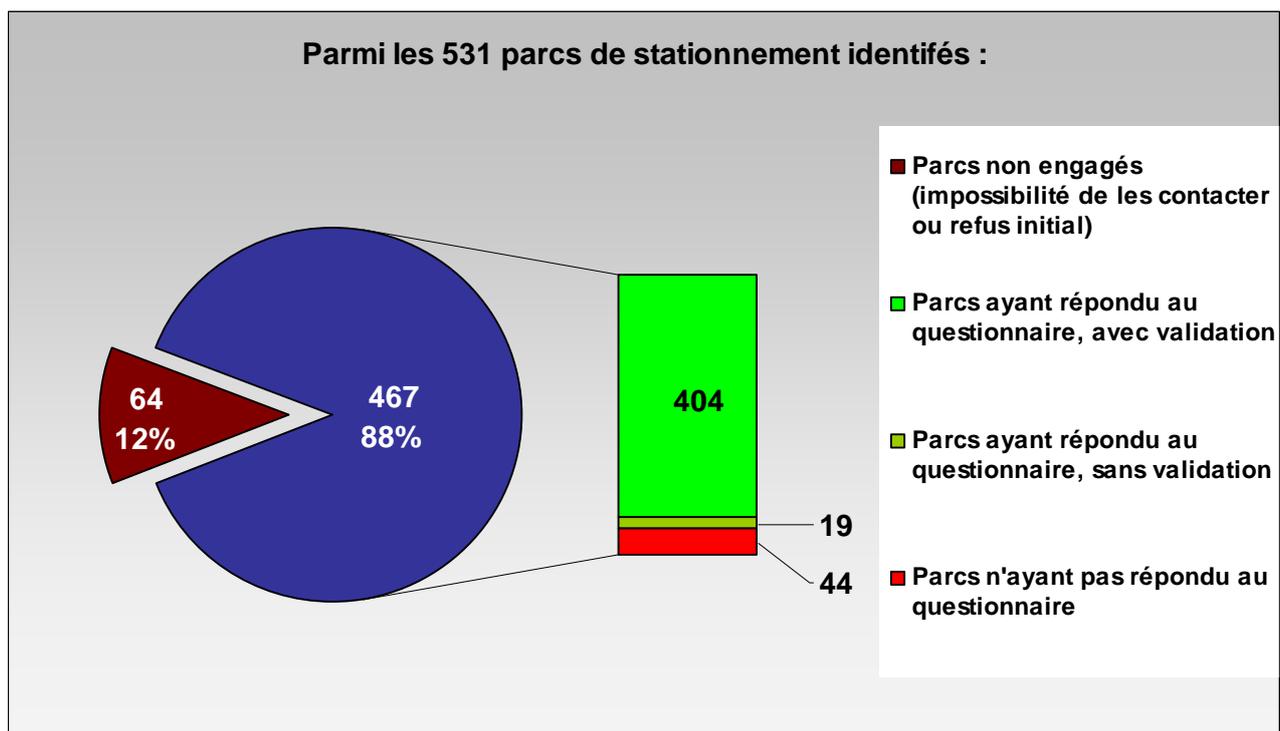


Figure 4 : Part des parcs engagés et ayant répondu à l'enquête

Parmi les 423 parcs ayant répondu au questionnaire, 292 (69%) répondaient aux critères d'inclusion dans l'échantillon d'étude (cf 3.3.2.1), et 131 (31%) non (Figure 5).

²⁰ Est entendu par validation : lorsque la personne référente (ou un autre correspondant identifié par la personne référente) a pu être appelée après réception du questionnaire afin de corriger des données éventuellement manquantes, incohérentes ou aberrantes. Dans les quelques cas où l'enquête n'a pu être recontacté, les données douteuses ou clairement erronées n'ont pas été saisies dans la base de données informatique, et n'ont donc pas été prises en compte ensuite dans l'analyse des données.

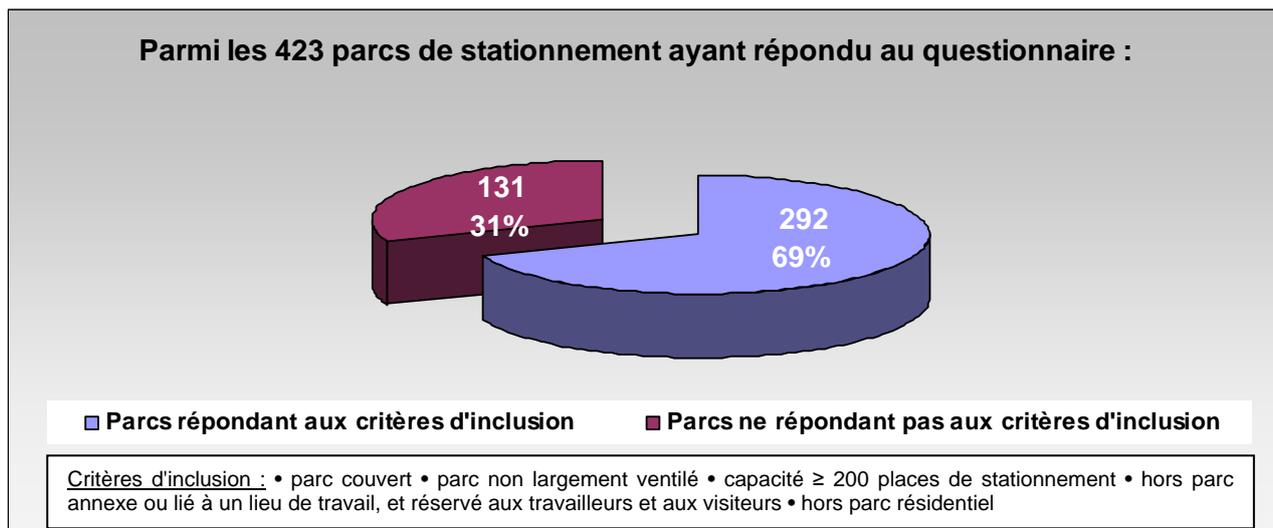


Figure 5 : Part des parcs répondant aux critères d'inclusion dans l'échantillon d'étude

En d'autres termes, l'échantillon d'étude est composé de **292 parcs de stationnement ouverts au public, couverts et non largement ventilés, d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement**, soit environ 17% du nombre de parcs existant en France métropolitaine²¹. Ces 292 parcs sont répartis sur 68 villes du territoire métropolitain (cf Annexe 9).

Le mode de collecte des parcs composant l'échantillon (cf 3.3.2) et la taille relativement importante de l'échantillon permettent de poser l'hypothèse que cet échantillon est représentatif du parc national des parkings de stationnement ouverts au public, couverts et non largement ventilés, et dont la capacité est supérieure ou égale à 200 places de stationnement.

Pour rappel, cette typologie de parkings comporte vraisemblablement, à l'échelle nationale, la grande majorité des travailleurs exerçant régulièrement dans les parkings (cf 2.1).

Les résultats de l'enquête présentés par la suite (cf 3.6 et 3.7) sont issus de cet échantillon de 292 parcs de stationnement couverts.

3.6 Résultats – Analyse descriptive du parc national des parkings couverts

3.6.1 Typologie des parcs de stationnement couverts

Dans le cadre de l'enquête, un type de parc se caractérise par le facteur majeur d'influence sur l'activité du parc considéré, par exemples : un établissement ou groupement d'établissements (centre commercial, gare ferroviaire, ...), un parc rotatif²² dédié au stationnement urbain, un parc relais²³.

21 Pour rappel, la FNMS estime que la France métropolitaine compte environ 1700 parcs couverts ayant une mission de service public du stationnement et dont la capacité est supérieure ou égale à 200 places de stationnement (cf 2.1). Ce pourcentage constitue une approximation dans la mesure où :

- le critère "non largement ventilé" n'a pas été considéré dans l'estimation de la FNMS, qui pourrait donc inclure les parcs largement ventilés, bien que dans une faible proportion ;
- la qualification de "parcs ayant une mission de service public du stationnement" ne répond vraisemblablement pas strictement aux mêmes critères entre l'estimation de la FNMS et l'enquête Afsset.

22 Parc destiné surtout à une clientèle occasionnelle, avec des besoins de stationnement de courte durée (quelques heures).

23 Parc de stationnement réalisé à proximité d'une station de transports collectifs et conçu pour inciter les automobilistes à utiliser les transports collectifs.

Comme le montre la Figure 6, une grande majorité des parcs correspond à des parcs rotatifs dédiés au stationnement urbain (84%). Ce type de parcs répandu dans les centres urbains des agglomérations a connu une période d'expansion due notamment à une demande de stationnement toujours supérieure à l'offre (CSOEC, 2004 ; FNMS, 2005). La création de ces parcs, pour la plupart souterrains, a alors constitué un levier de régulation des déplacements, notamment dans le cadre de programmes d'urbanisme.

La prévalence observée de parcs rotatifs peut également s'expliquer par la multiplicité des facteurs d'influence pour ce type de parcs (ex : l'activité d'un parc rotatif peut être influencée par les présences cumulées en proximité d'un centre commercial, d'un hôpital, ...) contrairement aux autres types de parcs. L'enquête ne pouvant dégager un facteur majeur d'influence a donc vraisemblablement eu tendance à retenir préférentiellement cette typologie.

Les parcs annexes ou liés à un magasin de vente ou à un centre commercial constituent la deuxième plus importante typologie de parcs (7%), bien que dans une proportion beaucoup plus faible que les parcs rotatifs. Ces parcs permettent principalement d'accroître le service rendu aux clients et donc l'attractivité de ces commerces.

Les parcs relais constituent la troisième plus importante typologie de parcs (3%). Ces parcs situés dans les quartiers de périphérie à proximité immédiate d'une station de transports collectifs sont conçus pour inciter les automobilistes à utiliser les transports collectifs. Si le coût de leur construction est élevé, leur rentabilité économique est nettement plus difficile que pour les parcs de centre urbain ou les parcs liés à un centre commercial (tarification basse ou inexistante, rotation faible) (FNMS, 2005).

Enfin, les 7% restant regroupe les parcs annexes ou liés à une gare ferroviaire (trains nationaux et internationaux) (2%) et 8 autres typologies plus marginales (5%).

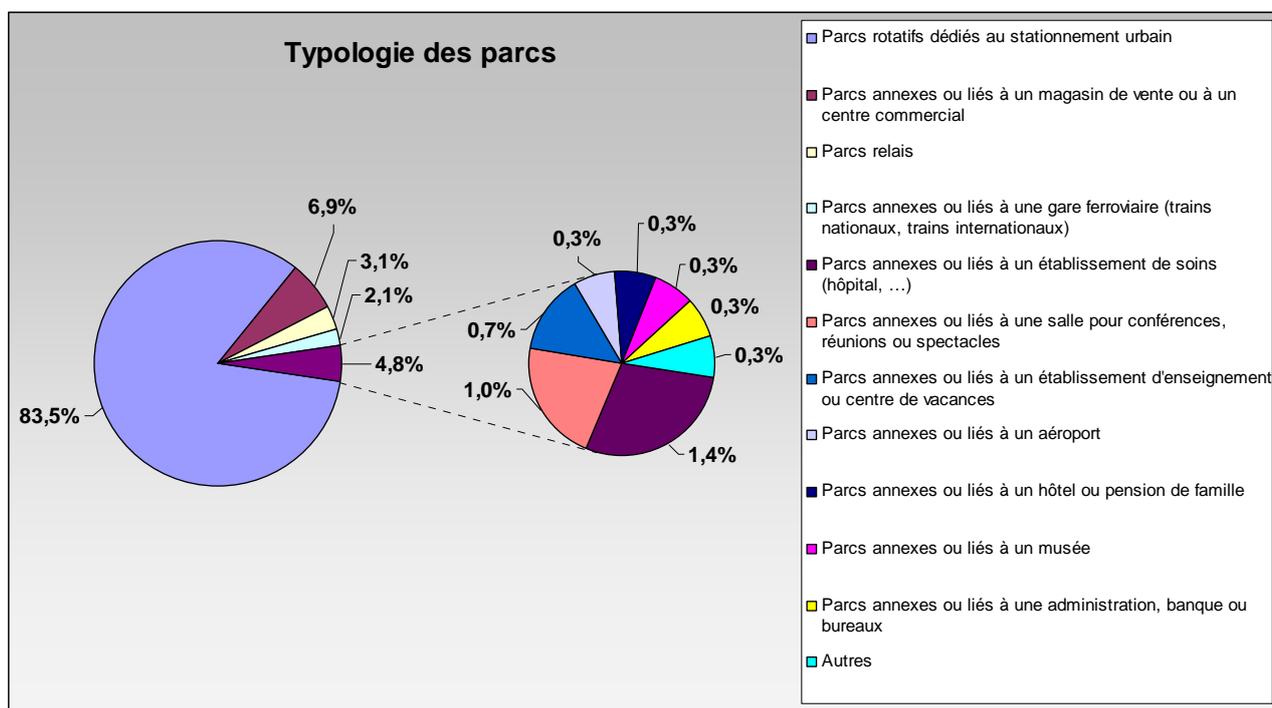


Figure 6 : Part des parcs couverts selon leur typologie

3.6.2 Capacité des parcs de stationnement couverts

Dans le cadre de l'enquête, la capacité d'un parc se caractérise par son nombre de places de stationnement. Pour rappel, l'échantillon d'étude comporte des parcs d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement (cf 3.3.2.1).

La Figure 7 montre une large variabilité des capacités de parcs recueillies auprès des 292 parcs : de 209 à 3255 places de stationnement. 50% des parcs ont une capacité comprise entre 359 et 653 places de stationnement et la médiane se situe à 450 places de stationnement.

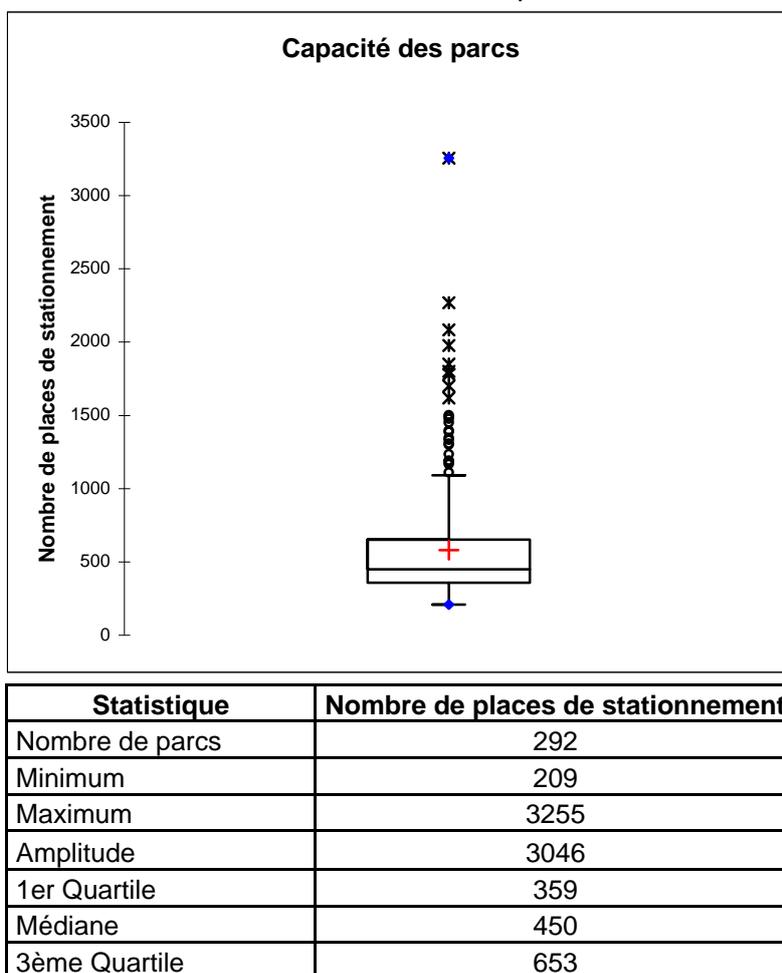


Figure 7 : Capacité des parcs couverts²⁴

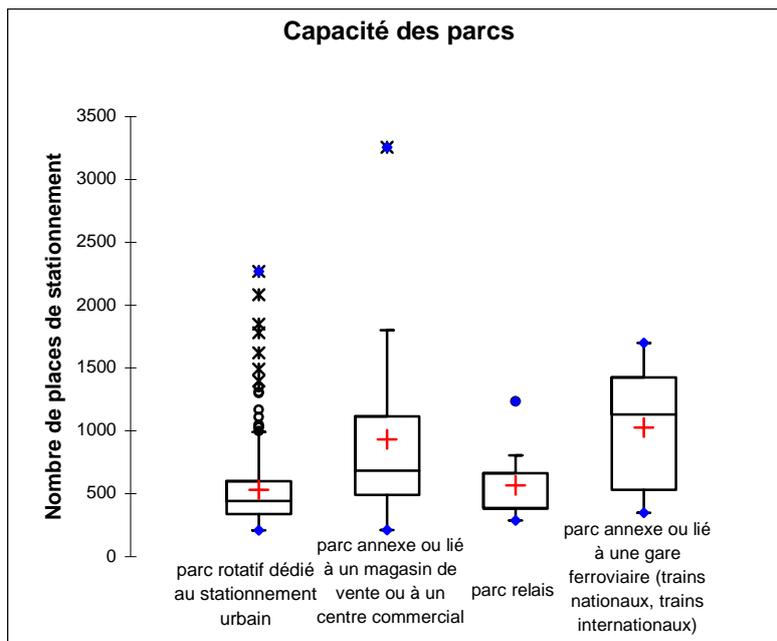
La capacité a ensuite été analysée selon les 4 principales typologies de parcs (Figure 8). La variabilité des parcs rotatifs et des parcs liés à un centre commercial apparaît plus importante que celle des parcs relais et des parcs liés à une gare ferroviaire. Globalement, les parcs liés à un centre commercial présentent une capacité significativement supérieure aux autres typologies. Les parcs relais présentent eux une capacité significativement plus faible que les autres typologies.

²⁴ Ces représentations univariées d'échantillons de données quantitatives sont parfois appelées « diagrammes boîtes et moustaches ». Sont affichés le minimum, le 1^{er} quartile (Q1, limite inférieure de la boîte), la médiane (ligne dans la boîte), la moyenne (+ rouge), le 3^{ème} quartile (Q3, limite supérieure de la boîte), ainsi que les deux limites (les extrémités des « moustaches ») ainsi calculées :

- Limite inférieure : $L_{inf} = X(i)$ tel que $\{X(i) - [Q1 - 1.5 (Q3 - Q1)]\}$ soit minimal et $X(i) = Q1 - 1.5 (Q3 - Q1)$.

- Limite supérieure : $L_{sup} = X(i)$ tel que $\{X(i) - [Q3 + 1.5 (Q3 - Q1)]\}$ soit minimal et $X(i) = Q3 + 1.5 (Q3 - Q1)$.

Les valeurs en dehors de l'intervalle $[Q1 - 3 (Q3 - Q1); Q3 + 3 (Q3 - Q1)]$ sont affichées avec un symbole '*'; et les valeurs comprises dans $[Q1 - 3 (Q3 - Q1); Q1 - 1.5 (Q3 - Q1)]$ ou $[Q3 + 1.5 (Q3 - Q1); Q3 + 3 (Q3 - Q1)]$ sont affichées avec un symbole "o".



Statistique	Parc rotatif dédié au stationnement urbain	Parc annexe ou lié à un magasin de vente ou à un centre commercial	Parc relais	Parc annexe ou lié à une gare ferroviaire
Nombre de parcs	243	20	9	6
Minimum	209	210	288	348
Maximum	2269	3255	1234	1700
Amplitude	2060	3045	946	1352
1er Quartile	338	491	380	531
Médiane	441	683	387	1132
3ème Quartile	600	1116	662	1424

Figure 8 : Capacité des parcs couverts selon leur typologie

Les classes représentées sur la Figure 9 correspondent aux classes utilisées avant l'application en juillet 2006 des dispositions du type PS de l'arrêté du 9 mai 2006. En effet, jusqu'au 31 décembre 2004 et suivant la nomenclature ICPE (331 bis, puis 2935), les parcs couverts d'une capacité :

- comprise entre 251 et 1000 véhicules, étaient soumis à déclaration ;
- supérieure à 1000 véhicules, étaient soumis à autorisation.

Du 1er janvier 2005 au 30 juin 2006, les parcs couverts d'une capacité comprise entre 251 et 1000 véhicules n'étaient plus soumis à déclaration.

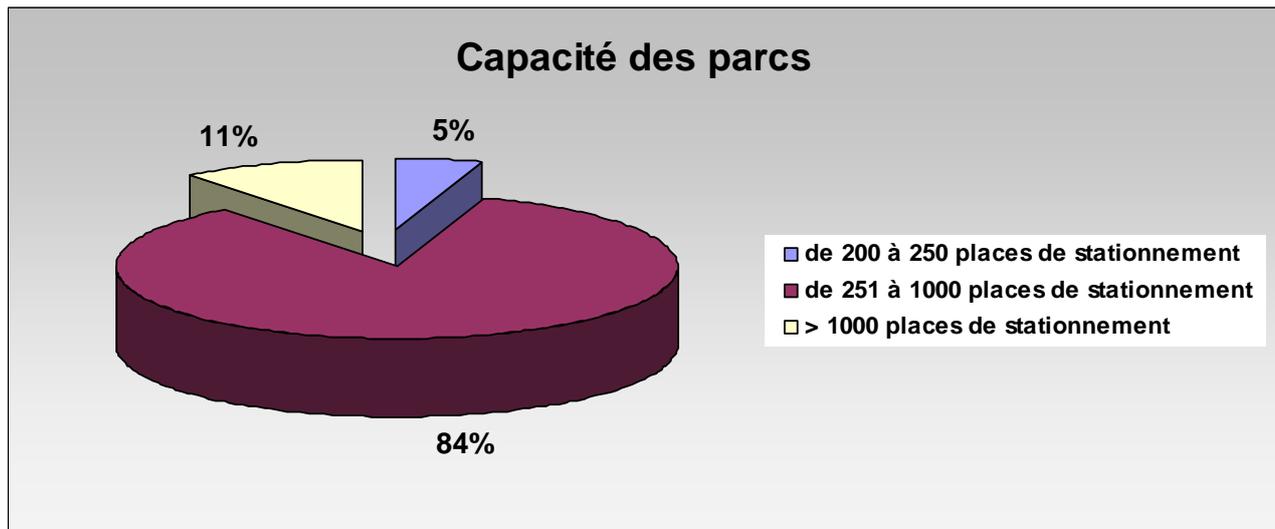


Figure 9 : Part des parcs couverts selon leur capacité

La grande majorité des parcs couverts présente une capacité comprise entre 251 et 1000 places de stationnement (84%), alors que les parcs couverts ayant une capacité supérieure à 1000 places de stationnement représentent une proportion non négligeable de 11%. Plus anecdotique, la part des parcs ayant une capacité plus faible de 200 à 250 places de stationnement est de 5%, notamment du fait du faible intervalle du nombre de places de stationnement (50) qui caractérise cette classe.

3.6.3 Structure d'ouvrage des parcs de stationnement couverts

Dans le cadre de l'enquête, la structure d'ouvrage d'un parc est définie comme :

- en infrastructure, lorsque le parc comporte uniquement des niveaux de stationnement souterrains ;
- en superstructure, lorsque le parc comporte uniquement des niveaux de stationnement surelevés par rapport au sol ;
- mixte, lorsque le parc comporte des niveaux de stationnement à la fois souterrains et surelevés ;
- au sol, lorsque le parc comporte uniquement un niveau de stationnement au niveau du sol.

La Figure 10 montre que logiquement la plupart des parcs couverts (et rappelons-le, non largement ventilés, d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement) sont en infrastructure (93%), que 5% ont une structure mixte, les 2 % restant étant des parcs en superstructure ou au sol.

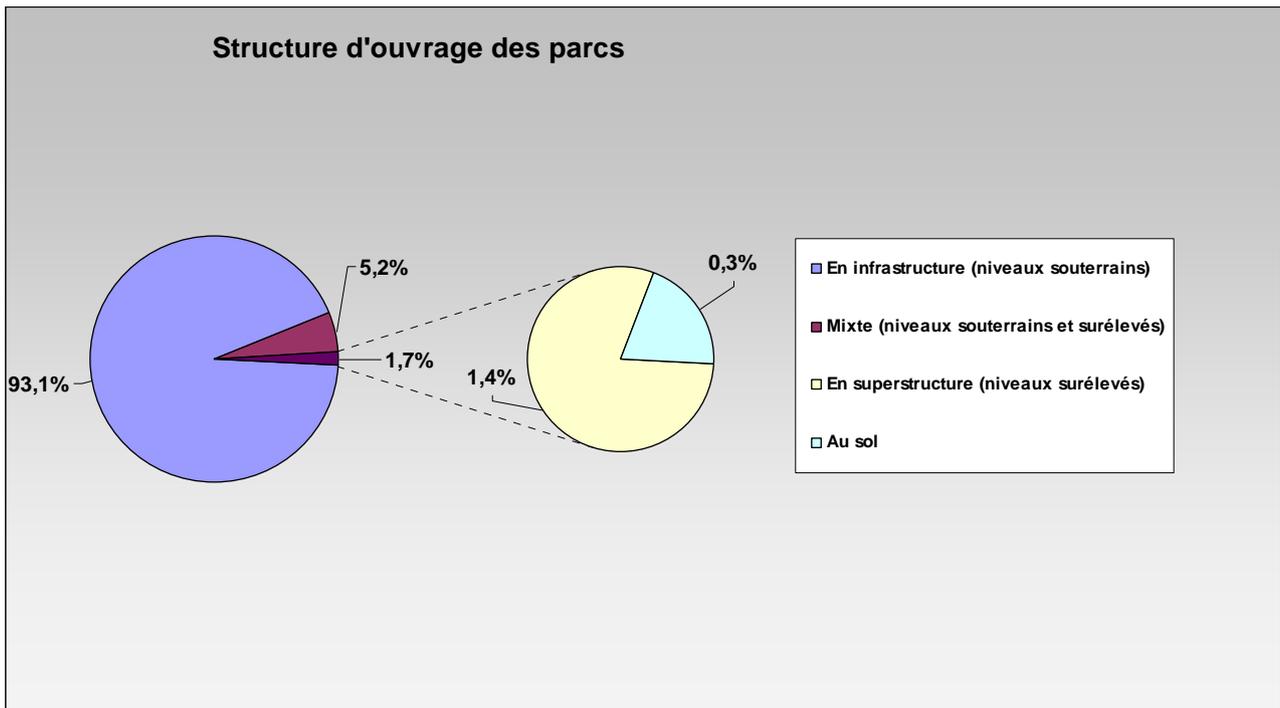


Figure 10 : Part des parcs couverts selon leur structure d'ouvrage

3.6.4 Nombre de niveaux des parcs de stationnement couverts

La Figure 11 montre que les parcs couverts non largement ventilés, d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement, comportent pour la majorité entre 2 et 5 niveaux de stationnement (76%), et pour 20% ont plus de 5 niveaux de stationnement, allant jusqu'à 13 niveaux de stationnement. 4% des parcs comportent un seul niveau de stationnement.

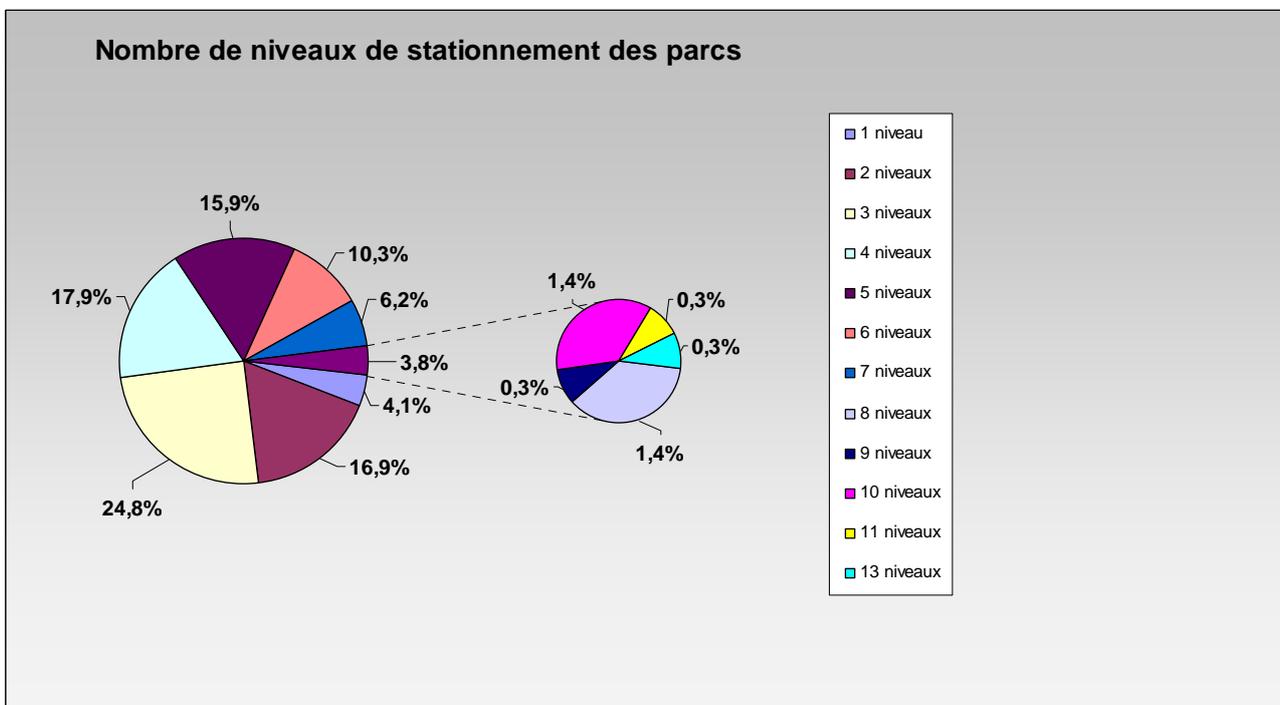


Figure 11 : Part des parcs couverts selon le nombre de niveaux de stationnement

3.6.5 Trafic journalier dans les parcs de stationnement couverts

3.6.5.1 Trafic journalier moyen

La Figure 12 montre une large variabilité des valeurs du trafic journalier moyen recueillies auprès de 233 parcs ayant renseigné ce champ de l'enquête, de 23 à 4638 sorties de véhicules par jour. 50% des parcs ont un trafic journalier moyen compris entre 362 et 950 sorties de véhicules par jour et la médiane se situe à 590 sorties de véhicules par jour.

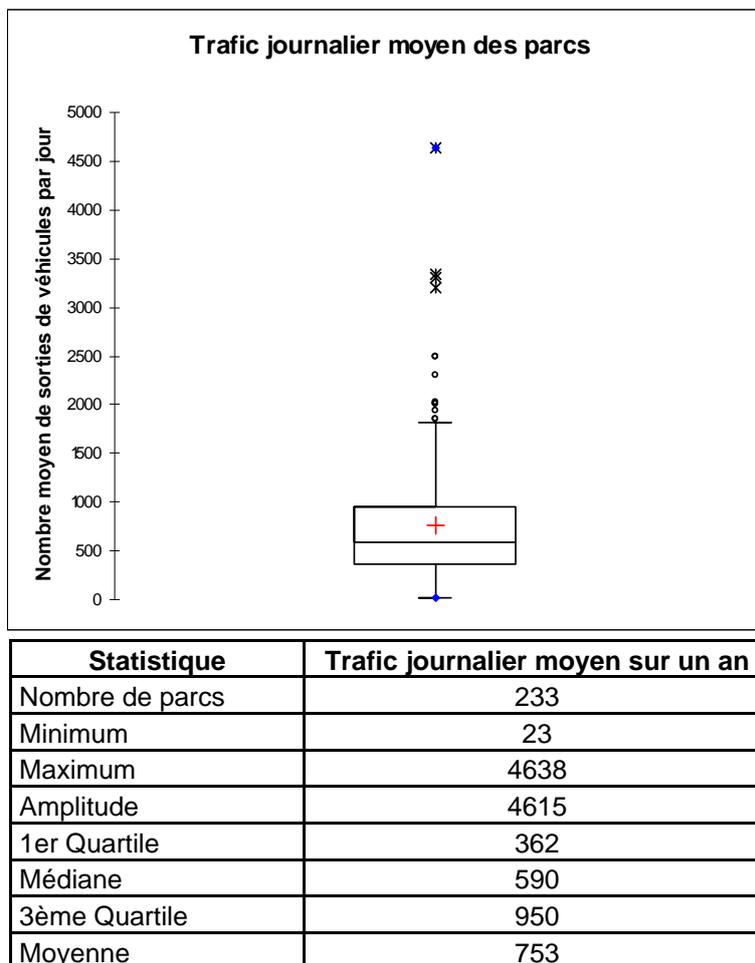
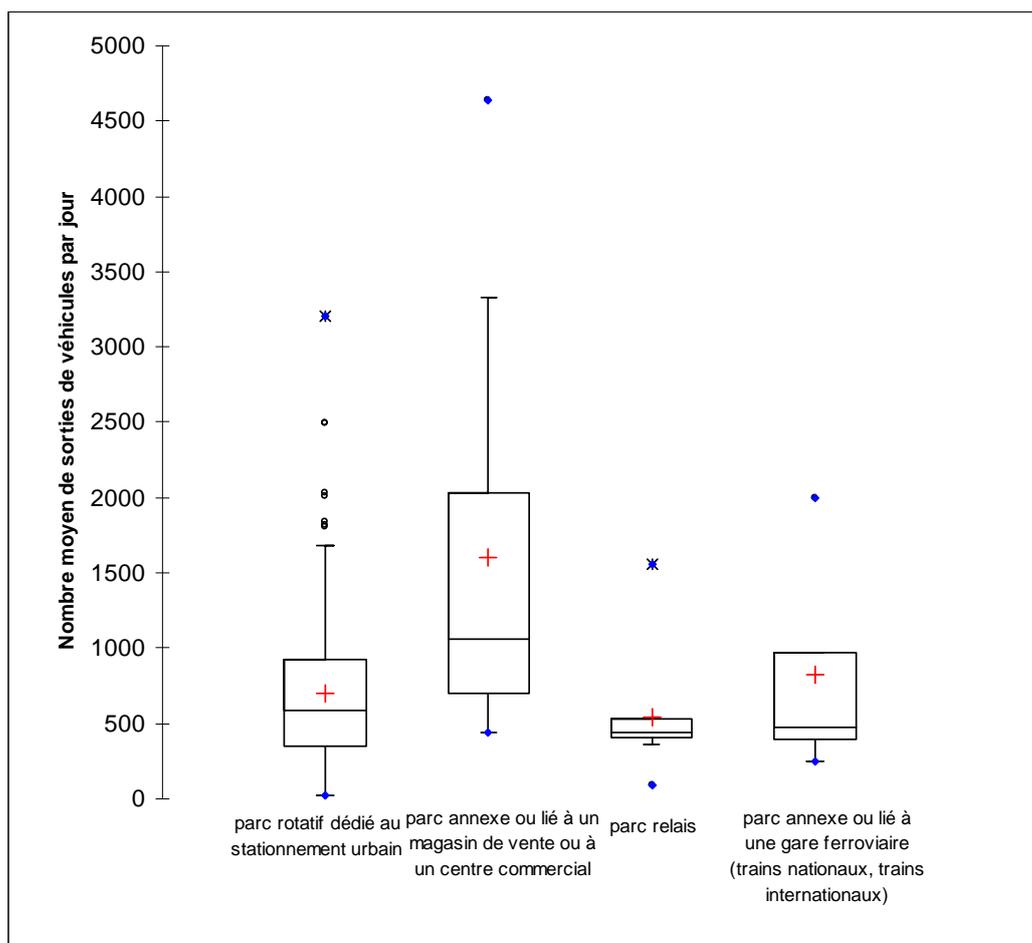


Figure 12 : Trafic journalier moyen des parcs couverts

Le trafic journalier moyen a ensuite été analysé selon les 4 principales typologies de parcs (Figure 13). La variabilité des parcs rotatifs et des parcs liés à un centre commercial apparaît plus importante que celle des parcs relais et des parcs liés à une gare ferroviaire. Globalement, les parcs liés à un centre commercial présentent un trafic journalier moyen significativement supérieur aux autres typologies. Les parcs relais présentent eux un trafic journalier moyen significativement plus faible que les autres typologies.



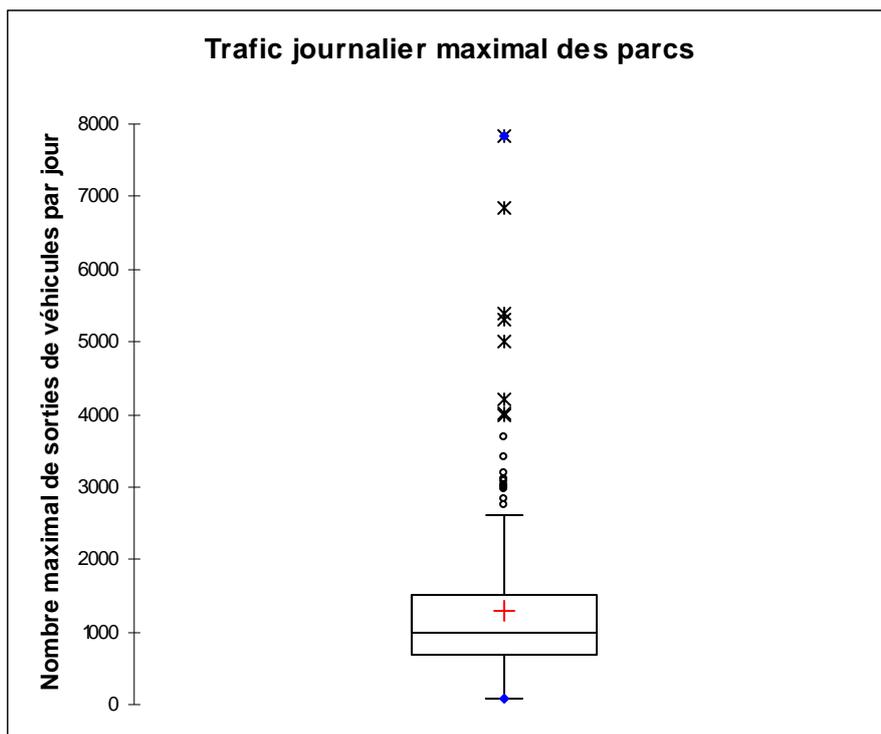
Statistique	Trafic journalier moyen sur un an			
	Parc rotatif dédié au stationnement urbain	Parc annexe ou lié à un magasin de vente ou à un centre commercial	Parc relais	Parc annexe ou lié à une gare ferroviaire
Nombre de parcs	195	16	8	5
Minimum	23	440	85	250
Maximum	3200	4638	1560	2000
Amplitude	3177	4198	1475	1750
1er Quartile	351	697	401	400
Médiane	590	1064	440	475
3ème Quartile	929	2027	532	969
Moyenne	704	1601	546	819

Figure 13 : Trafic journalier moyen des parcs couverts selon leur typologie

3.6.5.2 Trafic journalier maximal

Au cours d'une année, le trafic sur une journée fluctue par exemple pendant la période de congé estival où il est vraisemblablement inférieur au reste de l'année, ou pendant les périodes d'achat liées aux soldes ou aux fêtes de fin d'année où il est vraisemblablement supérieur au reste de l'année dans les parcs liés à un centre commercial.

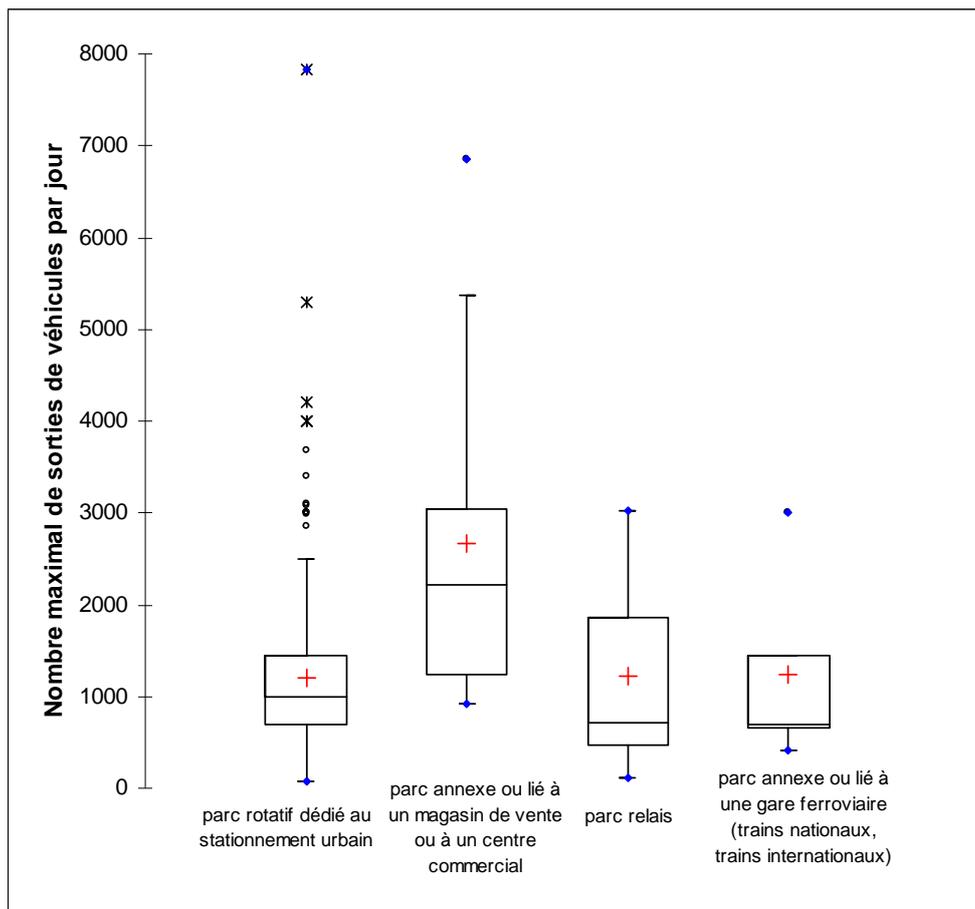
Afin d'appréhender les situations aiguës de trafic dans les parcs couverts, la Figure 14 montre que sur les 232 parcs ayant renseigné ce champ de l'enquête, 50% des parcs ont un trafic journalier maximal compris entre 690 et 1508 sorties de véhicules par jour. Le parc le plus rotatif présente un trafic journalier maximal de 7828 sorties de véhicules par jour.



Statistique	Trafic journalier maximal sur un an
Nombre de parcs	232
Minimum	80
Maximum	7828
Amplitude	7748
1er Quartile	690
Médiane	1000
3ème Quartile	1508
Moyenne	1302

Figure 14 : Trafic journalier maximal des parcs couverts

Le trafic journalier maximal a ensuite été analysé selon les 4 principales typologies de parcs (Figure 15). Globalement, les parcs liés à un centre commercial présentent un trafic journalier maximal significativement supérieur aux autres typologies, qui ne présentent pas de différence significative entre elles.



Statistique	Trafic journalier maximal sur un an			
	Parc rotatif dédié au stationnement urbain	Parc annexe ou lié à un magasin de vente ou à un centre commercial	Parc relais	Parc annexe ou lié à une gare ferroviaire
Nombre de parcs	194	16	8	5
Minimum	80	913	110	420
Maximum	7828	6855	3020	3000
Amplitude	7748	5942	2910	2580
1er Quartile	700	1232	463	650
Médiane	994	2209	715	692
3ème Quartile	1454	3050	1859	1444
Moyenne	1202	2666	1212	1241

Figure 15 : Trafic journalier maximal des parcs couverts selon leur typologie

3.6.5.3 Profil du trafic sur une journée

Selon leur typologie, les parcs peuvent présenter sur la journée des fluctuations du trafic différentes. Par exemple, un parc rotatif dédié au stationnement en centre urbain aura tendance à présenter un trafic journalier de véhicules relativement constant par rapport à un parc relais qui présentera deux pics journaliers de trafic aux heures d'affluence le matin et le soir (trajets domicile-travail).

3.6.5.4 Ratio trafic journalier moyen / nombre de places de stationnement

Le ratio « trafic journalier moyen / nombre de places de stationnement » apparaît comme un paramètre plus intéressant par rapport à la problématique de la qualité de l'air dans les parcs, que le trafic journalier seul. En effet, il tient compte dans une certaine mesure de la dimension spatiale du parc et donc du volume dans lequel les polluants atmosphériques émis par le trafic se dispersent.

Les résultats présentés dans les Figures 15 et 16 ont vocation à situer les valeurs de ce ratio au sein du parc national des parkings couverts, et ne peuvent être utilisés comme un indicateur direct du niveau de qualité de l'air des parcs qui est conditionné par de nombreux autres facteurs plus complexes (ventilation, configuration du parc, ...). Néanmoins, plus ce ratio est important, plus cela laisse présager une influence majeure des émissions du trafic sur le niveau de la qualité de l'air du parc.

La Figure 16 montre que les valeurs de ce ratio obtenu auprès de 233 parcs ayant renseigné ce champ de l'enquête, s'étendent de 0,03 à 4,65 sorties de véhicules par jour / place de stationnement. Pour 50% des parcs, ce ratio est compris entre 0,85 et 1,77 sorties de véhicules par jour / place de stationnement et la médiane se situe à 1,26 sorties de véhicules par jour / place de stationnement.

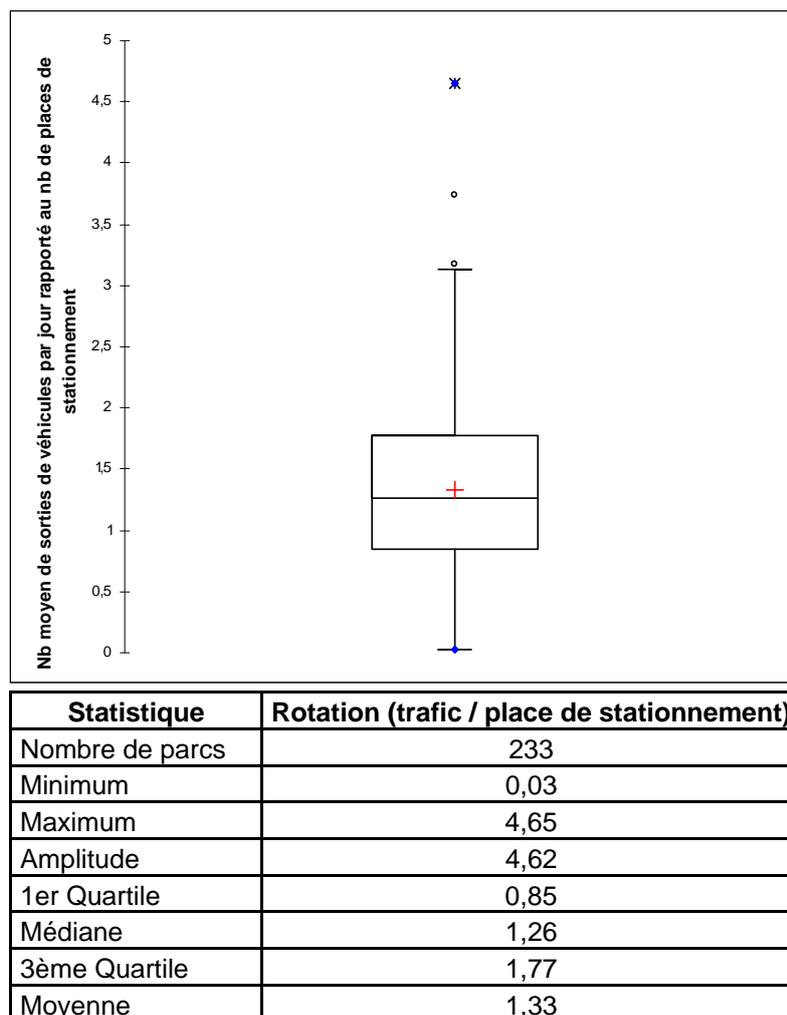
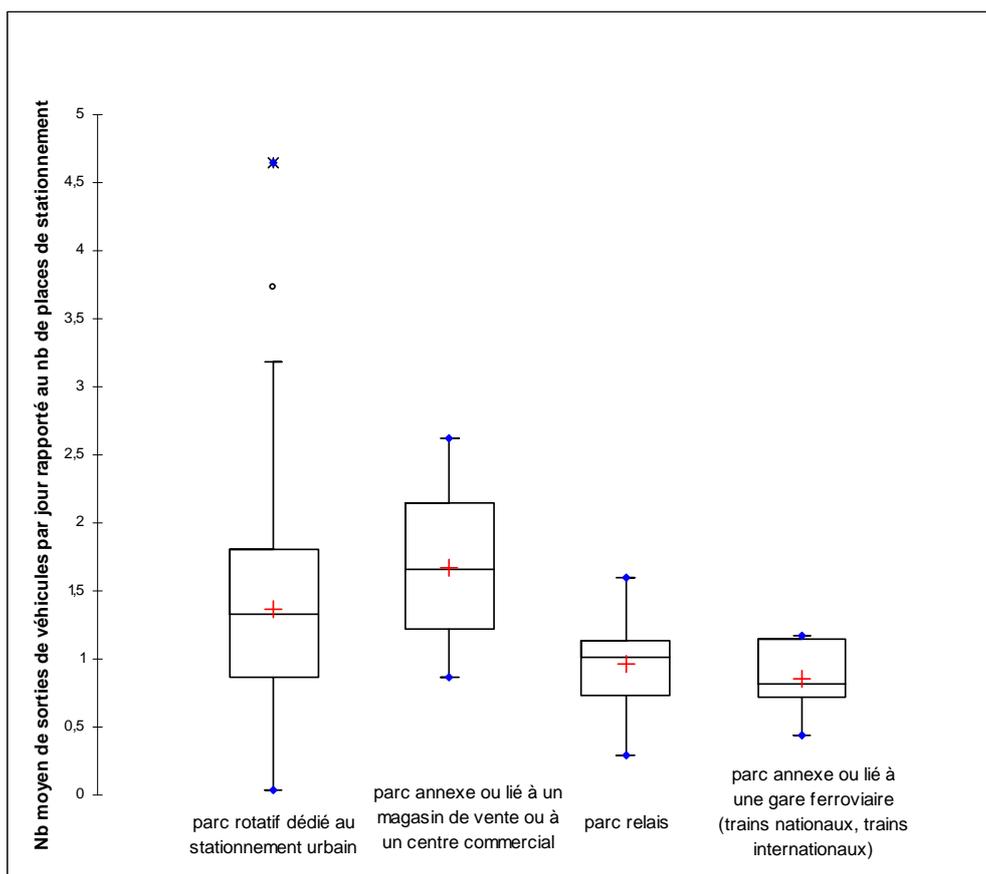


Figure 16 : Ratio « trafic journalier moyen / nombre de places de stationnement » des parcs couverts

Ce ratio a ensuite été analysé selon les 4 principales typologies de parcs (Figure 17). Globalement, les parcs liés à un centre commercial ont un ratio significativement plus élevé que les parcs rotatifs dédiés au stationnement urbain, qui ont eux-même un ratio significativement plus élevé que les parcs relais et les parcs liés à une gare ferroviaire. Les quelques parcs présentant les ratios les plus élevés sont néanmoins des parcs rotatifs dédiés au stationnement urbain (valeurs extrêmes de la distribution).



Statistique	Rotation (trafic / place de stationnement)			
	Parc rotatif dédié au stationnement urbain	Parc annexe ou lié à un magasin de vente ou à un centre commercial	Parc relais	Parc annexe ou lié à une gare ferroviaire
Nombre de parcs	195	16	8	5
Minimum	0,03	0,87	0,30	0,44
Maximum	4,65	2,62	1,60	1,18
Amplitude	4,62	1,75	1,31	0,73
1er Quartile	0,87	1,22	0,73	0,71
Médiane	1,33	1,66	1,01	0,82
3ème Quartile	1,80	2,14	1,13	1,15
Moyenne	1,37	1,68	0,96	0,86

Figure 17 : Ratio « trafic journalier moyen / nombre de places de stationnement » des parcs couverts selon leur typologie

3.7 Résultats – Analyse descriptive des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts

Les activités professionnelles régulièrement exercées dans les parcs de stationnement couverts peuvent se décliner en trois grandes catégories (cf 2.2.5) :

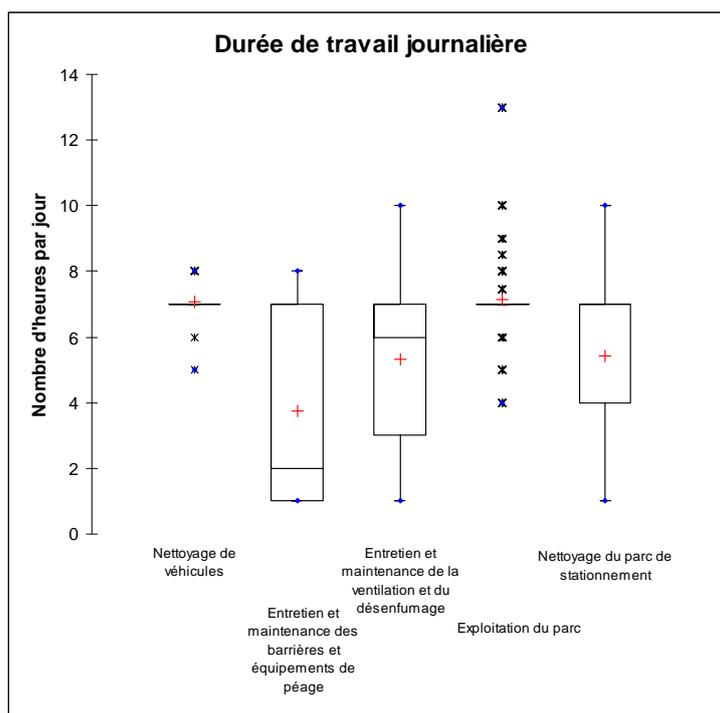
- les activités d'exploitation du parc de stationnement (accueil, surveillance générale, ...)
- les activités d'entretien et maintenance des équipements du parc de stationnement (équipements de péage, ventilation, ...)
- les autres services aux usagers (nettoyage de véhicules, location de véhicules, ...)

L'enquête réalisée a permis :

- principalement, d'évaluer les durées de travail selon différentes activités professionnelles ;
- d'évaluer la prévalence des activités de service aux usagers (nettoyage de véhicules, location de véhicules, ...) dans les parcs couverts ;
- d'estimer un ordre de grandeur des effectifs de travailleurs pour différentes activités professionnelles.

3.7.1 Durées de travail

Sur la base de la méthode décrite au chapitre 3.3.4.2.1, les résultats sont présentés dans les figures 18 à 20 et le tableau II qui suivent.

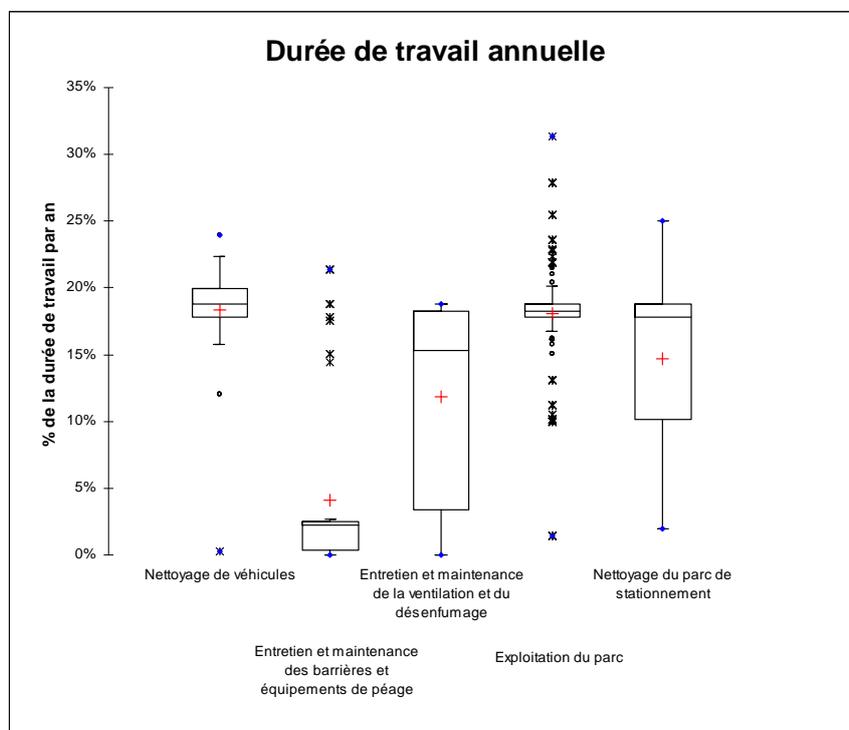


Statistique	Nettoyage de véhicules	Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage	Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage	Exploitation du parc	Nettoyage du parc de stationnement
Nombre de travailleurs	70	107	27	1008	148
Minimum	5	1	1	4	1
Maximum	8	8	10	13	10
Amplitude	3	7	9	9	9
1er Quartile	7	1	3	7	4
Médiane	7	2	6	7	7
3ème Quartile	7	7	7	7	7
Moyenne	7,1	3,7	5,3	7,1	5,4

Figure 18 : Nombre d'heures travaillées par jour selon l'activité professionnelle

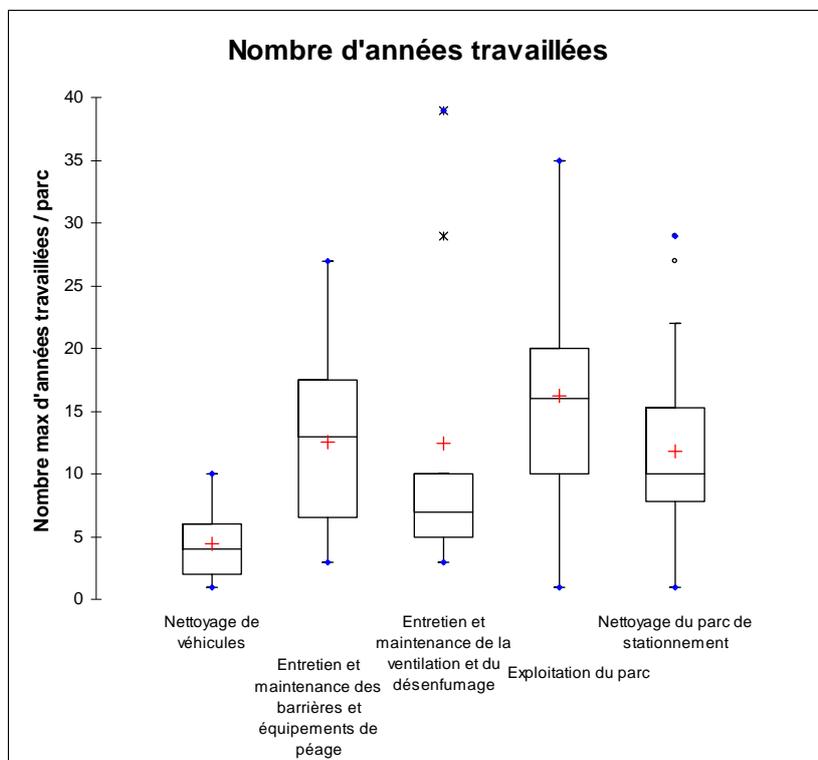
Tableau II : Part de la durée journalière de travail selon les différentes activités d'exploitation

	Durées de travail			Nombre de travailleurs	Nombre de parcs
	P50	P10	P90		
Exploitation du parc - part de l'accueil					
en h/j	5	3	5	522	118
% de la durée journalière de travail	67%	38%	71%		
Exploitation du parc - part de la surveillance générale					
en h/j	2	1	2	464	102
% de la durée journalière de travail	22%	14%	29%		
Exploitation du parc - part de la surveillance incendie					
en h/j	1	1	1	63	14
% de la durée journalière de travail	14%	13%	17%		
Exploitation du parc - part du nettoyage du parc (comprend activités suivantes : nettoyage du parc et/ou petit entretien courant)					
en h/j	3	1	4	295	80
% de la durée journalière de travail	43%	14%	43%		



Statistique	Nettoyage de véhicules	Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage	Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage	Exploitation du parc	Nettoyage du parc de stationnement
Nombre de travailleurs	61	98	27	981	135
Minimum	0,2%	0,03%	0,03%	1,5%	1,9%
Maximum	24%	21%	19%	31%	25%
Amplitude	24%	21%	19%	30%	23%
1er Quartile	18%	0,3%	3%	18%	10%
Médiane	19%	2%	15%	18%	18%
3ème Quartile	20%	2%	18%	19%	19%
Moyenne	18,4%	4,1%	11,9%	18,1%	14,7%

Figure 19 : Durée annuelle de travail selon l'activité professionnelle



Statistique	Nettoyage de véhicules	Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage	Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage	Exploitation du parc	Nettoyage du parc de stationnement
Nombre de parcs	15	27	9	166	60
Minimum	1	3	3	1	1
Maximum	10	27	39	35	29
Amplitude	9	24	36	34	28
1er Quartile	2	7	5	10	8
Médiane	4	13	7	16	10
3ème Quartile	6	18	10	20	15
Moyenne	4,4	12,5	12,4	16,2	11,8

Figure 20 : Nombre d'années travaillées selon l'activité professionnelle

Les conclusions suivantes se dégagent de ces résultats :

- Les activités d'exploitation du parc et de nettoyage de véhicules présentent globalement les durées de travail (et donc d'exposition) les plus élevées (durées journalières et annuelles : médianes les plus élevées et variabilités les plus faibles). En effet, ces deux activités impliquent généralement une présence du travailleur dans le parc au quotidien et en (quasi)continu sur la journée. Concernant l'activité d'exploitation, la part de la durée journalière de travail dédiée à l'accueil et qui se déroule essentiellement dans le local d'exploitation, a une valeur basse de 38 % (10^{ème} percentile), centrale de 67 % (médiane), et haute de 71 % (90^{ème} percentile)²⁵.
- Les activités de maintenance et d'entretien du parc et de ses équipements (barrières et équipements de péage, ventilation et désenfumage, nettoyage du parc) présentent globalement des durées de travail plus faibles et plus variables. En effet, ces activités impliquent souvent une présence intermittente sur la journée de travail et sur l'année du travailleur dans le parc (travailleurs exerçant sur plusieurs parcs, travailleurs dont la présence dans un parc est requise uniquement en cas de panne ou de vérification).
- Le nombre d'années travaillées pour l'activité de nettoyage de véhicules est significativement plus faible que pour les autres activités et atteint au plus 10 ans. Ce résultat peut être argumenté par le caractère peu qualifiant et précaire de cette activité et par un turn-over très élevé selon les observations de l'Anact (Anact, 2009). Ce résultat pourrait évoluer à la hausse dans le futur compte tenu du manque de recul concernant cette activité professionnelle récente. Parmi les autres activités, le nombre maximal d'années travaillées peut atteindre 39 ans.

3.7.2 Prévalence des activités professionnelles

Sur la base de la méthode décrite au chapitre 3.3.4.2.2, les résultats sont présentés dans le Tableau III.

Tableau III : Prévalence des activités professionnelles dans les parcs couverts

Nombre total de parcs	292
Accueil (péagiste, ...)	97%
Nettoyage de véhicules	21%
Location de véhicules	9%
Réparation de véhicules et autre entretien de véhicules, montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.)	<1%
Distribution de carburants en station-service	<1%

²⁵ Ces valeurs sont en cohérence avec les estimations de l'Anact qui donnent les ordres de grandeur suivants pour la répartition du temps de travail de l'exploitant intervenant dans les différentes zones du parc :

- Salle de commande (ou local d'exploitation) : environ 50%
- Zone de circulation piétonne : 25%
- Zone de circulation automobile et zone technique : 25%

3.7.3 Effectif de travailleurs selon différentes activités professionnelles

Sur la base de la méthode décrite au chapitre 3.3.4.2.3, les résultats sont présentés dans le Tableau IV.

Tableau IV : Ordre de grandeur de l'effectif de travailleurs selon différentes activités professionnelles dans les parcs couverts

Nombre de parcs couverts > 200 places de stationnement et ayant une mission de service public du stationnement en France métropolitaine (Estimation FNMS) : 1700					
	Nombre de travailleurs (enquête Afsset)	Nombre de parcs (enquête Afsset)	Prévalence dans les parcs (enquête Afsset)	Estimation du nombre de travailleurs en France métropolitaine	Commentaires
Exploitation du parc	1006	216	100%	environ 8000	Nombre de travailleurs salariés exploitants en France dans les 1700 parcs (estimation FNMS) : 5000
Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage	114	70	100% (par défaut)	environ 3000	-
Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage	39	21	100% (par défaut)	environ 3000	-
Nettoyage de véhicules	70	37	21%	environ 700	-
Location de véhicules	NA	NA	NA	NA	prévalence trop faible dans l'échantillon de parcs enquêtés pour permettre une extrapolation à l'échelle nationale
Distribution de carburants en station-service	NA	NA	NA	NA	prévalence trop faible dans l'échantillon de parcs enquêtés pour permettre une extrapolation à l'échelle nationale

4 Observations de terrain et analyse d'activités professionnelles exercées dans les parcs de stationnement couverts (étude Anact)

Ce chapitre constitue une synthèse réalisée par l'Afsset du rapport « Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs couverts de stationnement » produit par l'Anact dans le cadre d'une convention de recherche et développement entre ces deux agences (Anact, 2009). Le rapport est disponible en Annexe 10.

4.1 Demande et objectifs

L'Anact s'est vu confier par l'Afsset une mission d'évaluation des conditions d'exposition à l'air des parcs de stationnement couverts pour les travailleurs y exerçant régulièrement.

L'Afsset a sollicité l'Anact pour contribuer à fournir des données issues de l'observation sur le terrain et l'analyse de différentes activités de travail pratiquées dans ces lieux. Les présents travaux ne consistent pas à mesurer des concentrations de polluants dans l'air de ces ouvrages.

Ce travail consiste également à :

- repérer des paramètres qui améliorent ou dégradent l'exposition aux polluants atmosphériques : cas d'essoufflement (hyper ventilation pulmonaire), horaires de travail par rapport aux pics de pollution, déplacements dans des zones *a priori* plus polluées (par exemples les zones de stationnement et de trafic), choix des lieux de travail, etc. ;
- et déterminer en quoi ces paramètres sont en lien avec l'activité de travail : se baisser, se rendre dans le parking aux heures de pointe, manipuler des produits nocifs tels que les carburants ou la peinture, etc.

In fine, l'objectif était de fournir à l'Afsset des données permettant de mieux appréhender les durées et les conditions d'exposition des travailleurs dans l'environnement des parcs de stationnement.

Au-delà, les pouvoirs publics peuvent avoir besoin de comprendre comment les professionnels du stationnement agissent dans ce milieu, en tenant compte ou non de la qualité de l'air. Dès lors, en complément des éléments objectifs que l'Afsset a recueillis dans le cadre de son enquête transversale, l'Anact a cherché à appréhender les représentations que les travailleurs se construisent sur leurs conditions de travail.

L'étude ne vise pas une représentativité statistique, elle cherche à fournir des éléments de compréhension de situations de travail.

4.2 Méthode

4.2.1 Choix des activités à analyser

La première étape s'intéressait aux activités professionnelles qui semblaient *a priori* les plus exposées, du fait que ces activités impliquaient des périodes prolongées de travail dans les zones de stationnement ou de circulation, y compris pendant les pics de circulation (notamment les laveurs de voiture). Ce premier temps consistait à repérer et comprendre le travail de ces opérateurs.

La seconde étape consistait à analyser l'activité de travail de personnes qui semblent *a priori* moins exposées dans les métiers du parking pour trois raisons :

- ① travail dans les zones de stationnement ou de circulation (zones *a priori* les plus polluées) en dehors des pics de circulation,
- ② travail en locaux ventilés indépendamment des zones de stationnement ou de circulation,
- ③ et / ou travail dans les zones de stationnement ou de circulation sur des périodes limitées mais cumulées, séparées par des temps de déplacement, d'atelier ou de bureau en dehors des parcs de stationnement.

Au final, le comité de suivi du 4 décembre 2008 a retenu l'analyse *a minima* des trois activités professionnelles suivantes :

- Exploitation (accueil, surveillance)
- Lavage de voiture
- Maintenance électrique

Des entretiens ont eu lieu également avec des loueurs de voitures ou de cycles.

4.2.2 Choix des sites

Des travaux préalables, s'appuyant notamment sur l'audition de la FNMS du 9 septembre 2008, ont permis à l'Afsset de préciser le champ de l'étude : les parcs de stationnement ouverts au public, à la fois couverts et non largement ventilés, et d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement.

A l'intérieur de ce champ, les choix des sites ont été guidés pour tenir compte de la variabilité des situations, notamment selon les critères suivants :

- la localisation (Paris, grande agglomération de province ou unité urbaine plus réduite)
- le type de parc de stationnement (défini selon les déterminants principaux de l'activité du parc : gare, centre commercial, centre ville²⁶, etc.)
- le mode de gestion du parc : municipale, privée ou à travers une société d'économie mixte (SEM)
- les activités professionnelles qui y sont exercées, exploitation, maintenance et nettoyage, mais aussi location de voitures, lavage de voitures, etc.
- un nombre d'opérateurs significatif effectuant des tâches telles que l'exploitation et la maintenance du parc, ainsi que divers services aux usagers
- le taux de rotation²⁷ de véhicules

Le taux de rotation apparaît comme un paramètre plus intéressant par rapport à la problématique de la qualité de l'air dans les parcs, que le trafic journalier seul. En effet, il combine le trafic de véhicules à l'origine de l'émission de polluants dans l'air du parc, et le nombre de places de stationnement qui rend compte dans une certaine mesure de la dimension spatiale du parc dans lequel ces polluants émis se dispersent. Néanmoins, ce taux ne peut être utilisé comme un indicateur direct du niveau de qualité de l'air des parcs qui est conditionné par de nombreux autres facteurs plus complexes (ventilation, configuration du parc, ...). Par ailleurs, sa définition ne tient pas compte de la répartition des entrées et sorties des véhicules au cours de la journée. Au final, plus ce taux est élevé, plus cela laisse présager une influence majeure des émissions du trafic sur le niveau de la qualité de l'air du parc.

²⁶ En centre ville, les parcs de stationnement sont souvent appelés rotatifs en référence à la rotation des voitures sur les places de stationnement.

²⁷ Le taux de rotation d'un parc est défini ici comme le rapport entre le nombre moyen de véhicules sortant du parc par jour et le nombre de place de stationnement.

Les parcs souterrains sont ceux que les opérateurs enquêtés considèrent comme plus difficiles en termes de qualité de l'air. La situation y est plus typée, les salariés expliquent plus facilement leurs arbitrages. En complément des critères susmentionnés, l'Anact a donc retenu les parcs qui présentaient une structure d'ouvrage souterraine.

Le schéma suivant résume les critères de choix :



Figure 21 : Choix des sites et activités analysées (Anact, 2009).

4.2.3 Analyse des activités de travail

Dans cette étude on distingue trois catégories d'opérateurs :

- les opérateurs exploitants : ce sont les salariés de la société d'exploitation du parking ;
- les opérateurs sous traitant des différentes maintenances : maintenance technique des équipements (électricité, éclairage, péage, pompes, ventilation, etc.), propreté des locaux (nettoyages quotidiens ou exceptionnels) ;
- les opérateurs des activités prestataires : lavage de véhicules, location de voitures, location de cycles, ou autres (rares) activités commerciales ou de service.

L'analyse des activités exercées par ces opérateurs doit notamment permettre de répondre à ces différentes questions : Comment ces différents opérateurs sont-ils exposés à l'atmosphère des parcs ? Combien de temps passent-ils dans les différentes zones des parcs ?

C'est pourquoi l'Anact a observé l'activité d'opérateurs dans des situations choisies. Ces observations ont ensuite été présentées aux opérateurs concernés qui ont pu expliquer leurs actions et leurs motifs. Les points sensibles ont par la suite été débattus en entretien avec les concepteurs des locaux, notamment les services des travaux, et les personnes en charge de l'organisation du travail, notamment les responsables des parcs.

Les résultats ont finalement été présentés aux acteurs des entreprises investiguées. Dans un des établissements, un débat au Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) a même eu lieu. Pour un autre établissement, un groupe informel qui réunissait essentiellement l'encadrement du parc a discuté les éléments recueillis et a aidé à leur interprétation. Le présent document de synthèse tient compte des réactions et commentaires des participants à ces réunions.

Les analyses des activités de travail reposent ainsi sur les éléments suivants :

- Participation à une réunion préparatoire avec la FNMS
- Nombres de réunions de prise de contact et explication des objectifs de l'étude :
 - Direction d'entreprises de gestion de parkings : 2
 - Encadrement d'entreprises de gestion de parkings : 1
 - Représentants du personnel d'entreprises de gestion de parking : 1
 - Direction d'entreprises de lavage de voiture : 2
 - Direction et encadrement d'entreprises de sous traitance électrique : 1
 - Encadrement d'équipes de location de voiture : 2
- Nombre de parkings où ont eu lieu des investigations approfondies : 3
- Nombres de situations de travail observées :
 - Lavage de voitures : 3 situations
 - Electriciens : 4 situations
 - Exploitants : 3 situations
 - Location de voitures : 2 situations
- Nombres d'entretiens individuels :
 - Entretiens préalables avec les responsables de parkings souterrains : 3
 - Entretien de validation avec les responsables de parkings souterrains : 3
 - Entretiens de validation avec des électriciens : 5
 - Entretien de groupe avec des électriciens : 1
 - Entretiens avec des agents d'exploitation : 6
 - Entretiens avec des loueurs de voiture : 3
 - Entretiens avec des agents d'entretien des locaux : 4
 - Entretiens avec des agents dans des boutiques : 2
 - Entretien avec des loueurs de vélo : 2
 - Entretiens avec les tenanciers d'une station-service interne localisée dans un parking souterrain : 2
 - Entretien avec le responsable des travaux : 1
 - Entretien avec un médecin du travail : 3
- Nombres d'entretiens collectifs :
 - Restitution des analyses par équipe : 4
 - Présentation à un CHSCT : 1
 - Restitution des analyses à une équipe de direction : 2

Les conclusions de l'analyse des activités de travail sont présentées dans le chapitre 4.3.

4.2.4 Distinction des environnements de travail en 5 zones

Pour l'analyse, les parcs sont divisés en cinq zones. Chaque zone est délimitée et caractérisée à la fois par son système de ventilation et par les tâches de travail qui s'y déroulent :

- La *zone salle de commande* dispose généralement d'une installation de ventilation mécanique indépendante, comme le prévoit l'arrêté du 9 mai 2006 relatif aux risques d'incendie et de panique dans les ERP (parcs de stationnement couverts). L'atmosphère du local doit ainsi être isolée de l'atmosphère des autres parties du parc, notamment de la zone de circulation des véhicules. Elle accueille les postes de travail pour la surveillance des parcs (écrans, réception notamment des alarmes transmises par postes téléphoniques,

déclencheurs manuels, installation de détection et/ou d'extinction automatique, communications phoniques avec les points sensibles²⁸, possibilité d'émettre un appel général par haut-parleur, commande des équipements de ventilation, des alarmes, de compartimentage, etc.) et l'accueil du public.

- La *zone de circulation automobile* comprend tout l'espace où les gaz d'échappement émis par les véhicules peuvent diffuser sans rencontrer de paroi, cloison ou porte. Ce sont les voies de circulation automobile, les rampes d'accès ou de sortie, les places de stationnement et les allées piétonnes à l'intérieur du parc qui permettent notamment aux usagers de se rendre du véhicule aux ascenseurs ou escaliers. Les opérateurs de maintenance et d'exploitation y exécutent des tâches d'entretien, de nettoyage, de maintenance ou des travaux d'amélioration. Les observations ont montré que cette zone peut également être un lieu de discussions informelles pour les opérateurs.
- La *zone de circulation piétonne* est définie à partir des portes de la zone de circulation automobile. En général, elle n'a pas de ventilation propre. Elle comprend habituellement les escaliers, les ascenseurs, les paliers, les bornes de paiement, ... Elle est très empruntée par le personnel comme par les usagers. Des opérateurs la nettoient, y entretiennent les bornes, les ascenseurs, l'éclairage, etc. Ils l'empruntent lors des rondes de surveillance. Cette zone de circulation dessert souvent des locaux de rangement (chariots, outils, petits matériels : lampes, produits d'entretien, ...), des locaux de stockage des déchets, ...
- La *zone technique* regroupe l'ensemble des locaux techniques. Ces locaux ne sont pas accessibles au public. En termes de ventilation, cette zone n'est pas homogène. Certains locaux sont obligatoirement ventilés (groupes électrogènes). D'autres bénéficient de l'air des locaux sur lesquels ils débouchent. La plupart ouvrent sur la zone de circulation automobile, quelques uns sur la zone de circulation piétonne.
- La *zone hall d'accueil* n'est pas systématiquement présente dans les parcs, contrairement aux zones précédentes. Elle correspond à un espace délimité et fermé par des portes, sans ventilation propre. Elle peut accueillir des services aux usagers tels que des commerces, des distributeurs de boisson, des toilettes, un change bébés, ... Des bornes de paiement y sont souvent installées. Des salariés y travaillent pour tenir un commerce, maintenir des machines de paiement, porter assistance aux usagers (cartes bloquées, ...), entretenir et recharger des distributeurs de boisson, ... La salle de commande peut ouvrir sur cette zone.

4.3 Résultats

4.3.1 Maintenance électrique

La vérification des groupes électrogènes, l'entretien des éclairages et des blocs de sécurité sont trois opérations régulières dans la maintenance électrique des parcs de stationnement couverts.

Les électriciens réalisent également des opérations pour l'évolution des installations. Ces opérations sont plus ponctuelles mais peuvent entraîner, sur une ou plusieurs journées, des durées de travail prolongées dans le parc, en particulier en zones de circulation. Les travaux de grande ampleur sont effectués en dehors des horaires d'ouverture du parc. Tout ou partie du parc peut être fermé pour ces travaux. Ils peuvent néanmoins entraîner des situations plus particulièrement exposantes liées notamment à la remise en suspension des particules engendrée par les travaux (par exemple lors du tirage de câbles dans des chemins de câbles en hauteur).

²⁸ Des interphones sont souvent installés sur les machines de péage, les ascenseurs, les bornes de commande des barrières de sortie etc ... Les appels des clients ou des exploitants sont alors regroupés sur un interphone situé en salle de commande.

En maintenance programmée, par exemple pour le test du groupe électrogène, il est souvent possible de réaliser les opérations en dehors des horaires d'affluence des usagers. En revanche, l'entretien de l'éclairage ou les travaux de câblage se déroulent généralement sur des demi-journées ou des journées complètes de travail.

Au final, on peut estimer que les opérateurs chargés de la maintenance électrique dans les parcs de stationnement couverts passent environ les trois quarts de leur temps en zone de circulation ou dans les locaux techniques. L'ancienneté des salariés peut être importante pour ces métiers spécialisés demandant des habilitations. Les entretiens ont ainsi rapporté que des salariés exercent ce métier depuis 10 ans ou plus.

En termes de perception du risque sanitaire lié à l'air du parc, il est apparu à plusieurs reprises que les opérateurs considèrent la zone de circulation automobile comme un lieu de travail « normal ». Par ailleurs, leur possible affectation à plusieurs parcs rend plus complexe la perception de leurs conditions de travail par l'encadrement hiérarchique, les médecins du travail et les autres personnes interrogées.

Leur présence dans les zones de circulation, leurs postures pouvant requérir un effort statique (accélération de la ventilation pulmonaire), et leur proximité avec les particules remises en suspension de par leur activité en font pourtant une catégorie de personnel concernée par les risques liés à l'exposition à l'air du parc. Néanmoins, leur niveau d'exposition semble souvent limité par une circulation réduite ou nulle des usagers dans le parc durant leurs horaires de travail.

Ces opérateurs ne pouvant être soustraits à l'ambiance du parc de par leur activité, ils sont donc dépendants des mesures techniques et organisationnelles qui pourraient les protéger des nuisances liées à l'atmosphère du parc.



← Intervenant dans le local
« haute tension »

Poussière accumulée sur le sol (à gauche) et au dessus des blocs d'éclairage dans des escaliers d'accès (à droite)



Figure 22 : Maintenance électrique – illustrations

4.3.2 Nettoyage de véhicules automobiles

4.3.2.1 Contexte

Les entreprises de lavage d'automobiles sont essentiellement de très petites entreprises (6 à 10 salariés). Ces entreprises disposent d'un espace dans un (ou plusieurs) parc(s) via généralement un contrat de concession passé avec l'entreprise exploitant le(s) parc(s). Ces entreprises peuvent être affiliées à une enseigne. Leurs capacités d'investissement sont pour la plupart limitées.

Nombre de gérants de ces entreprises sont d'anciens laveurs de voiture. Ils assurent parfois eux-mêmes le lavage des véhicules.

La durée de carrière professionnelle des laveurs d'automobiles apparaît globalement plus faible que celle des branches professionnelles relevant des sociétés sous traitantes (maintenance, nettoyage du parc, ...). Alors que chez ces dernières, certains salariés avaient plus de 10 ans d'ancienneté, les laveurs d'automobiles avaient au plus 4 ans d'ancienneté et la plupart exerçait cette activité peu qualifiée depuis moins d'un an.

4.3.2.2 Locaux de travail

Le lieu de travail est exclusivement l'espace qui leur est concédé.

Dans le meilleur des cas, l'espace de lavage est séparé de l'allée de circulation des véhicules par une façade cloisonnée destinée à protéger des risques de chocs, et non à protéger de l'atmosphère de la zone de circulation automobile (Figure 23). Dans un cas, une baraque de chantier constitue un bureau exigu, sans autre aération que l'ouverture de la porte sur la zone de circulation.

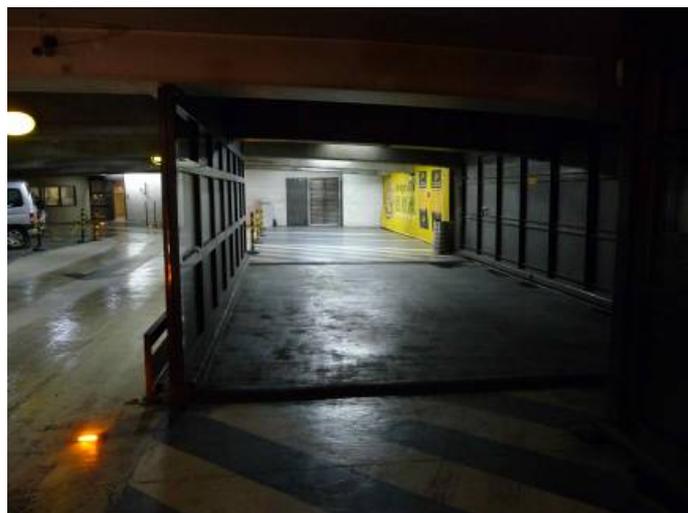


Figure 23 : Nettoyage de véhicules automobiles - Espace de lavage séparé par une cloison de l'allée de circulation

Le premier critère pour le choix de l'emplacement d'une aire de lavage est d'être visible et facilement accessible par le client. La qualité de son aération apparaît globalement comme un critère secondaire.

Dans deux implantations, le gérant a estimé que la proximité d'une bouche d'aération ou d'une rampe d'accès améliorerait nettement la qualité de l'air. La bouche d'aération concernée est une bouche d'extraction de l'air du parc. Son influence sur la qualité de l'air au niveau de l'espace de lavage situé en proximité n'est pas renseignée par des données de mesure de la qualité de l'air. Ces représentations rassurantes de l'aération s'avèrent donc non fondées.

Selon un gérant, le choix de l'implantation dans un parc souterrain a également été motivé par la perspective de pouvoir y travailler en toutes saisons, été comme hiver, quelque soit la température extérieure.

4.3.2.3 Activité de travail

L'activité des laveurs peut se structurer en trois périodes : la prospection des clients, le lavage et les périodes de pause.

Concernant la prospection des clients, il s'agit pour le laveur d'être vu par les usagers du parc afin que ceux-ci s'arrêtent au lavage. Il se place alors en bordure d'une des voies les plus fréquentées du parc, souvent au niveau d'une voie d'accès, plutôt en descente.

Le lavage comporte deux temps : le lavage de l'extérieur du véhicule et celui de l'intérieur.

L'extérieur du véhicule est lavé soit au jet d'eau sous pression soit à sec. Des produits différents offrent les deux possibilités. Le choix est fait en fonction des possibilités d'évacuation des eaux usées qui, en souterrain, doivent être remontées pour être évacuées. Avec ou sans eau, l'opérateur lave assez rapidement la carrosserie, le pare-brise, les vitres latérales, la lunette arrière et les optiques de phares. Le lavage des parties basses, généralement les plus sales, nécessite souvent davantage de temps.

Pour l'intérieur du véhicule, il lave les ouvrants au chiffon, nettoie l'intérieur de l'habitacle, passe l'aspirateur et entretient des plastiques au moyen de produits chimiques adaptés.

Pour le lavage des parties basses extérieures et de l'intérieur du véhicule, le laveur maintient des positions baissées ou accroupies (Figure 24), notamment main au dessous du genou. Au cours de son activité de lavage, il passe ainsi plus de temps baissé ou accroupi que debout. Ces postures sont connues pour solliciter l'organisme, tant au niveau articulaire que musculaire (efforts statiques), et entraînent une accentuation de la ventilation pulmonaire, sans aller jusqu'à l'essoufflement.



Figure 24 : Nettoyage de véhicules automobiles - illustration

4.3.2.4 Qualité de l'air et polluants atmosphériques

Deux sources d'exposition à des polluants sont identifiées :

- l'air ambiant des parcs, pollué par les véhicules (émissions à l'échappement, usure des freins et pneumatiques, ...) ;
- les produits chimiques utilisés pour le nettoyage.

Les observations des laveurs en activité montrent que ceux-ci ne se préoccupent pas prioritairement de leur exposition à l'air ambiant du parc, notamment parce qu'ils y sont de toute façon assujettis.

Selon un gérant, il est demandé à ses salariés de sortir du parc entre deux véhicules lavés. En pratique, les observations ont montré que les salariés sortaient rarement du parc. Les pauses sont souvent prises sur le lieu de travail (pauses café, discussions informelles, ...), parfois même pour le déjeuner (ex : nécessaire de cuisine aménagé dans un bureau ouvert sur l'espace de lavage).

L'analyse de l'activité de nettoyage d'automobiles n'a pas permis de déceler de stratégie de protection des travailleurs vis-à-vis de l'atmosphère du parc. Les salariés indiquent d'ailleurs qu'ils n'ont aucune marge de manœuvre à cet effet.

A l'instar des conclusions observées pour les opérateurs de la maintenance électrique, les laveurs de voiture considèrent donc la zone de circulation automobile comme un lieu de travail « normal ». Ces opérateurs ne pouvant être soustraits à l'ambiance du parc de par leur activité, ils sont eux aussi dépendants des mesures techniques et organisationnelles qui pourraient les protéger des nuisances liées à l'atmosphère du parc.

Concernant les produits chimiques utilisés pour le nettoyage, ils n'ont pu être identifiés précisément, d'une part parce que les salariés rencontrés ne disposaient pas des fiches de sécurité des produits utilisés, d'autre part parce que ces produits sont souvent transvasés dans des récipients sans étiquetage pour leur emploi. Dans un cas, le produit pur (avant dilution) a pu être identifié et portait la mention « Irritant ».

Lors d'un lavage avec le jet d'eau sous pression, un opérateur portait un masque de protection respiratoire. Cette observation témoigne d'une perception beaucoup plus facile pour le laveur du risque lié à l'utilisation des produits de nettoyage par rapport au risque lié à l'air ambiant du parc. Ce premier risque peut en effet davantage être maîtrisé par le laveur à l'aide de moyens de protection individuelle tels que les masques de protection respiratoire.

4.3.2.5 Conclusion

En conclusion, les laveurs de véhicules automobiles :

- exercent sur un lieu de travail choisi prioritairement en fonction de son accessibilité et de sa visibilité pour les usagers du parc, la qualité de son aération ne constituant qu'un critère secondaire de choix ;
- ne peuvent être soustraits à l'air ambiant du parc de par leur activité ;
- passent la quasi-totalité de leur temps de travail en zone de circulation automobile ;
- ont une activité et des postures de travail impliquant une accentuation de leur exposition à l'air ambiant du parc (augmentation de la ventilation pulmonaire due à l'effort).

Néanmoins, par rapport aux branches professionnelles relevant des sociétés sous traitantes (maintenance, nettoyage du parc, ...), ils sont globalement exposés moins longtemps sur le long terme à l'air des parcs, compte tenu de la durée plus faible des carrières professionnelles de laveur.

4.3.3 Location de véhicules automobiles

Les services de location automobile dans les parcs couverts peuvent être catégorisés en deux systèmes :

- la location impliquant du personnel sur place, souvent gérée par des sociétés privées de location de véhicules ;
- le système municipal d'« auto-partage » (mise à disposition de voiture à des adhérents, sur le même modèle que le partage des vélos), où la prise et la restitution des véhicules se font à partir de bornes automatiques.

Seul le premier système de location impliquant la présence régulière de travailleurs dans le parc a été considéré dans le cadre cette étude.

Des loueurs de voiture disposent d'un bureau en zone hall d'accueil ou de circulation piétonne, pour l'accueil des clients et les tâches administratives. Ils ont aussi des tâches d'entretien et nettoyage de voitures avant de les remettre à disposition du client.

Les loueurs qui assurent les tâches de comptoir peuvent être amenés à se déplacer en zone de circulation automobile, par exemple à la sortie du parc pour lever la barrière de péage au client et lui donner les dernières recommandations. A l'inverse, les loueurs chargés de l'entretien des véhicules peuvent être amenés à remplacer leurs collègues au comptoir.

Les tâches d'entretien et nettoyage des véhicules à louer sont plus exposées à l'atmosphère des parcs que les tâches de comptoir. La plupart des véhicules sont rendus par les clients dans un état acceptable ne nécessitant que quelques minutes d'entretien de l'habitacle. Lorsque le véhicule a été plus particulièrement sali, il est souvent fait appel à des entreprises spécialisées. Par ailleurs, la préparation du véhicule demande un passage en station service (lavage de l'extérieur du véhicule, alimentation en carburant).

Au final, à partir des observations et entretiens réalisés, on peut estimer que le loueur assurant les tâches d'entretien du véhicule répartit approximativement son temps en :

- Zone de circulation automobile : 15%
- Zone de circulation piétonne : inférieure à 5%
- Extérieur au parking : de l'ordre de 50%
- Zone comptoir : moins de 30 %

4.3.4 Exploitation du parc

La fonction des exploitants consiste à la fois à rendre service aux usagers du parc et à maintenir en bon état le parc de stationnement.

Pour rappel, leur tâche consiste généralement à :

- exercer des activités de petit entretien, nettoyage, vidage des bacs de tickets aux barrières de péage ;
- aider les usagers, les renseigner, intervenir dans les cas d'incidents de paiements ;
- appeler la maintenance, encadrer les différentes interventions ;
- fiabiliser les équipements, chercher des solutions aux pannes répétitives ;
- suivre les travaux d'amélioration, coordonner les entreprises extérieures ;
- effectuer des rondes de surveillance et de comptage des véhicules effectivement présents ;
- et d'une façon générale, assumer toutes les tâches qui constituent la maîtrise du parc.

Ils assurent parfois une présence continue dans le parc (24 heures sur 24, 7 jours sur 7).

Une analyse de leur activité a eu lieu dans un grand parc de stationnement, regroupant la surveillance sur site d'un parc, la télé surveillance d'un autre, et le suivi de parcs associés ayant une plus faible capacité de stationnement.

Deux salariés sont affectés jour et nuit à cette tâche. L'un reste en salle de commande pour assurer une présence, répondre aux téléphones et interphones, accueillir et répondre aux clients, suivre les sous traitants à travers la vidéo, transmettre des annonces par haut parleur, etc. L'autre est en permanence en zones de circulation automobile et piétonne, en zone technique, et en zone hall d'accueil si celle-ci existe.

Au final, les ordres de grandeur estimés pour la répartition du temps de travail de l'exploitant intervenant dans les différentes zones du parc sont :

- Zone salle de commande : environ 50%
- Zone de circulation piétonne : 25%
- Zone de circulation automobile et zone technique : 25%

Dans l'ensemble, la durée de présence par jour dans les zones de circulation automobile et piétonne semble plus faible pour les exploitants par rapport aux électriciens chargés de la maintenance électrique et aux laveurs de voiture, mais cette présence a principalement lieu aux heures d'affluence des usagers.

Sur le long terme, leur durée d'exposition à l'air des parcs semble comparable à celle des branches professionnelles relevant des sociétés sous traitantes (maintenance, nettoyage du parc, ...), voire supérieure compte tenu des possibilités d'évolution de carrière au sein des entreprises d'exploitation de parcs.

5 Evaluation des risques sanitaires

Afin d'évaluer les risques sanitaires liés aux expositions par inhalation à la pollution atmosphérique des parcs de stationnement couverts survenant chez les travailleurs, et considérant les points soulevés dans la saisine des ministères, l'organisation suivante a été retenue :

- **Elaboration de scénarios d'exposition pour différents types d'activités recensées**, dont au moins une impliquant le travail de l'opérateur dans des locaux professionnels équipés d'une ventilation spécifique (exemple : gardien, location de voiture, ...), sur la base notamment :
 - des données météorologiques collectées dans le cadre de l'expertise Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007),
 - des informations, données et observations relatives aux activités professionnelles, collectées dans le cadre d'une enquête transversale menée par l'Afsset auprès d'établissements gérants ou exploitants de parcs de stationnement et d'une étude de terrain menée par l'Anact.
- **Etude des risques sanitaires à partir des scénarios établis**

Cette organisation du travail a été présentée au CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » le 30 septembre 2008, et à la DGT le 28 mai 2009, et n'a pas fait l'objet d'objections.

Pour quantifier les risques sanitaires sur la base des scénarios d'exposition, l'approche développée dans ce chapitre s'appuie sur la démarche d'évaluation des risques sanitaires recommandée par le National Research Council (NRC) (NRC, 1983) et est déclinée en 3 étapes :

- Evaluation de l'exposition des travailleurs exerçant régulièrement dans les parcs de stationnement couverts
- Identification et sélection des valeurs toxicologiques de référence (VTR)
- Caractérisation des risques sanitaires

L'objectif est de permettre in fine une identification des activités professionnelles les plus risquées, et des polluants les plus problématiques, en vue de contribuer à des recommandations pour la prévention des risques sanitaires des travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts.

5.1 Evaluation de l'exposition des travailleurs exerçant régulièrement dans les parcs de stationnement couverts

Les concentrations d'exposition des travailleurs sont estimées à partir des mesures en polluants réalisées dans le cadre de l'expertise Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007). Il s'agit en effet de données françaises récentes (2006) concernant un nombre important de substances mesurées. De plus des données ont été obtenues à partir de mesures automatiques et par prélèvements actifs permettant ainsi de disposer de résultats de concentrations intégrés sur des pas de temps (24h, 8h, 1heure, 15 min) les plus appropriés aux scénarios d'exposition et VTR retenus par la suite. Les budgets espaces temps des travailleurs dans les parcs de stationnement (temps passé dans les parcs et plus particulièrement dans les zones de circulation automobile) ont été obtenus à partir d'une enquête transversale menée par l'Afsset de décembre 2008 à mars 2009 à l'échelle nationale (France métropolitaine) auprès d'établissements gérants ou exploitants de parcs de stationnement, ainsi que d'une étude de terrain sur les activités professionnelles au sein des parcs de stationnements réalisée de décembre 2008 à juillet 2009 par l'Anact (Anact, 2009).

5.1.1 Substances mesurées dans l'air des parcs de stationnement couverts

Les concentrations d'exposition des travailleurs sont issues des données obtenues lors de la campagne de mesures réalisée par le Laboratoire central de la préfecture de police (LCPP) entre janvier et juillet 2006 dans quatre parcs parisiens :

- Une gare routière d'autocars, nommée **Parc 1** ;
- Un parc souterrain desservant une gare ferroviaire, nommé **Parc 2** ;
- Un parc souterrain desservant un centre commercial, nommé **Parc 3** ;
- Un parc réservé à des employés, nommé **Parc 4**.

Le Tableau V ci-dessous présente les caractéristiques de chacun de ces parcs de stationnement.

Tableau V : Caractéristiques des différents parcs de stationnement couverts étudiés (Afsset, 2007)

			Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4
Typologie	Nombre de places		75	1500	1000	350
	Nombre de niveaux		1	6	4	1
	Niveau équipé d'analyseurs		-3	-3	-2	-1
	Date de réhabilitation ou de création		1993	Env 2000	2005	2000
	Type de ventilation		Mécanique (min. petite vitesse)	Mécanique (min. petite vitesse)	Mécanique (min. ventilation naturelle)	Naturelle
	Type de parking		Parc pour cars de tourisme	Parc public desservant une gare ferroviaire	Parc public desservant un centre commercial	Parc réservé aux employés d'un hôpital
Trafic	Trafic journalier (entrée)	Moy	50	3000	1500	Env 500
		Max	93	6900	2500	-
	Trafic journalier (sortie)	Moy	-	3000	1500	Env 500
		Max	-	6300	2400	-

Le Tableau VI regroupe les différents composés mesurés.

Tableau VI : Composés mesurés

Composés	
	CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Métaux	Plomb, cadmium, arsenic, nickel et mercure
COV	Benzène, toluène, éthylbenzène, méta et para xylène, ortho xylène, 1,2,4 triméthylbenzène, styrène, hexane et heptane
HAP	naphtalène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)pérylène et indéno(1,2,3-c,d)pyrène
Aldéhydes	Acétaldéhyde, formaldéhyde, hexaldéhyde, propionaldéhyde et benzaldéhyde

Ces polluants ont été mesurés de trois manières différentes :

- Mesure automatique en continu : CO, CO₂, NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5} (enregistrement avec un pas de temps de 5min). L'incertitude pour ces mesures est de l'ordre de 15 %.
- Prélèvement actif sur des périodes courtes à moyennes :
 - 24h : PM₁₀, (avec dosage des Pb, Cd, As et Ni), HAP
 - 8h, 12h et 15h : COV, aldéhydes
 - 8h : Hg
 - 1h : aldéhydes
 - 30min : COV

L'incertitude pour les mesures par prélèvement actif est de l'ordre de 20 %.

Pour les mesures automatiques et les prélèvements actifs, c'est le niveau du parc jugé le plus représentatif du trafic qui a été instrumenté (Tableau V). Dans chacun des parcs, les points de mesure ont été disposés à une hauteur comprise entre 1,5 et 2 mètres sur un emplacement près d'une voie de circulation.

- Les mesures par prélèvement passif (4 à 7 jours) : NO₂, COV.

Une cartographie par prélèvement passif a été réalisée parallèlement aux mesures automatiques. Les mesures se sont déroulées sur une période d'une semaine pour NO₂ et les COV ; ainsi que sur deux périodes consécutives de quatre jours pour les aldéhydes. Tous les niveaux des parcs ont été équipés. Les points de mesure ont été disposés à environ 2 mètres de hauteur et répartis en différents points dans les différents niveaux (rampes d'accès et de sortie, allée de circulation, zone de stationnement).

D'une manière générale, les résultats pour les différents polluants avec une incertitude de l'ordre de 25 %, montrent une certaine homogénéité des concentrations au sein d'un même niveau. Les concentrations les plus importantes se situent à proximité des rampes d'accès et des extracteurs.

Les concentrations mesurées pour les polluants retenus pour l'élaboration de valeurs cibles dans le cadre de la précédente expertise Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007) sont présentées dans l'Annexe 11.

Les teneurs dans les parcs 2 et 3 sont relativement similaires. Ces parcs ont eu pendant l'étude une fréquentation soutenue, respectivement 6 000 et 3 000 mouvements de véhicules par jour ; de plus ils ont une configuration semblable en ce qui concerne le nombre de niveaux (6 et 4).

Dans le parc 4, les niveaux rencontrés sont plus faibles, expliqués par le fait que le parc a une capacité réduite (350 véhicules), une fréquentation (environ 500 véhicules par jour) très inférieure aux 2 autres parcs, de plus, son utilisation spécifique par les employés de l'hôpital peut également expliquer ces résultats.

Le parc 1 réservé aux cars de tourisme, a des caractéristiques très différentes par rapport aux autres. Les teneurs en CO sont de l'ordre des concentrations mesurées dans l'air ambiant, et pour les autres polluants (NO, NO₂ et PM₁₀) les teneurs sont comprises entre celles du parc 4 et celles des parcs 2 et 3.

5.1.2 Sélection des substances pour l'évaluation des risques sanitaires (ERS)

Les neuf substances retenues pour l'estimation du risque (Tableau VII) sont les substances qui avaient été retenues pour l'élaboration de valeurs cibles dans le cadre des premiers travaux de l'Afsset sur la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts en 2007 (Afsset, 2007). Les neuf substances retenues parmi l'ensemble des substances mesurées dans la campagne du LCPP respectaient les critères suivants : stabilité chimique, exposition et effets par inhalation, existence de VTR, puis à partir d'un score mettant en relation les concentrations mesurées dans le parc 2 (parc référence) et les VTR retenues. Au final, les trois critères suivants avaient permis de retenir les polluants présentés dans le Tableau VII :

- critère d'ordre 1 : Plausibilité de la survenue de l'effet : plus le score est élevé et plus l'effet est plausible. Par ailleurs, pour les risques aigus et les risques chroniques non cancérogènes l'effet est plausible pour un score supérieur à 1 (sans unité), pour les risques chroniques cancérogènes, il a été considéré que l'effet était plausible pour un score supérieur à 10⁻⁵ (sans unité).
- critère d'ordre 2 : Gravité de l'effet.
- critère d'ordre 3 : L'effet a été observé chez l'homme.

On notera que dans le cadre des précédents travaux de l'Afsset (Afsset, 2007) comme dans la plupart des ERS, tous les polluants n'ont pu être considérés du fait notamment de l'absence ou d'un manque de données sur les concentrations dans l'air et/ou les VTR, ce qui constitue une sous-estimation des risques sanitaires.

Tableau VII : Substances retenues pour l'ERS

Substance	Exposition aiguë par inhalation	Exposition chronique par inhalation, avec seuil d'effet	Exposition chronique par inhalation, sans seuil d'effet
Monoxyde de carbone	X*		
Dioxyde d'azote	X**		X
Benzène		X	X
Formaldéhyde		X	
Benzo(a)pyrène			X
Acétaldéhyde		X	X
Xylènes		X	
Naphtalène		X	X
Particules fines (PM ₁₀ et PM _{2,5})			X

* sur toutes les durées

** sur une 1 heure

Remarque : Les substances associées à un type d'exposition (aiguë/chronique) et un type d'effets (à seuil/sans seuil) dans le Tableau VII sont identiques à celles utilisées pour l'élaboration de valeurs cibles dans l'expertise Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007).

5.1.3 Scénarios d'exposition

5.1.3.1 Durées et fréquences d'exposition

292 parcs de stationnement couverts répondant aux critères d'inclusion de l'enquête transversale de l'Afsset (cf 3.7.1) ont permis de caractériser les durées et fréquences d'exposition pour cinq catégories d'activités professionnelles impliquant une présence régulière des travailleurs dans les parcs :

- **Exploitation du parc** (activité d'accueil pouvant être associée à la surveillance générale et/ou petit entretien courant du parc et/ou nettoyage du parc et/ou surveillance incendie)
- **Nettoyage du parc** (travailleurs dédiés spécifiquement à cette activité, ne concerne pas les travailleurs dont l'activité de nettoyage du parc est une composante de l'activité d'exploitation)
- **Nettoyage de véhicules**
- **Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage**
- **Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage**

Pour ces cinq activités, les résultats des durées et fréquences de travail obtenues sont présentés en Annexe 12. Le Tableau VIII ci-après résume les résultats utilisés dans le cadre des scénarios d'exposition.

Afin de tenir compte du temps passé dans les différents microenvironnements du parc, notamment dans les zones de circulation automobile et dans les locaux d'exploitation, les données issues des observations de terrain réalisées par l'Anact sur trois parcs de stationnement couverts de décembre 2008 à juillet 2009 (cf 4) ont été considérées conjointement aux résultats de l'enquête Afsset (cf 3.7.1, Tableau II).

Pour l'exploitation du parc, une observation ponctuelle de terrain et l'analyse plus générale de cette activité a conduit l'Anact a considéré que :

- « le temps passé en zone de circulation piétonne est à peu près équivalent au temps passé en zone de circulation automobile ;
- le temps passé en salle de commande (ou local d'exploitation) est très variable pour l'opérateur de terrain. »

Au final, les ordres de grandeur estimés par l'Anact pour la répartition du temps de travail de l'exploitant intervenant dans les différentes zones du parc sont :

- Salle de commande (ou local d'exploitation) : environ 50%
- Zone de circulation piétonne : 25%
- Zone de circulation automobile et zone technique : 25%

Par ailleurs, l'enquête menée par l'Afsset montre pour l'activité d'exploitation, que la part de la durée journalière de travail dédiée à l'accueil a une valeur centrale de 67 % (médiane) et une valeur basse de 38 % (10^{ème} percentile), sur la base de 118 parcs comptabilisant 522 travailleurs. Ces valeurs sont en cohérence avec les estimations de l'Anact. Etant issues d'une enquête sur un large nombre de parcs, elles sont privilégiées à l'estimation de l'Anact issue d'une observation ponctuelle.

Tableau VIII : Durées de travail

Activité	Nombre d'h/j		Fraction du temps en local d'exploitation		Nombre de j/an		Nombre d'années travaillées P ₉₀ des maximales par parc	Durée de travail en % d'une année		Durée de travail en % d'une vie	
	P ₅₀	P ₉₀	P ₅₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀		P ₅₀	P ₉₀	P ₅₀	P ₉₀
Exploitation du parc	7	8	67 %	38 %	224	235	27	18 %	19 %	2 %	7 %
Nettoyage du parc	7	8	100 % en zone de circulation automobile (par défaut)		227	250	20	18 %	20 %	0,3 %	6 %
Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage	2	7	100 % en zone de circulation automobile (par défaut)		196	235	20	2 %	18 %	0,3 %	5 %
Entretien et maintenance de ventilation et désenfumage	6	7	100 % en zone de circulation automobile (par défaut)		223	235	31	15 %	19 %	2 %	8 %
Nettoyage de véhicules	7	8	100 % en zone de circulation automobile (Anact, 2009)		235	280	9	19 %	22 %	1 %	3 %

P₁₀ : 10^{ème} percentile

P₅₀ : 50^{ème} percentile (médiane)

P₉₀ : 90^{ème} percentile

5.1.3.2 Niveaux d'exposition retenus

Les niveaux d'exposition dans le parc ont été retenus à partir des concentrations mesurées lors de la campagne réalisée en 2006 par le LCPP dans le cadre de l'expertise Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007). Pour l'estimation des niveaux d'exposition à certains polluants, des données issues de la campagne du LCPP et non présentées dans l'expertise Afsset, ont été utilisées afin de disposer de données plus nombreuses, compte tenu notamment du nombre déjà limité de parcs investigués, et de données plus appropriées aux scénarios développés par la suite.

Les niveaux d'exposition dans le local d'exploitation, disposant d'une ventilation mécanique indépendante, ont été estimés à partir des niveaux d'exposition retenus dans le parc, affectés d'un facteur d'abattement déterminé à partir d'une campagne de mesure réalisée entre octobre 2008 et juillet 2009 par Coparly (Coparly, 2009). Pour les polluants non mesurés par Coparly, le niveau d'exposition retenu par défaut pour le local était la concentration moyenne dans l'air ambiant extérieur.

Afin d'estimer par la suite des excès d'exposition liés à l'activité professionnelle dans le parc, les niveaux d'exposition aux polluants en dehors du parc ont également été retenus et correspondent aux niveaux retrouvés dans les logements.

5.1.3.2.1 *Niveaux d'exposition chronique dans le parc*

En fonction des polluants, des données de concentrations mesurées sur différents pas de temps étaient disponibles :

- NO₂ et PM10 : Moyenne étude, 5min, 15min, 1h, 8h, PH50, 98 et 99,8 (mesures automatiques sur quatorze jours).

⇒ **La concentration maximale sur 8h mesurée en journée (concentrations mesurées de nuit exclues) sur l'ensemble des 4 parcs a été retenue pour une estimation forte du niveau d'exposition.** La moyenne sur la durée totale de l'étude n'a pas été retenue, car elle inclut les mesures nocturnes, or, pendant la nuit, l'activité d'un parc est généralement moindre, et les travailleurs sont moins susceptibles d'être présents. L'inclusion de ces mesures aurait donc conduit à une sous-estimation des risques. Les maximums 5 min, 15 min, 1 h et les percentiles horaires, ne sont pas appropriés à une exposition chronique car considérant les durées de travail quotidiennes rapportées pour les trois activités recensées (2 à 8 heures), le choix de ces valeurs aurait conduit à une surestimation des risques.

⇒ **La médiane des concentrations sur 8h mesurées en journée (concentrations mesurées de nuit exclues) sur les parcs 2, 3 et 4, a été retenue pour une estimation centrale du niveau d'exposition.** Les concentrations mesurées sur le parc 1 n'ont pas été prise en compte car le parc 1 réservé aux cars de tourisme, a des caractéristiques très différentes par rapport aux autres, avec une capacité de stationnement (75 places) et une fréquentation journalière (50 entrées de véhicules en moyenne) très inférieures. Ces caractéristiques apparaissent comme peu compatibles avec la présence de travailleurs réguliers. En effet, selon la FNMS (Audition de septembre 2008), il est raisonnable d'estimer, à l'échelle du parc national, qu'en deçà d'une capacité de 200 places de stationnement, les parcs « Etablissements recevant du public » ne comportent généralement pas de travailleurs réguliers car ils n'ont généralement pas d'intérêts ou de capacités économiques pour financer un emploi régulier. Par ailleurs, les concentrations mesurées sur ce parc étant sensiblement plus faibles que dans les trois autres parcs, le choix de leur prise en compte aurait conduit à une sous-estimation des risques.

- Benzo(a)pyrène : mesures sur 24h (prélèvement actifs) uniquement
 - ⇒ **La concentration maximale sur 24h mesurée sur l'ensemble des 4 parcs a été retenue pour une estimation forte du niveau d'exposition.** Elle conduit à une sous-estimation des risques car le niveau de concentration est lissé sur 24h, alors que les concentrations sont a priori plus élevées pendant la journée. Néanmoins, cette valeur est retenue en l'absence de données mesurées sur un pas de temps plus réduit.
 - ⇒ **La médiane des concentrations sur 24h mesurées sur les parcs 2, 3 et 4, a été retenue pour une estimation centrale du niveau d'exposition.**
- Acétaldéhyde, benzène, formaldéhyde, naphthalène, xylènes : 30min, 1h, 8h, 12h, 15h (prélèvements actif)
 - ⇒ **La concentration maximale des concentrations mesurées en journée (concentrations mesurées de nuit exclues) sur 8h, 12h et 15h, sur l'ensemble des 4 parcs, a été retenue pour une estimation forte du niveau d'exposition.** Pour certains des polluants, des concentrations intégrées sur 12 et 15h ont été prises en compte en plus des concentrations intégrées sur 8h, afin de disposer d'un nombre de données de mesure plus conséquent. Les concentrations intégrées sur 12 et 15h n'ont pas été mesurées sur les mêmes journées et les mêmes parcs que les concentrations intégrées sur 8h.
 - ⇒ **La médiane²⁹ des concentrations mesurées en journée (concentrations mesurées de nuit exclues) sur 8h, 12h et 15h, sur les parcs 2, 3 et 4, a été retenue pour une estimation centrale du niveau d'exposition.**

5.1.3.2.2 Niveaux d'exposition aiguë dans le parc

- NO₂ : Moyenne étude, 5min, 15min, 1h, 8h, PH50, 98 et 99,8 (mesures automatiques sur quatorze jours).
 - ⇒ **La concentration maximale sur 1h mesurée sur l'ensemble des 4 parcs a été retenue pour une estimation du niveau d'exposition.** Les données sur les durées de travail comprises entre 2 et 8h/j (Tableau VIII) montrent en effet que les travailleurs sont susceptibles d'être présents au moins 1 heure en continu dans le parc. Par ailleurs, l'unique VTR aiguë est établie sur un pas de temps de 1 heure.
- CO : Moyenne étude, 5min, 15min, 1h, 8h, PH50 et 98 (mesures automatiques sur quatorze jours).
 - ⇒ **Les concentrations maximales respectivement mesurées sur 15min, 1h et 8h, sur l'ensemble des 4 parcs, ont été retenues pour une estimation du niveau d'exposition.** Les données sur les durées de travail comprises entre 2 et 8h/j (Tableau VIII) montrent en effet que les travailleurs sont susceptibles d'être présents au moins 15 minutes en continu dans le parc. Par ailleurs, des VTR aiguës sont établies sur des pas de temps de 15 min, 1 heure et 8h.

5.1.3.2.3 Niveaux d'exposition chronique dans le local d'exploitation

Les activités liées à l'exploitation du parc (péagiste, peut comprendre surveillance générale et surveillance incendie, ...) sont partiellement effectuées dans un local d'exploitation disposant d'une installation de ventilation mécanique indépendante. La ventilation mécanique fonctionne avec l'introduction d'air extérieur dans le local d'exploitation.

²⁹ Pour le formaldéhyde et l'acétaldéhyde, la moyenne arithmétique a été retenue, et non la médiane compte tenu du faible nombre de données de mesure disponibles.

A l'exception du dioxyde d'azote et du benzène, aucune étude renseignant sur les niveaux de concentration en polluants dans les locaux d'exploitation n'a été identifiée. A défaut, les hypothèses posées sont que le local est en surpression (observé par l'Anact) avec de l'air extérieur au parc de stationnement. Les données utilisées sont les concentrations moyennes en air ambiant extérieur (cf Annexe 13). Cette approche suppose une ventilation complète de l'air du local par l'air extérieur et peut minimiser le niveau d'exposition.

Pour le dioxyde d'azote et le benzène, une campagne récemment finalisée par Coparly a permis la réalisation de mesures passives des concentrations dans les locaux de 13 parcs de stationnement (Coparly, 2009). Les concentrations mesurées dans ces locaux et dans les niveaux les plus circulants, ont permis de calculer des facteurs d'abattement par rapport à la concentration dans la zone de circulation (cf Annexe 14). Une valeur centrale du facteur d'abattement a été affectée aux niveaux d'exposition retenus dans le parc (cf 5.1.3.2.1) pour estimer les niveaux d'exposition au dioxyde d'azote et benzène dans ces locaux.

5.1.3.2.4 Niveaux d'exposition chronique en dehors du parc

Afin d'estimer par la suite l'excès d'exposition lié à l'activité professionnelle dans le parc, pour le dioxyde d'azote, les particules (PM₁₀) et le formaldéhyde, les niveaux d'exposition à ces polluants en dehors du parc ont également été retenus et correspondent aux niveaux retrouvés dans les logements (cf Annexe 13).

5.1.3.2.5 Résumé des niveaux d'exposition retenus

Le Tableau IX ci-dessous résume les niveaux de concentrations retenus dans le cadre des scénarios d'exposition. Les données détaillées sont renseignées en Annexes 11, 13 et 14.

Tableau IX : Niveaux d'exposition retenus pour l'ERS

Substance	Niveau exposition aiguë ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Niveau exposition chronique dans parc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Niveau exposition chronique dans local ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Niveau exposition chronique en dehors du parc (logements) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Estimation modérée	Estimation forte		
Monoxyde de carbone	39000 (15 min) 32000 (1h) 25000 (8h)	NA	NA	NA (seule l'exposition aiguë est considérée)	NA
Dioxyde d'azote	491 (1h)	119 (8h)	381 (8h)	Estimation modérée : 67 Estimation forte : 212	27
Benzène	NA	42,5 (8h à 15h)	120 (12h)	Estimation modérée : 22 Estimation forte : 63	NA
Formaldéhyde	NA	21,5 (8h à 15h)	36 (15h)	1,9	20
Benzo(a)pyrène	NA	0,0011 (24h)	0,003 (24h)	$2 \cdot 10^{-4}$	NA
Acétaldéhyde	NA	15,5 (8h à 15h)	21 (8h)	1,3	NA
Xylènes (mélange m, p, o)	NA	208 (8h à 15h)	470 (12h)	3,4	NA
Naphtalène	NA	1,9 (8h à 15h)	3,9 (12h)	6	NA
PM ₁₀	NA	45 (8h)	150 (8h)	23	31

5.1.3.3 Scénarios d'exposition chronique

5.1.3.3.1 Scénario d'exposition forte

Effets à seuil

Pour les effets à seuil, le scénario d'exposition prend en compte les paramètres d'exposition suivants, pour chacune des activités professionnelles :

- Estimation forte des niveaux d'exposition (Tableau IX)
- P90 de la durée de travail en % de la durée d'exposition pour laquelle la VTR est exprimée (Tableau VIII)

Les VTR chronique à seuil d'effet sont le plus souvent établies pour une fréquence d'exposition de 24h/24 et 365j/an. C'est pourquoi, la durée de travail (soit la durée d'exposition) est considérée en % d'une année, à l'exception de l'acétaldéhyde et du formaldéhyde. Pour ces deux polluants, la VTR chronique à seuil d'effet retenue est établie par l'OEHHA pour des expositions répétées de 8

heures / jour, 5 jours / semaine (cf chapitre 3). Par ailleurs, l'hypothèse communément admise est qu'un travailleur exerce 48 semaines par an. Aussi, pour la caractérisation des risques liés à l'acétaldéhyde et au formaldéhyde, la durée de travail est donc considérée, non pas en % sur une année (soit 24*365 heures), mais en % sur (8*5*48) heures.

Dans le cas particulier du formaldéhyde pour lequel un excès d'exposition journalière est calculé par la suite (cf 5.3.1.2), les mêmes paramètres d'exposition susmentionnés sont utilisés, en adéquation avec la VTR chronique du formaldéhyde.

Effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, le scénario d'exposition prend en compte les paramètres d'exposition suivants, pour chacune des activités professionnelles :

- Estimation forte des niveaux d'exposition (Tableau IX)
- P90 de la durée de travail en % d'une vie (Tableau VIII)

Dans le cas particulier des PM10 et du NO₂ qui ne disposent pas de VTR, et pour lesquelles un excès d'exposition journalière est calculé par la suite (cf 5.3.1.2), le P90 de la durée de travail en % d'une journée a été utilisé, en adéquation avec la durée d'exposition pouvant produire un effet hors expositions aiguës. Les paramètres d'exposition suivants ont alors été utilisés, pour chacune des activités professionnelles :

- Estimation forte des niveaux d'exposition (Tableau IX)
- P90 du nombre d'heures par jour / 24 (Tableau VIII)

5.1.3.3.2 Scénario d'exposition modérée

Effets à seuil

Pour les effets à seuil, le scénario d'exposition prend en compte les paramètres d'exposition suivants, pour chacune des activités professionnelles :

- Estimation modérée des niveaux d'exposition (Tableau IX)
- P50 de la durée de travail en % de la durée d'exposition pour laquelle la VTR est exprimée (Tableau VIII)

Dans le cas particulier du formaldéhyde pour lequel un excès d'exposition journalière est calculé par la suite (cf 5.3.1.2), les mêmes paramètres d'exposition susmentionnés sont utilisés.

Effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, le scénario d'exposition prend en compte les paramètres d'exposition suivants, pour chacune des activités professionnelles :

- Estimation modérée des niveaux d'exposition (Tableau IX)
- P50 de la durée de travail en % d'une vie (Tableau VIII)

Dans le cas particulier des PM10 et du NO₂, le P50 de la durée de travail en % d'une journée a été utilisé. Les paramètres d'exposition suivants ont alors été utilisés, pour chacune des activités professionnelles :

- Estimation modérée des niveaux d'exposition (Tableau IX)
- P50 du nombre d'heures par jour / 24 (Tableau VIII)

5.1.3.3 Cas particulier de l'activité d'exploitation du parc

L'exposition liée au temps passé dans le local d'exploitation, qui bénéficie d'une ventilation mécanique indépendante, et l'exposition liée au temps passé dans le parc en dehors du local, ont été prises en compte en s'appuyant sur la même approche que celle développée précédemment (cf 5.1.3.3.1 et 5.1.3.3.2), et en intégrant dans cette approche :

- Estimation des niveaux d'exposition dans le local (Tableau IX)
- La fraction de temps passé dans le local (Tableau IX), la durée de travail journalier restante étant supposée se dérouler dans la zone de circulation automobile du parc :
 - Scénario d'exposition modérée : P50 de la fraction de temps passé dans le local
 - Scénario d'exposition forte : P10 de la fraction de temps passé dans le local

5.1.3.4 Scénario d'exposition aiguë

Le scénario d'exposition aiguë prend en compte le niveau d'exposition aiguë (Tableau IX), pour chacune des activités professionnelles.

5.2 Identification et sélection des VTR

5.2.1 Méthode

Pour chacune des substances sélectionnées, une revue des VTR existantes a été réalisée sur les bases de données classiques : US-EPA, ATSDR, Santé Canada, RIVM, OEHHA, OMS, Afsset, INERIS. La VTR la plus appropriée a ensuite été retenue sur la base des critères usuels suivants :

1^{er} groupe de critères : méthodologie et scénarios d'exposition adaptés

- Adéquation entre les paramètres d'application de la VTR (fréquence et durée d'exposition, voie d'exposition, etc.) et les scénarios d'exposition déterminés spécifiquement dans le cadre l'évaluation des risques ;
- Explication claire et transparente de la méthode appliquée pour établir la VTR et indication des résultats obtenus (mode de calcul et hypothèses explicites) ;

2^{ème} groupe de critères : données sources utilisées

- Adéquation des données toxicologiques permettant d'élaborer la VTR et des données d'exposition déterminées spécifiquement dans le cadre de l'évaluation des risques (durée et fréquence d'exposition, voie d'exposition, etc.). La présente expertise concernant spécifiquement la population des travailleurs dans les parkings, les VTR dérivées d'études sources portant sur des populations de travailleurs sont donc privilégiées, si elles sont de qualité correcte et si les expositions sont suffisamment caractérisées ;
- Privilégier les données humaines aux données animales, si elles sont de qualité correcte et si les expositions sont suffisamment caractérisées ;
- Regarder la date de construction de la VTR et la date de publication de l'étude qui a été exploitée pour sa construction. Il est préférable, dans la mesure du possible, de retenir les VTR et les études critiques les plus récentes.

Enfin, si tous ces critères sont sensiblement égaux (et seulement dans ce cas), on retient la valeur numérique la plus conservatoire pour la santé.

Une sélection des VTR suivant les mêmes critères ayant déjà été réalisée dans le cadre de la précédente expertise Afsset qui concernait population générale et population professionnelle (Afsset, 2007), une attention particulière a été portée sur les récentes VTR produites depuis cette première sélection et sur les VTR dérivées d'études chez le travailleur.

5.2.2 Résultats

5.2.2.1 Acétaldéhyde

Exposition chronique

A seuil d'effet

Deux nouvelles VTR établies depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007), les deux étant proposées par l'OEHHA (OEHHA, 2008a). La première de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est une VTR pour une exposition chronique continue sur la journée et la seconde de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est une VTR pour des expositions répétées de 8 heures. Ces VTR prennent en compte une dégénérescence de l'épithélium olfactif comme effet critique. Elles ont été révisées en 2008 et construites à partir de deux études subchroniques chez le rat réalisées en 1982 et 1986 (Appelman et al., 1982 ; Appelman et al., 1986). La méthode de construction est identique entre les deux VTR, à savoir qu'elles correspondent à une $\text{BMC}_{05\text{ADJ}}^{30}$ affectée d'un facteur d'incertitudes cumulées de 300 (variabilité intra-espèce : $10 \cdot \sqrt{10}$, variabilité inter-espèces : $\sqrt{10}$, facteur d'incertitudes subchronique à chronique : $\sqrt{10}$).

La précédente expertise (Afsset, 2007) avait retenu la VTR de l'US-EPA de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (US-EPA, 1991a) qui se base sur les mêmes études que l'OEHHA et le même effet critique, et qui correspond à un $\text{NOAEL}_{\text{HEC}}^{31}$ affecté d'un facteur d'incertitudes cumulées de 1000 (variabilité intra-espèce : 10, variabilité inter-espèces et manque de données : 10, facteur d'incertitudes subchronique à chronique : 10).

La VTR OEHHA de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ présente l'avantage de correspondre par nature à des expositions répétées de 8 heures, ce qui se rapproche des scénarios d'exposition pour les travailleurs. Par ailleurs, elle correspond à une BMC^{32} qui permet de mieux prendre en compte la relation dose-réponse et l'incertitude liée au protocole d'étude chez l'animal, par rapport à un NOAEL ou LOAEL . De plus, l'ajustement allométrique (pour convertir la concentration critique en « concentration équivalente humaine ») utilisé pour l'élaboration de la VTR OEHHA s'est appuyé sur un modèle PBPK^{33} pour les tissus nasaux rat/homme, construit pour l'acétaldéhyde et utilisant des constantes métaboliques et des données d'élimination de l'acétaldéhyde récemment publiées (Teeguarden et al., 2008). Pour la VTR de l'US-EPA, l'extrapolation dosimétrique inter-espèces s'est simplement appuyée sur un RGDR^{34} affecté au $\text{NOAEL}_{\text{ADJ}}^{35}$. Par ailleurs, la date de construction de la VTR OEHHA (2008a) est plus récente que celle de l'US-EPA (1991).

Aussi cette valeur de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OEHHA, 2008a) peut être choisie dans le cas spécifique des travailleurs.

30 Benchmark concentration correspondant à la concentration produisant une augmentation de la réponse fixée à 5 % par rapport au groupe non exposé, avec un ajustement à la durée d'exposition.

31 Dose sans effet nocif observé (No Observed Adverse Effect Level) avec ajustement allométrique pour la voie respiratoire (Human Equivalent Concentration), permettant de convertir la concentration critique en « concentration équivalente humaine » afin de diminuer les incertitudes de transposition interespèces.

32 Benchmark concentration

33 Physiologically-based pharmacokinetic

34 Taux régional de dose de gaz (Regional gas dose ratio). Ce rapport de dose entre l'homme et l'animal est fonction du débit d'air inhalé et de la surface des voies respiratoires dans une des trois régions du système respiratoire (extrathoracique, trachéo-bronchique et pulmonaire) pour chacune des deux espèces.

35 Dose sans effet nocif observé (No Observed Adverse Effect Level) avec un ajustement à la durée d'exposition.

Sans seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu la VTR de $5,8.10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (Santé Canada, 1999), correspondant à une CT_{05}^{36} . Cette VTR prend en compte les tumeurs nasales (adénocarcinomes, carcinomes des cellules squameuses) comme effet critique. Elle a été construite en 1993 à partir d'une étude de cancérogénèse chez le rat réalisée en 1986 (Woutersen et al., 1986).

L'OEHHA propose une VTR de $2,7.10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (OEHHA, 1993) qui se base sur les mêmes études que Santé Canada et le même effet critique, et qui a été construite en appliquant un modèle LMS³⁷ dépendant du temps avec un ajustement au maximum de vraisemblance à partir de données chez le rat (Woutersen et al., 1986) et chez le hamster (Feron et al., 1982). Cette valeur est reprise dans le nouveau Technical Support Document for Cancer Potency Factors de l'OEHHA (OEHHA, 2008b) qui tient compte d'une méthodologie mise à jour.

Aussi cette valeur de $2,7.10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ reprise récemment par l'OEHHA peut être choisie. Cette valeur numérique est par ailleurs la plus conservatoire.

5.2.2.2 Benzène

Exposition chronique

A seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu la VTR de $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 2007a), correspondant à une $\text{BMCL}_{0.25\text{sdADJ}}^{38}$ affecté d'un facteur d'incertitudes de 10 (variabilité intra-espèce). Cette VTR prend en compte une diminution du nombre de lymphocytes B comme effet critique. Elle a été construite en 2005 à partir d'une étude transversale en milieu professionnel réalisée en 2004 (Lan et al., 2004).

Cette valeur peut être choisie ici.

Sans seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu un excès de risque unitaire (ERU) de $7,8.10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$, correspondant à la valeur haute de la fourchette proposée par l'US-EPA (US-EPA, 2000). Cet ERU prend en compte la leucémie comme effet critique. Il a été construit en 2000 à partir des données de la cohorte « Pliofilm » (Rinsky et al. 1981 ; 1987), des matrices d'exposition développées par Crump et Allen (1984) et par Paustenbach (1993), et d'un modèle LMS avec ajustement par le maximum de vraisemblance.

L'OMS (2000) s'appuie sur l'utilisation d'un ERU de leucémie de $6.10^{-6} (\mu\text{g}.\text{m}^{-3})^{-1}$ pour proposer des valeurs guides de la qualité de l'air. L'OMS a également retenu comme études sources celles réalisées sur la cohorte « Pliofilm » (Rinsky et al. 1981 ; 1987) ainsi que les matrices d'exposition au benzène de Crump et Allen (1984) et de Paustenbach (1992 ; 1993). Deux types de modèles mathématiques intégrant la multiplication des risques et l'accumulation des concentrations de benzène ont été utilisés pour calculer le risque, un modèle linéaire et un modèle non linéaire.

36 Concentration tumorigène correspondant à une augmentation de 5 % de l'incidence du cancer par rapport à la normale.

37 Linearized Multi-Stage

38 Benchmark Concentration Lower confidence limit (limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la $\text{BMC}_{0.25\text{sd}}$) produisant un changement du niveau de réponse égal à 0,25 écart-type (standard deviation) par rapport aux témoins ($\text{BMC}_{0.25\text{sd}}$), avec un ajustement à la durée d'exposition (exposition continue).

Les risques obtenus pour une même matrice d'exposition et pour les deux types de modèles (linéaire et non linéaire) sont soit identiques pour la matrice de Crump et Allen (1984) (risque de $7,5 \cdot 10^{-6}$ pour $1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ de benzène) soit très proches pour la matrice de Paustenbach *et al.* (1992) (risque de $4,7 \cdot 10^{-6}$ pour $1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ de benzène avec un modèle linéaire et risque de $4,4 \cdot 10^{-6}$ pour $1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ de benzène avec un modèle non linéaire). L'ERU retenu par l'OMS correspond à la moyenne géométrique des différents risques calculés.

Au final, la valeur de $6 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$ peut être choisie. En effet, bien que les deux valeurs soient établies à partir de la même cohorte de travailleurs et soient jugées de bonne qualité, le fait de calculer le risque à l'aide des deux types de modèles (linéaire et non linéaire), comme l'a fait l'OMS, paraît plus pertinent car les connaissances actuelles ne permettent pas de déterminer exactement la forme de la courbe dose-réponse du benzène pour des faibles concentrations (Afsset, 2008a).

5.2.2.3 Benzo(a)pyrène (BaP)

Exposition chronique

Sans seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu un ERU de $1,1 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$, construit par l'OEHHA en appliquant un modèle LMS (OEHHA, 2005). Cet ERU prend en compte les tumeurs des voies respiratoires (cavité nasale, larynx, trachée, absence de tumeurs pulmonaires) comme effet critique. Il a été construit en 2002 à partir d'une étude chez le hamster doré syrien mâle exposé par voie inhalée (nasale uniquement) à du BaP pendant 96 semaines (Thyssen *et al.*, 1981).

Cette valeur peut être choisie ici.

5.2.2.4 Formaldéhyde

Exposition chronique

A seuil d'effet

Depuis la sélection de VTR réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007), deux nouvelles VTR ont été proposées par l'OEHHA (OEHHA, 2008a), l'une pour une exposition chronique continue sur la journée et l'autre pour des expositions répétées de 8 heures. Leurs valeur et méthode de construction sont identiques, à savoir $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondant à un NOAEL affecté d'un facteur d'incertitudes cumulées de 10 (variabilité intra-espèce : 10). Ces VTR prennent en compte irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie) comme effets critiques, et ont été construites à partir d'une étude épidémiologique réalisée chez 66 travailleurs dans une industrie chimique produisant du formaldéhyde exposés durant 1 à 36 ans (moyenne 10 ans) (Wilhelmsson B. et Holmstrom M., 1992). La population d'étude était aussi composée d'un groupe témoin de 36 travailleurs de bureaux.

La précédente expertise (Afsset, 2007) avait retenu la précédente VTR de l'OEHHA de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition chronique continue sur la journée (OEHHA, 2000a). Sa méthode de construction est identique à la VTR OEHHA révisée (OEHHA, 2008a), à la différence qu'elle est affectée d'un facteur d'ajustement temporel ($*5/7*10/20$).

Par ailleurs, l'ATSDR propose une VTR de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 1999), construite à partir de l'exploitation antérieure des données épidémiologiques de Wilhelmsson et Holmstrom (1992). Holmstrom *et al.* (1989) ont mis en évidence des lésions histologiques au niveau nasal (destruction des cellules ciliées, prolifération de foyers de cellules hyperplasiques ou plus rarement dysplasiques) chez 70 travailleurs. La population d'étude était composée d'un groupe de 70 travailleurs dans une industrie chimique produisant du formaldéhyde, d'un groupe de 100 travailleurs dans une usine de fournitures, en contact avec les panneaux de particules et les

composants de colles, et d'un groupe témoin de 36 travailleurs de bureaux. Les durées d'exposition étaient en moyenne de 9 ans. L'ATSDR a utilisé comme LOAEL la valeur de $300 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, correspondant à la médiane des expositions estimées pour le groupe de travailleurs dans une industrie chimique produisant du formaldéhyde, sans facteur d'ajustement de la durée d'exposition, et a appliqué un facteur d'incertitudes cumulées de 30 (variabilité intra-espèce : 10 ; facteur pour passer d'un LOAEL à un NOAEL : 3).

Au final, la valeur de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OEHHA, 2008a) peut être choisie dans le cas spécifique des travailleurs. En effet, cette valeur présente l'avantage de correspondre par nature à des expositions répétées de 8 heures, ce qui se rapproche des scénarios d'exposition déterminés pour les travailleurs. On notera que cette valeur est très proche de celle proposée par l'ATSDR ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) qui s'appuie sur une étude source conduite par la même équipe et qui est également jugée de bonne qualité scientifique. Par ailleurs, elle a été établie plus récemment et par le même organisme que la VTR de l'OEHHA de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.2.2.5 Naphtalène

Exposition chronique

A seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu la VTR de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 2005), prenant en compte comme effets critiques des lésions non néoplasiques de l'épithélium olfactif (métaplasie chez la souris ; hyperplasie, atrophie et inflammation chronique chez le rat) et de l'épithélium nasal respiratoire (hyperplasie chez la souris ; hyperplasie, métaplasie, dégénérescence hyaline ou hyperplasie glandulaire chez le rat). Elle a été construite en 2005 à partir de deux études chroniques (cancérogénèses) par voie respiratoire chez la souris mâle et femelle B6C3F1 (NTP, 1992) et chez le rat mâle et femelle F344/N (Abdo et al., 2001 ; NTP, 2000). La VTR correspond à un $\text{LOAEL}_{\text{HEC}}^{39}$ affecté d'un facteur d'incertitudes cumulées de 300 (variabilité intra-espèce : 10, variabilité inter-espèces : 3, facteur d'incertitudes subchronique à chronique : 10, facteur pour passer d'un LOAEL à un NOAEL : 10). L'extrapolation dosimétrique inter-espèces s'est appuyée sur un RGDR rat de 0,132 affecté au $\text{LOAEL}_{\text{ADJ}}^{40}$.

Cette valeur peut être choisie ici.

Sans seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu un ERU de $3,4 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$, construit par l'OEHHA en appliquant un modèle LMS (OEHHA, 2008b). Cet ERU prend en compte les adénomes de l'épithélium respiratoire nasal et neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat mâle (plus sensible que le rat femelle) comme effet critique. Il a été construit en 2005 à partir d'une étude de cancérogénèse chez le rat F344/N mâle et femelle (NTP, 2000).

Cette valeur peut être choisie ici. On notera cependant que différents organismes internationaux ont rencontré des difficultés pour se positionner sur le mécanisme d'action à retenir pour les effets cancérogènes du naphtalène, à savoir s'il convient de retenir un mécanisme d'action génotoxique directe, ou des effets cancérogènes secondaires à un mécanisme d'inflammation chronique en lien avec un stress oxydatif (cytotoxicité). En l'absence de conclusion claire disponible à ce jour et compte tenu des études *in vivo* les plus récentes ayant identifié des effets génotoxiques et cancérogènes, il est proposé par précaution de retenir un mécanisme d'effet sans seuil.

39 Dose minimale avec effet nocif observé (Lowest Observed Adverse Effect Level) avec ajustement allométrique pour la voie respiratoire (Human Equivalent Concentration), permettant de convertir la concentration critique en « concentration équivalente humaine » afin de diminuer les incertitudes de transposition interespèces.

40 Dose minimale avec effet nocif observé (Lowest Observed Adverse Effect Level) avec ajustement à la durée d'exposition.

5.2.2.6 Xylènes (mélange)

Exposition chronique

A seuil d'effet

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu la VTR de **180 µg/m³ (Santé Canada, 1991b)**, prenant en compte comme effet critique une toxicité fœtale (retard squelettique) chez le rat. Cette TCA (Tolerable Concentration in Air) provisoire a été construite en 1991 à partir d'une étude sur le développement chez le rat où des rates étaient exposées en continu entre les 7^{ème} et 15^{ème} jours de gestation (Ungvary G., Tatrai E., 1985). Elle correspond à un LOAEL_{HEC} de 180 mg/m³ affecté d'un facteur d'incertitudes cumulées de 1000 (variabilité intra-espèce : 10, variabilité inter-espèces : 10, facteur pour passer d'un LOAEL à un NOAEL : 3, facteur d'incertitudes pour le manque de données : 3).

Depuis la sélection des VTR réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007), la VTR de 200 µg/m³ construite en 2005 par l'ATSDR, alors en consultation pour commentaires publics, a été confirmée au travers d'une publication finale (ATSDR, 2007b). Cette VTR prend en compte des effets subjectifs neurologiques et respiratoires comme effets critiques. Elle a été construite à partir d'une étude humaine chronique (moyenne de 7 ans) sur des travailleurs (Uchida Y. et al., 1993). Elle correspond à un LOAEL affecté d'un facteur d'incertitudes cumulées de 3 (variabilité intra-espèce : 10, facteur pour passer d'un LOAEL à un NOAEL : 10, incertitudes et manque de données concernant les preuves de la neurotoxicité des xylènes : 3). Le LOAEL n'a pas fait l'objet d'un ajustement temporel, l'ATSDR estimant que la clairance rapide des xylènes ne justifie pas une conversion pour passer d'expositions intermittentes (étude source) à une exposition continue.

Au final, la valeur de 200 µg/m³ proposée par l'ATSDR (ATSDR, 2007b) peut être choisie pour une large majorité des travailleurs exerçant dans les parkings. En effet, cette valeur est construite à partir d'une étude chez les travailleurs. De plus, l'effet critique considéré pour la VTR de Santé Canada (toxicité fœtale) n'apparaît pas en adéquation avec la population de travailleurs dans les parkings qui est considérée en large majorité masculine. Néanmoins, la présence de femmes enceintes ou en âge de procréer ne pouvant être exclue au sein de la population des travailleurs dans les parkings, **la VTR de 180 µg/m³ de Santé Canada peut être retenue spécifiquement pour cette sous-population** (valeur très proche de la VTR de l'ATSDR).

5.2.2.7 Dioxyde d'azote

Exposition aiguë

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu la valeur guide de qualité de l'air de **200 µg/m³ sur une heure d'exposition (OMS, 2006)**. Cette valeur a été construite en 2001 et actualisée en 2005. Elle s'appuie sur plusieurs études d'inhalation de 30 minutes chez le volontaire asthmatique (Roger L.J. et al., 1990 ; Bauer M.A. et al., 1986) et sur une méta-analyse avec étude de la réponse à un bronchoconstricteur (Folinsbee L.J., 1992).

Une altération de la fonction pulmonaire a été mise en évidence chez les asthmatiques faisant un exercice léger à modéré pour les premières études (avec un LOAEL à 560 µg/m³) et la méta-analyse montrait que sur 105 sujets exposés à < 376 µg/m³, 67 avaient une augmentation de réactivité bronchique et 38 avait une diminution de cette réactivité. L'OMS conclut sur un LOAEL de 380 à 560 µg/m³ (0,2 à 0,3 ppm), et sur le fait que les asthmatiques sont plus sensibles. Une marge de sécurité de 50% a été utilisée compte tenu du pourcentage d'individus présentant une augmentation significative de la réponse à un bronchoconstricteur (67/105) et qu'ils étaient exposés à < 376 µg/m³. Par ailleurs, une augmentation était apparemment visible dès 190 µg/m³ mais l'analyse statistique s'est révélée inappropriée.

Cette valeur peut être choisie ici.

5.2.2.8 Monoxyde de carbone

Exposition aiguë

Pas de nouvelles VTR depuis la sélection réalisée pour la précédente expertise (Afsset, 2007). Cette première expertise avait retenu les valeurs guides de qualité de l'air de **100 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 min), 60 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (30 min) et 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8h) (OMS, 2000), ainsi que la VTR de 23 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1h) (OEHHA, 1999).**

Les valeurs guides OMS (15min, 30 min, 1h, 8h) doivent protéger les non fumeurs d'âge moyen et âgés présentant une coronaropathie (documentée ou latente) du risque d'infarctus du myocarde, ainsi que les fœtus de femmes enceintes non fumeuses contre les effets hypoxiques. Ces valeurs se basent sur un taux de carboxyhémoglobine (HbCO) à ne pas dépasser de 2,5%, même en cas d'exercice physique léger ou modéré pour un sujet normal. Elles ont été construites à partir de l'équation de Cobern-Foster-Kane qui tient compte des variables physiologiques pour déterminer une concentration sanguine en HbCO.

Le taux de HbCO de 2,5% se base sur plusieurs études d'exposition humaine contrôlée impliquant des sujets présentant une pathologie coronariale (Anderson E.W. et al., 1973 ; Kleinman M.T. et al., 1989 ; Allred E.N. et al., 1989 ; Sheps D.S. et al., 1987 ; Adams K.F. et al., 1988) ainsi que sur une étude des effets biologiques du monoxyde de carbone sur la femme enceinte, le fœtus et le nouveau-né (Longo L.D., 1977).

La VTR de 23000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1h) proposée par l'OEHHA (OEHHA, 1999) est basée sur un NOAEL de 1,1-1,3% d'HbCO (valeur retrouvée chez les individus avant l'exposition au CO) et provenant d'une étude conduite chez l'homme (Aronow W.S., 1981). Cette étude indiquait des effets chez les individus exposés pour des concentrations d'HbCO de 2 %, mais elle est critiquable en raison de la mesure subjective des symptômes pris en compte. Les effets sanitaires considérés sont similaires à ceux retenus par l'OMS c'est à dire l'aggravation de crises d'angor chez des personnes sensibles. La concentration atmosphérique modélisée à partir de cette valeur de 1,1-1,3% d'HbCO conduit à la valeur de 23000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 heure. Par ailleurs, cette VTR semble plus fragile car fondée sur un taux d'HbCO retrouvé dans une seule étude beaucoup critiquée. **Aussi, le choix de la valeur guide OMS de 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est privilégié pour une exposition d'une heure.**

Au final, les valeurs de 100 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 min), 60 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (30 min), 30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1h) et 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8h) peuvent être choisies ici.

Le Tableau X suivant synthétise les différentes VTR retenues.

Tableau X : VTR retenues pour l'ERS

Substances	Exposition	Effet critique	Nature de l'effet	VTR (source)
CO	Aiguë	Les valeurs guides OMS doivent protéger les non fumeurs d'âge moyen et âgés présentant une coronaropathie (documentée ou latente) du risque d'infarctus du myocarde, ainsi que les fœtus de femmes enceintes non fumeuses contre les effets hypoxiques. (chez l'homme)	A seuil	100000 µg/m ³ (15 min) (OMS)
				60000 µg/m ³ (30 min) (OMS)
				30000 µg/m ³ (1h) (OMS)
				10000 µg/m ³ (8h) (OMS)
NO ₂	Aiguë	Augmentation de la réactivité bronchique chez des asthmatiques. (chez l'homme)	A seuil	200 µg/m ³ (1h) (OMS)
Benzène	Chronique	Diminution du nombre de lymphocytes B (chez l'homme)	A seuil	9,7 µg/m ³ (ATSDR)
	Chronique	Leucémie (chez l'homme)	Sans seuil	6.10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹ (OMS)
Formaldéhyde	Chronique	Irritations oculaires et nasales, lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie) (chez l'homme)	A seuil	9 µg/m ³ (OEHHA)
Benzo(a)pyrène	Chronique	Tumeurs des voies respiratoires (cavité nasale, larynx, trachée, absence de tumeurs pulmonaires) (chez le hamster doré syrien mâle)	Sans seuil	1,1.10 ⁻³ (µg/m ³) ⁻¹ (OEHHA)
Acétaldéhyde	Chronique	Dégénérescence de l'épithélium olfactif (chez le rat)	A seuil	300 µg/m ³ (OEHHA)
	Chronique	Tumeurs nasales (adénocarcinomes, carcinomes des cellules squameuses) (chez le rat et le hamster)	Sans seuil	2,7.10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹ (OEHHA)
Xylènes totaux	Chronique	Effets subjectifs neurologiques et respiratoires (chez l'homme)	A seuil	200 µg/m ³ (ATSDR)
Xylènes totaux (femme enceinte ou en âge de procréer)	Chronique	Toxicité fœtale (retard squelettique) chez le rat	A seuil	180 µg/m ³ (Santé Canada)
Naphtalène	Chronique	Lésions non néoplasiques de l'épithélium olfactif (métaplasie chez la souris ; hyperplasie, atrophie et inflammation chronique chez le rat) et de l'épithélium nasal respiratoire (hyperplasie chez la souris ; hyperplasie, métaplasie, dégénérescence hyaline ou hyperplasie glandulaire chez le rat)	A seuil	3,5 µg/m ³ (ATSDR)
	Chronique	Adénomes de l'épithélium respiratoire nasal et neuroblastomes de l'épithélium olfactif (chez le rat mâle)	Sans seuil	3,4.10 ⁻⁵ (µg/m ³) ⁻¹ (OEHHA)

5.3 Caractérisation des risques sanitaires

5.3.1 Méthode

5.3.1.1 Calcul pour les polluants à seuil d'effet

Ce type d'effets peut concerner les expositions aiguës et chroniques. En évaluation des risques sanitaires, on calcule un indicateur de risque, le QD ou Quotient de Danger qui exprime la possibilité d'un évènement sanitaire néfaste (si $QD > 1$).

$$QD = C_m / CAA$$

CAA : concentration atmosphérique admissible (VTR) sur la durée d'exposition

C_m : concentration d'exposition moyennée sur cette même durée

Soit, comme $C_m = F \cdot C_p$

C_p : Concentration dans le parc de stationnement couvert

F : fraction de temps d'exposition dans le parking, sur la durée pour laquelle est exprimée la valeur toxicologique de référence

$$QD = F \cdot C_p / CAA$$

5.3.1.2 Calcul pour les polluants sans seuil d'effet

Ce type d'effets concerne surtout les expositions chroniques et répétées, même si des études rapportent un risque accru, sans seuil apparent, pour des expositions aiguës aux particules et autres indicateurs de pollution atmosphérique (Peters A. et al., 2001, Peters A. et al., 2004).

Pour les effets sans seuil, on calcule classiquement un excès de risque pour un individu exposé (ERI = Excès de Risque Individuel).

$$ERI = C_p \times ERU \times F / T_p$$

C_p : Concentration (moyennée sur la durée d'exposition) dans le parc de stationnement couvert ;

F : fraction de temps d'exposition dans le parking, sur 70 ans ;

ERU = Excès de Risque Unitaire (valeur toxicologique de référence sans seuil) ;

T_p = temps de pondération (conventionnellement 70 ans pour les ERU, qui sont exprimés pour cette durée d'exposition).

En pratique l'ERI calculé correspond à un excès de risque attribuable à la fréquentation du parc de stationnement couvert. Pour les effets sans seuil, en l'absence de risque acceptable issu d'un débat social ou politique, nous proposons de considérer les ERI calculés en fonction de niveaux de risque (ERI) acceptables de 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , par analogie avec certains processus de fixation de concentrations maximales admissibles dans les milieux (OMS, 2004).

Cette approche n'est réalisable que lorsque des excès de risque "acceptables" sont atteignables et lorsqu'un ERU sans seuil existe. Ce n'est pas le cas pour les indicateurs de qualité d'air classiques (NO_2 , PM) puisque les niveaux de pollution atmosphérique urbaine sont déjà à l'origine de risques dépassant les repères classiques d'acceptabilité. Ainsi, une étude a montré aux Etats-Unis que les zones ayant des niveaux ambiants de $35 \mu g/m^3$ de $PM_{2,5}$ présentaient une mortalité associée supérieure de 15% comparativement à des zones présentant une concentration ambiante de $10 \mu g/m^3$ (Pope C.A. et al., 2002).

La situation est différente (il s'agit d'un effet considéré à seuil) mais comparable pour le formaldéhyde, dont la concentration moyenne dans les logements est supérieure à la valeur toxicologique de référence.

Aussi, pour le cas des PM_{10} , NO_2 et formaldéhyde, un excès d'exposition journalière moyenne (donc de risques journalier) a été calculé. Pour simplifier, il a été considéré qu'à l'extérieur des parcs de stationnement couverts, les individus sont exposés aux niveaux observés à l'intérieur des logements, négligeant ainsi le temps passé à l'extérieur ou dans les transports. L'excès d'exposition journalière moyenne a été calculé suivant la formule suivante :

$$p = ((C_{\text{ambient}} * (1-F) + C_{\text{parking}} * F) / C_{\text{ambient}}) - 1$$

p : augmentation relative d'exposition liée à la fréquentation du parc de stationnement couvert

C_{ambient} : concentration ambiante moyenne dans les logements, choisie pour représenter l'exposition liée au temps passé en dehors des parcs de stationnement couverts (PM10 : 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ : 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Formaldéhyde : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cf Afsset, 2007)

C_{parking} : concentration dans le parc de stationnement couvert

F : fraction de temps d'exposition dans le parc de stationnement couvert

5.3.2 Résultats

Sont présentés ci-après les résultats de la caractérisation des risques sanitaires liés aux expositions à la pollution atmosphérique des parcs de stationnement couverts survenant chez les travailleurs.

Afin de faciliter la lecture des résultats :

- sont colorés en orange les résultats de risques à seuil supérieurs à 1 (QD >1) indiquant la possibilité d'apparition d'un évènement sanitaire néfaste ;
- sont colorés en jaune les résultats de risques sans seuil supérieurs à 10⁻⁶, et en orange ceux supérieurs à 10⁻⁵, indiquant des risques supérieurs aux niveaux d'acceptabilité proposés ;
- sont colorés en jaune, les excès d'exposition journalière compris entre + 50 et + 100 %, et en orange ceux supérieurs à + 100% (choix arbitraires).

5.3.2.1 Risques sanitaires liés à une exposition chronique

Concernant les risques à seuil d'effet, les résultats (Tableau XI) montrent que les différentes activités professionnelles étudiées peuvent toutes induire des risques sanitaires selon le scénario d'exposition forte (durée et niveaux d'exposition importants). Ces risques sont en particulier liés aux expositions au benzène dont l'effet critique considéré est une diminution du nombre de lymphocytes B.

Selon le scénario d'exposition modérée (durée et niveaux d'exposition médians), aucune des activités étudiées n'expose à des concentrations supérieures à la concentration pouvant induire l'apparition d'effets sanitaires néfastes, concernant les polluants à seuil d'effet.

Les risques apparents liés au formaldéhyde sont en effet à nuancer. Concernant ce polluant ubiquitaire et dont les concentrations atmosphériques dans le logement dépassent à elles seules la VTR, des excès d'exposition journalière apparaissent notables uniquement avec le scénario d'exposition forte (entre +65 % et +80 %), pour les différentes activités en dehors de l'activité d'exploitation du parc (se limite à +14 %). L'effet critique considéré pour le formaldéhyde sont les irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie). Un récent rapport de l'Afsset (Afsset, 2008b) conclut par ailleurs pour ce polluant que les effets irritants locaux (oculaire, nasal), qui apparaissent à des doses plus faibles que celles susceptibles d'induire de tumeurs, sont considérés comme des effets précurseurs de l'induction des tumeurs observées à de plus fortes concentrations. Ce constat soutient l'hypothèse d'un mécanisme cancérogène à seuil d'action et le choix des effets irritants comme effets critiques.

Tableau XI : Exposition chronique – Effets à seuil - Quotients de danger (QD)

	Nettoyage de véhicules		Barrières et équipements de péage		Ventilation désenfumage		Nettoyage du parc		Exploitation	
	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}
Acétaldéhyde	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Benzène	0,8	2,8	≤0,1	2,2	0,7	2,3	0,8	2,5	0,5	1,9
Naphtalène	0,1	0,2	≤0,1	0,2	≤0,1	0,2	≤0,1	0,2	0,2	0,3
Xylènes (200)	0,2	0,5	≤0,1	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	≤0,1	0,3
Xylènes (180)	0,2	0,6	≤0,1	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	≤0,1	0,3
Formaldéhyde	2,0	4,1	0,2	3,3	1,7	3,4	1,9	3,7	0,8	2,2
Formaldéhyde Excès d'exposition journalière	6%	82%	1%	65%	5%	69%	6%	73%	-48%	14%

EM : scénario d'exposition modérée

EF : scénario d'exposition forte

Concernant les risques sans seuil d'effet (notamment effets cancérigènes génotoxiques), les résultats (Tableau XII) montrent que les différentes activités professionnelles étudiées peuvent toutes induire des excès de risque individuel supérieurs au niveau d'acceptabilité du risque de 10^{-5} (soit une augmentation de la probabilité de développer un effet néfaste de 1 sur 100000 au sein de la population exposée) selon le scénario d'exposition forte (durée et niveaux d'exposition importants). Ces excès de risque individuel supérieurs à 10^{-5} sont en particulier liés aux expositions au benzène dont l'effet critique considéré est la leucémie ; voire également aux expositions au naphtalène pour les activités d'exploitation et de maintenance de la ventilation, l'effet critique considéré du naphtalène étant les adénomes de l'épithélium respiratoire nasal et neuroblastomes de l'épithélium olfactif.

Selon le scénario d'exposition forte, l'ensemble des polluants sans seuil d'effet étudiés présentent des excès de risque individuel supérieurs à 10^{-6} , à l'exception du benzo(a)pyrène, quelque soit l'activité professionnelle considérée.

Selon le scénario d'exposition modérée (durée et niveaux d'exposition médians), seules les activités de maintenance des barrières et équipements de péage, et de nettoyage du parc ne présentent pas d'excès de risque individuel supérieurs au niveau d'acceptabilité de 10^{-6} . Pour les trois autres activités (nettoyage de véhicules, maintenance de la ventilation, exploitation du parc), les excès de risque individuel se situent entre 10^{-6} et 10^{-5} pour le benzène et le naphtalène (sauf nettoyage de véhicules).

Par ailleurs, l'ensemble des activités professionnelles étudiées présentent des excès d'exposition journalière au dioxyde d'azote notables quel que soit le scénario d'exposition considéré (entre +60 % et +440 %), à l'exception du scénario d'exposition modérée pour l'activité de maintenance des barrières et équipements de péage (+30 %). Les données issues des études toxicologiques et épidémiologiques montrent que le dioxyde d'azote induit des effets toxiques sur le système respiratoire, incluant l'immunodéficience envers les microorganismes pathogènes, l'augmentation de l'hypersensibilité bronchique aux allergènes et autres stimuli irritants chez les astmatiques (OMS, 2006).

Concernant les particules (PM10), l'ensemble des activités professionnelles étudiées présentent des excès d'exposition journalière notables selon le scénario d'exposition forte (entre +80 % et +130 %), et négligeables selon le scénario d'exposition modérée (entre -1 % et +12 %). D'après une littérature abondante (études toxicologiques et épidémiologiques) sur les particules, plusieurs effets sanitaires affectant les systèmes respiratoires et cardiovasculaires leur sont imputables à long terme, avec une sensibilité accrue pour certaines populations (enfants, asthmatiques, personnes âgées...) (OMS, 2006).

Tableau XII: Exposition chronique – Effets sans seuil - Excès de risque individuel (ERI)

	Nettoyage de véhicules		Barrières et équipements de péage		Ventilation désenfumage		Nettoyage du parc		Exploitation	
	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}
Acétaldéhyde	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
Benzène	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-7}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$
Naphtalène	$5,5 \cdot 10^{-7}$	$3,9 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Benzo(a)pyrène	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$9,7 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
PM10 Excès d'exposition journalière	12%	126%	4%	111%	11%	111%	12%	126%	-1%	76%
NO ₂ Excès d'exposition journalière	100%	437%	29%	382%	86%	382%	100%	437%	62%	359%

EM : scénario d'exposition modérée

EF : scénario d'exposition forte

5.3.2.2 Risques sanitaires liés à une exposition aiguë

L'enquête a montré que l'ensemble des activités étudiées sont susceptibles d'entraîner des durées de travail allant jusqu'à 7 voire 8 heures par jour. Aussi, les niveaux d'exposition aiguë relevés dans le parc peuvent concerner l'ensemble de ces activités. Au final, les deux polluants étudiés, dioxyde d'azote et monoxyde de carbone, présentent un risque (Tableau XIII). L'effet critique considéré pour le dioxyde d'azote est une augmentation de la réactivité bronchique chez les asthmatiques. Pour le monoxyde de carbone, les valeurs guides OMS dépassées ici (1h, 8h), doivent protéger les non fumeurs d'âge moyen et âgés présentant une coronaropathie (documentée ou latente) du risque d'infarctus du myocarde, ainsi que les foetus de femmes enceintes non fumeuses contre les effets hypoxiques.

Tableau XIII: Exposition aiguë – Effets à seuil - Quotients de danger (QD)

		QD pour toutes les activités
NO ₂	1h	2,5
	15min	0,4
CO	1h	1,1
	8h	2,5

5.3.2.3 Récapitulatif des résultats de l'ERS

L'ensemble des résultats quantitatifs sont présentés dans le Tableau XIV.

Tableau XIV : Récapitulatif des résultats quantitatifs de l'ERS

		Nettoyage de véhicules		Barrières et équipements de péage		Ventilation désenfumage		Nettoyage du parc		Exploitation	
Excès de risque individuel (ERI) liés à une exposition chronique (effets sans seuil)											
		ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}	ERI _{EM}	ERI _{EF}
Acétaldéhyde		3,6.10 ⁻⁷	1,7.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁷	2,9.10 ⁻⁶	7,3.10 ⁻⁷	4,7.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁷	3,3.10 ⁻⁶	3,1.10 ⁻⁷	2,6.10 ⁻⁶
Benzène		2,2.10 ⁻⁶	2,1.10 ⁻⁵	7,3.10 ⁻⁷	3,7.10 ⁻⁵	4,5.10 ⁻⁶	6,0.10 ⁻⁵	7,0.10 ⁻⁷	4,1.10 ⁻⁵	3,3.10 ⁻⁶	4,2.10 ⁻⁵
Naphtalène		5,5.10 ⁻⁷	3,9.10 ⁻⁶	1,9.10 ⁻⁷	6,8.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁷	7,6.10 ⁻⁶	3,0.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁵
Benzo(a)pyrène		1,0.10 ⁻⁸	9,7.10 ⁻⁸	3,5.10 ⁻⁹	1,7.10 ⁻⁷	2,1.10 ⁻⁸	2,7.10 ⁻⁷	3,3.10 ⁻⁹	1,9.10 ⁻⁷	1,0.10 ⁻⁸	1,5.10 ⁻⁷
PM10 Excès d'exposition journalière		12%	126%	4%	111%	11%	111%	12%	126%	-1%	76%
NO ₂ Excès d'exposition journalière		100%	437%	29%	382%	86%	382%	100%	437%	62%	359%
Quotients de danger (QD) liés à une exposition chronique (effets à seuil)											
		QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}	QD _{EM}	QD _{EF}
Acétaldéhyde		≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Benzène		0,8	2,8	≤0,1	2,2	0,7	2,3	0,8	2,5	0,5	1,9
Naphtalène		0,1	0,2	≤0,1	0,2	≤0,1	0,2	≤0,1	0,2	0,2	0,3
Xylènes (200)		0,2	0,5	≤0,1	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	≤0,1	0,3
Xylènes (180)		0,2	0,6	≤0,1	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	≤0,1	0,3
Formaldéhyde		2,0	4,1	0,2	3,3	1,7	3,4	1,9	3,7	0,8	2,2
Formaldéhyde Excès d'exposition journalière		6%	82%	1%	65%	5%	69%	6%	73%	-48%	14%
Quotients de danger (QD) liés à une exposition aiguë (effets à seuil)											
NO ₂	1h	2,5									
CO	15min	0,4									
	1h	1,1									
	8h	2,5									

EM : scénario d'exposition modérée

EF : scénario d'exposition forte

ERI : probabilité supplémentaire d'observer l'effet néfaste lié à l'agent étudié chez un individu. Celle-ci ne prend pas en compte la probabilité qu'a l'individu d'être affecté par l'effet néfaste considéré indépendamment de la présence de l'agent étudié. En pratique, l'ERI correspond ici à un excès de risque attribuable à la fréquentation du parc de stationnement couvert (en (µg/m³)⁻¹).

QD : rapport entre la concentration d'exposition sur une période de temps spécifiée (exprimée par une concentration dans l'air) et la VTR de l'agent dangereux pour la durée d'exposition correspondante. Le QD (sans unité) n'est pas une probabilité et concerne uniquement les effets à seuil de dose.

Excès d'exposition journalière : augmentation relative d'exposition liée à la fréquentation du parc de stationnement couvert sur une journée, calculée pour le cas des PM₁₀, NO₂ et formaldéhyde.

5.4 Discussion

5.4.1 Sensibilité des résultats, limites et incertitudes

Afin de disposer de données de concentrations sur les polluants atmosphériques dans des parcs de stationnement en France, la campagne de mesures du LCPP réalisée en 2006 a été retenue car elle est la seule identifiée à avoir fait l'objet de mesures sur des pas de temps et une batterie de polluants appropriés à une évaluation des risques sanitaires. Néanmoins, les mesures portent sur un nombre restreint de quatre parcs, ce qui limite la représentativité des données de concentrations utilisées dans le cadre d'une évaluation des risques de portée nationale. Pour tenter de situer le niveau de pollution des trois parcs utilisés pour l'évaluation des risques liés à une exposition modérée, les concentrations moyennes mesurées par le LCPP sur ces parcs (tubes passifs) ont été confrontées aux concentrations moyennes relevées par Coparly sur 16 parcs (tubes passifs) (Tableau XV). Pour le NO₂, les niveaux moyens relevés sur les parcs 2 et 3 sont similaires à la médiane des niveaux moyens relevés sur les 16 parcs, alors que le parc 3 se situe proche de la valeur minimale des niveaux moyens relevés sur les 16 parcs. Pour le benzène, le niveau moyen sur le parc 2 est similaire au 3^{ème} quartile (75^{ème} percentile) des niveaux sur les 16 parcs et proche de la médiane. Le niveau moyen sur le parc 3 est supérieur à la valeur maximale des niveaux moyens relevés sur les 16 parcs, et le niveau moyen sur le parc 4 se situe entre le 1^{er} quartile (25^{ème} percentile) et la médiane. Au final, pour le NO₂, l'utilisation de la médiane des concentrations sur les parcs 2, 3 et 4 comme cela a été fait dans le cadre du scénario d'exposition modérée semble valable pour une estimation centrale des niveaux de concentration. Cependant, les niveaux d'exposition obtenus pourraient être sous-estimés pour le scénario d'exposition forte au NO₂ (concentration maximale mesurée sur les 4 parcs), alors que ce scénario présente déjà des risques importants liés à ce polluant (cf 5.3.2.1). Pour le benzène, l'utilisation de la médiane des concentrations sur les parcs 2, 3 et 4 pour le scénario d'exposition modérée semble là aussi valable pour une estimation centrale des niveaux de concentration. Cependant, à l'inverse du NO₂, les niveaux d'exposition obtenus pourraient être surestimés pour le scénario d'exposition forte au benzène (concentration maximale mesurée sur les 4 parcs), sans que cela remette en cause les conclusions générales sur les niveaux de risques importants liés à ce polluant (cf 5.3.2.1).

Tableau XV : Comparaison des niveaux de pollution (µg/m³) entre les campagnes LCPP et Coparly

	Moyennes des mesures dans le niveau du parc jugé le plus représentatif du trafic (LCCP, 2006)			Moyennes des mesures dans le niveau le plus circulant de 16 parcs (Coparly, 2009)				
	Parc 2 (niveau -3)	Parc 3 (niveau -2)	Parc 4 (niveau -1)	Médiane	Min	Q1	Q3	Max
Benzène	26	53	19	22	4	16	26	45
NO₂	157	145	71	151	64	125	218	325

Pour l'acétaldéhyde, benzène, formaldéhyde, naphtalène et xylènes, les concentrations mesurées en journée (concentrations mesurées de nuit exclues) sur 12h et 15h, sur l'ensemble des 4 parcs, ont été retenues pour les scénarios d'exposition, en complément des concentrations mesurées sur 8h, et ce afin de disposer d'un nombre de données de mesure plus conséquent. D'après les scénarios d'exposition issus de l'analyse descriptive des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts, la majorité des travailleurs effectue une journée de travail de sept à huit heures. Par ailleurs, pour le benzo(a)pyrène, seules des données de mesure sur 24h étaient disponibles et leur utilisation pourrait conduire à une sous-estimation des risques car le niveau de concentration est lissé sur 24h, alors que les concentrations sont *a priori* plus élevées pendant la journée. Afin d'étudier la sensibilité des résultats de l'évaluation des risques :

- pour l'acétaldéhyde, benzène, formaldéhyde, naphtalène et xylènes, les données de mesures sur des durées de 12 et 15 heures ont été exclues afin de ne conserver que les mesures effectuées pendant huit heures dans la journée ;

- pour le benzo(a)pyrène, les concentrations sur 8h ont été extrapolées à partir des concentrations mesurées sur 24h affectées du ratio « concentration PM10_{8h} / concentration PM10_{24h} », les concentrations en PM10_{24h} et B(a)P_{24h} étant bien corrélées d'après les résultats de la campagne LCPP (Afsset, 2007) ($R^2 = 0,9$, $p = 0,00$).

Les résultats présentés dans le Tableau XVI montrent que les résultats quantitatifs de risque sont peu voire non sensibles à la prise en compte exclusive de données mesurées (ou extrapolées) sur 8 h. A noter uniquement que les excès d'exposition journalière au formaldéhyde sont sensiblement réduits dans le scénario d'exposition forte pour les différentes activités en dehors de l'activité d'exploitation du parc. Compris entre +65% et +80% dans les résultats, ils sont compris entre +16% et +20% en tenant compte uniquement des données 8h. Au final, la prise en compte exclusive de données mesurées (ou extrapolées) sur 8 h ne modifie en rien les conclusions qui ont été tirées de la caractérisation des risques sanitaires (cf 5.3.2).

Tableau XVI : Etude de sensibilité - Comparaison des niveaux de risque à partir uniquement des donnée de mesure sur 8h

		Nettoyage de véhicules	Barrières et équipements de péage	Ventilation désenfumage	Nettoyage du parc	Exploitation
Exposition forte						
Acétaldéhyde	A seuil	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
	Sans seuil	1,7.10 ⁻⁶	2,9.10 ⁻⁶	4,7.10 ⁻⁶	3,3.10 ⁻⁶	2,6.10 ⁻⁶
Benzène	A seuil	1,3	1,1	1,1	1,2	1,2
	Sans seuil	1,0.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁵	2,9.10 ⁻⁵	2,0.10 ⁻⁵	2,6.10 ⁻⁵
Naphtalène	A seuil	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Sans seuil	3,5.10 ⁻⁶	6,1.10 ⁻⁶	9,9.10 ⁻⁶	6,8.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁵
Xylènes (200)	A seuil	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3
Xylènes (180)	A seuil	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
Formaldéhyde	A seuil	2,7	2,2	2,3	2,4	1,5
Benzo(a)pyrène	Sans seuil	1,4.10 ⁻⁷	2,5.10 ⁻⁷	4,1.10 ⁻⁷	2,8.10 ⁻⁷	2,2.10 ⁻⁷
Formaldéhyde	Excès d'exposition journalière	20%	16%	17%	18%	-18%
Exposition modérée						
Acétaldéhyde	A seuil	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
	Sans seuil	3,5.10 ⁻⁷	1,1.10 ⁻⁷	7,0.10 ⁻⁷	1,1.10 ⁻⁷	2,9.10 ⁻⁷
Benzène	A seuil	0,8	≤0,1	0,7	0,8	1,1
	Sans seuil	2,2.10 ⁻⁶	7,5.10 ⁻⁷	4,6.10 ⁻⁶	7,1.10 ⁻⁷	6,3.10 ⁻⁶
Naphtalène	A seuil	0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	0,2
	Sans seuil	5,8.10 ⁻⁷	1,9.10 ⁻⁷	1,2.10 ⁻⁶	1,9.10 ⁻⁷	3,0.10 ⁻⁶
Xylènes (200)	A seuil	0,2	≤0,1	0,2	0,2	≤0,1
Xylènes (180)	A seuil	0,2	≤0,1	0,2	0,2	≤0,1
Formaldéhyde	A seuil	1,7	0,2	1,4	1,6	0,7
Benzo(a)pyrène	Sans seuil	1,5.10 ⁻⁸	5,2.10 ⁻⁹	3,2.10 ⁻⁸	5,0.10 ⁻⁹	1,4.10 ⁻⁸
Formaldéhyde	Excès d'exposition journalière	-10%	-1%	-7%	-8%	-53%

L'isolement du local d'exploitation par rapport aux polluants atmosphériques d'origine automobile est tributaire de plusieurs facteurs dont la part attribuable n'a pu être étudiée dans le cadre de la présente expertise, notamment : niveau de pollution dans la zone de circulation automobile, localisation, ventilation et configuration du local, niveau de pollution de l'air « frais » introduit par la ventilation du local.

Dans le cadre d'une campagne de mesures récemment finalisée par Coparly, des mesures passives des concentrations de dioxyde d'azote et de benzène ont été réalisées dans les locaux d'exploitation et dans deux niveaux de circulation automobile de 13 parcs de stationnement. Les concentrations moyennes mesurées dans le local et dans le niveau le plus circulant, ont permis de calculer des facteurs d'abattement des concentrations de dioxyde d'azote et de benzène entre le local et le niveau le plus circulant pour chacun des 13 parcs (cf Annexe 14).

Afin d'évaluer l'influence de l'isolement du local d'exploitation sur l'exposition (et donc sur les risques sanitaires) des exploitants, différents niveaux d'exposition au dioxyde d'azote et benzène dans ces locaux ont été estimés (cf Tableau IX) en affectant aux niveaux d'exposition retenus dans le parc :

- la médiane des facteurs d'abattement calculés sur les 13 parcs, synonyme d'un « isolement moyen » du local ;
- la valeur minimale des facteurs d'abattement calculés sur les 13 parcs, synonyme d'un « mauvais isolement » du local ;
- la valeur maximale des facteurs d'abattement calculés sur les 13 parcs, synonyme d'un « bon isolement » du local.

Les facteurs d'abattement retenus sont présentés dans le Tableau XVII.

Tableau XVII : Isolement du local d'exploitation - Facteurs d'abattement retenus

	« Isolement moyen »	« Mauvais isolement »	« Bon isolement »
	Médiane	Min	Max
NO ₂	44%	28%	62%
Benzène	48%	-17%	74%

Le benzène et le dioxyde d'azote apparaissent comme deux polluants majeurs en termes de risques sanitaires liés aux expositions à la pollution atmosphérique des parcs de stationnement couverts survenant chez les travailleurs (cf Tableau XII). La qualité de l'isolement du local d'exploitation présente une influence marquée sur le niveau d'exposition chronique des exploitants dans le local (Tableau XVIII). Entre un « bon » et un « mauvais » isolement du local par rapport à l'air de la zone de circulation automobile, les niveaux d'exposition chronique des exploitants dans le local peuvent en effet être doublés pour le NO₂ et quintuplés pour le benzène (Tableau XVIII).

Tableau XVIII : Exploitation du parc - Influence de l'isolement du local sur l'exposition chronique

	EF (en µg/m ³)			EM (en µg/m ³)			Evolution de l'exposition par rapport à un « isolement moyen »	
	« Isolement moyen »	« Mauvais isolement »	« Bon isolement »	« Isolement moyen »	« Mauvais isolement »	« Bon isolement »	« Mauvais isolement »	« Bon isolement »
NO ₂	212	276	143	67	86	45	+30%	-33%
Benzène	63	140	31	22	50	11	+123%	-50%

EM : scénario d'exposition modérée

EF : scénario d'exposition forte

Néanmoins, la qualité de l'isolement du local apparaît globalement bien moins influente sur l'exposition totale (dans le local et dans la zone de circulation automobile) et les niveaux de risque correspondants, que le niveau d'exposition dans la zone de circulation automobile associé à la durée d'exposition dans le parc (traduits par les scénarios d'exposition retenus) (Tableau XIX).

Tableau XIX : Exploitation du parc - Influence de l'isolement du local sur le risque chronique

		EF			EM		
		« Isolement moyen »	« Mauvais isolement »	« Bon isolement »	« Isolement moyen »	« Mauvais isolement »	« Bon isolement »
Benzène	A seuil	1,9	2,5	1,7	0,6	0,9	0,4
	Sans seuil	$5,5 \cdot 10^{-5}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$
NO ₂	Excès d'exposition journalière	359%	388%	327%	62%	76%	46%

EM : scénario d'exposition modérée

EF : scénario d'exposition forte

Concernant le périmètre de l'EQRS, celle-ci tient compte des polluants et concentrations de polluants mesurés par le LCPP dans l'air de parcs de stationnement, et ne tient pas compte de sources de pollution spécifiques à certaines activités professionnelles telles que la remise en suspension de poussières notamment pour les activités d'entretien et maintenance du parc, l'émission de formaldéhyde par les matériaux d'ameublement et de construction du local d'exploitation, l'utilisation de préparations et produits chimiques notamment dans le cadre des activités de nettoyage de véhicules et de nettoyage du parc.

Concernant les polluants retenus pour l'EQRS, ceux-ci sont issus d'une sélection fondée sur la toxicité et les niveaux de concentrations atmosphériques des différentes substances présentant un potentiel intérêt sanitaire. Or, comme dans la plupart des ERS, tous les polluants n'ont pu être considérés du fait notamment de l'absence ou du manque de données sur les concentrations dans l'air et/ou les VTR, ce qui constitue un facteur de sous-estimation des risques sanitaires. On rappellera que des substances comme l'acroéline, le 1,3-butadiène et le manganèse, sont apparus comme des polluants potentiellement problématiques dans le cadre d'une exposition à l'air d'un parc de stationnement couvert (Afsset, 2007), mais n'ont pas encore fait l'objet en France de mesures de concentration dans ces milieux.

Concernant l'incertitude sur la mesure des concentrations utilisées pour estimer les niveaux d'exposition, le LCPP rapporte une incertitude de l'ordre de :

- 15% pour la mesure automatique en continu de CO, NO₂ et PM₁₀ (enregistrement avec un pas de temps de 5min) ;
- 20% pour le prélèvement actif sur des périodes courtes (30 min, 1h) à moyennes (8h à 24h) de PM₁₀, HAP, COV et aldéhydes.

Les données relatives aux durées d'exposition sont par ailleurs entâchées d'incertitudes liées aux biais de l'étude par enquête utilisée (cf 3.3.5). En effet, le biais de sélection des parcs à enquêter ne peut être exclu compte tenu du mode de sélection des parcs qui n'est pas strictement aléatoire, bien que la multiplicité des sources d'information utilisées pour l'échantillonnage (cf 3.3.2.2) permette de contrôler ce biais dans une certaine mesure. Des biais d'information ne peuvent être exclus. En effet, l'enquête étant basée sur un système déclaratif, les informations renseignées par l'exploitant du parc ne peuvent donc être vérifiées par l'enquêteur. Néanmoins, aucune raison ne permet *a priori* de douter de la bonne foi de l'enquêté. De plus, ce type de biais est contrôlé en partie par le mode d'enquête retenu. En effet, l'entretien téléphonique permet à l'enquêteur de limiter les lacunes, incohérences et aberrations sur les données recueillies. Enfin, certaines données quantitatives en réponse au questionnaire peuvent être imprécises et donc ne représenter que des premières estimations.

Par ailleurs, pour les résultats de l'enquête utilisés dans le cadre des scénarios d'exposition (cf Tableau VIII) :

- les résultats sur les durées de travail en nombre d'h/j, j/an et % de la durée de travail par an (P50, P90, ...) correspondent à une distribution « théorique » afin de tenir compte du nombre de travailleurs. En effet, l'enquête renseigne, pour une activité donnée, une moyenne de durées par parc ainsi que le nombre de travailleurs sur laquelle est estimée ou calculée cette moyenne. La distribution est dite théorique car elle s'appuie sur l'hypothèse que les différents travailleurs, pour un même parc et une même activité professionnelle, ont une durée de travail similaire en h/j et j/an. Cette hypothèse apparaît néanmoins plausible, l'emploi du temps des travailleurs étant généralement assez homogène au sein d'un même parc et pour une même activité professionnelle.
- Les résultats sur le % de la durée de travail par vie (P50) est plus approximatif. En effet, ces résultats sont calculés à partir d'une distribution théorique de $[h/j * j/an]_{\text{moyenne}} * [\text{nombre d'années travaillées}]_{\text{moyenne}} / 70$ et tenant compte du nombre de travailleurs. Ces données sont obtenues pour chaque parc et pour une activité donnée. Aussi, ajouté à l'approximation même plausible liée aux paramètres h/j et j/an (cf point ci-dessus), cette distribution s'appuie sur l'hypothèse moins probable que différents travailleurs, pour un même parc et une même activité professionnelle, ont la même ancienneté (*nombre d'années travaillées moyen*). Cette hypothèse est retenue par défaut pour l'élaboration d'un scénario d'exposition modérée aux substances sans seuil d'effet.
- Les résultats sur le % de la durée de travail par vie (P90) sont eux aussi approximatifs dans la mesure où ils sont calculés à partir du couplage $[h/j * j/an]_{P90} * [\text{nombre d'années travaillées}]_{P90 \text{ des maximales}} / 70$ tenant compte du nombre de travailleurs. En effet, on retrouve l'approximation même plausible liée aux paramètres h/j et j/an (cf point ci-dessus), qui s'ajoute à l'approximation due au couplage avec le *nombre d'années travaillées]*_{P90 des maximales} qui est un paramètre indépendant de $[h/j * j/an]_{P90}$. Cette hypothèse est retenue par défaut pour l'élaboration d'un scénario d'exposition forte aux substances sans seuil d'effet.

Au-delà de leur construction, les estimations sur les durées de travail peuvent être entâchées d'une incertitude liée au manque de recul concernant des activités professionnelles récentes. Parmi les activités étudiées, cette incertitude peut s'appliquer au nettoyage de véhicules dans les parcs, activité pour laquelle le nombre d'années travaillées obtenu est sensiblement plus faible que les autres activités. Bien que ce résultat puisse être argumenté par le caractère peu qualifiant et précaire de cette activité et par un turn-over très élevé selon les observations de l'Anact (Anact, 2009), les durées de travail retenues pourraient entraîner une sous-estimation des risques liés à une exposition sur le long terme.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) comporte également des limites inhérentes à la construction des VTR. Ces limites que l'on retrouve dans toutes les EQRS sont détaillées en Annexe 15.

Par ailleurs, il n'existe à ce jour aucune méthodologie validée permettant de tenir compte des interactions entre différents polluants (effets synergiques, de potentialisation, antagonistes) dans l'EQRS, bien que de nombreux travaux soient en cours sur le sujet.

5.4.2 Mise en perspective des niveaux d'exposition avec des VLEP

A titre indicatif, les niveaux d'exposition dans le parc (zone de circulation automobile) (cf Tableau IX) ont été mis en perspective avec des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) recommandées par le SCOEL, l'ACGIH ou l'Afsset. Les résultats (Tableau XX) montrent qu'aucun polluant ne dépasse la VLEP, et que le niveau d'exposition aiguë au CO sur 8h, et le niveau d'exposition chronique au NO₂ (scénario d'exposition forte) en sont proches, bien que des risques sanitaires aient été mis en évidence par l'EQRS.

Les VLEP sont des niveaux de concentration d'un polluant dans l'atmosphère de travail à ne pas dépasser, et sont avant tout des valeurs construites dans un objectif de gestion des risques sanitaires, qu'elles soient réglementairement contraignantes ou indicatives (la grande majorité). Contrairement aux VTR construites dans un objectif d'évaluation des risques sanitaires (EQRS), les VLEP intègrent pour la plupart d'autres critères que la protection de la santé, en particulier des critères techniques, sociaux, économiques, voire psychologiques (INRS, 2005). Par ailleurs, les effets considérés peuvent être différents entre VLEP et VTR. En effet, les VTR peuvent être construites à partir d'effets réversibles ou de marqueurs précoces non néfastes, alors que pour les VLEP, les modifications biologiques ou physiologiques réversibles sont plus rarement prises en compte. Pour les raisons évoquées ci-dessus, VTR et VLEP sont difficilement comparables. Les VLEP sont généralement plus élevées que les VTR (exemple : pour le benzène, la VLEP sur 8 heures est de 3250 µg/m³ alors que la VTR chronique à seuil est de 9,7 µg/m³).

Tableau XX : Comparaison des niveaux d'exposition avec les VLEP

Substance	VLEP aiguë (µg/m ³)	NEA / VLEP aiguë	VLEP chronique (µg/m ³)	NEM / VLEP chronique	NEF / VLEP chronique
Monoxyde de carbone	inexistante				
	inexistante				
	28500 (ACGIH, 1989)	0,88			
Dioxyde d'azote	inexistante		400 (SCOEL, 1997)	0,30	0,95
Benzène			3250 (SCOEL, 1991)	0,01	0,04
Formaldéhyde			250 (Afsset, 2008)	0,09	0,14
Benzo(a)pyrène			inexistante		
Acétaldéhyde			inexistante		
Xylènes (mélange m, p, o)			221000 (SCOEL, 1992)	9.10⁻⁴	2.10⁻³
Naphtalène			53300 (ACGIH, 1992)	4.10⁻⁵	7.10⁻⁵
PM10			inexistante		

NEA : niveau d'exposition aigu (scénario exposition aiguë)

NEM : niveau d'exposition modérée (scénario d'exposition chronique modérée)

NEF : niveau d'exposition forte (scénario d'exposition chronique forte)

5.5 Conclusion

Les risques sanitaires liés à une exposition chronique ont été évalués pour des niveaux et durées d'exposition modérés (médiants) et élevés pour les travailleurs exerçant régulièrement les activités suivantes dans les parcs de stationnement couverts en France métropolitaine : exploitation du parc (accueil, surveillance générale, petit entretien courant du parc, nettoyage du parc, surveillance incendie), entretien et maintenance des barrières et équipements de péage, entretien et maintenance de la ventilation et des équipements de désenfumage, nettoyage du parc, nettoyage de véhicules. Les risques sanitaires liés à une exposition aiguë ont également été évalués pour ces travailleurs, à partir des niveaux maximaux de concentrations mesurées dans l'air des parcs de stationnement couverts.

Les résultats montrent que l'ensemble de ces activités professionnelles engendrent des risques sanitaires notables (à l'exception du scénario d'exposition chronique modérée pour l'activité d'entretien et maintenance des barrières et équipements de péage), sans que les limites et incertitudes de cette analyse ne semblent à même de remettre en cause cette conclusion. Les niveaux de risque liés à une exposition chronique (sans seuil d'effet) et les niveaux d'acceptabilité du risque usuels présentés ici portent sur l'excès de risque individuel. Il convient de rappeler qu'il revient au gestionnaire de risque de statuer sur la notion d'acceptabilité du risque.

Ces risques sont notamment liés :

➤ pour les expositions chroniques :

- au benzène pour lequel sont estimés des excès de risque individuel de leucémie supérieurs à 10^{-5} (soit un cas supplémentaire attendu de leucémie pour 100000 individus exposés) pour une forte exposition, et à 10^{-6} pour une exposition modérée (niveau et durée d'exposition médians) ;
- au dioxyde d'azote pour lequel sont estimés des excès d'exposition journalière (et donc de risques sanitaires) notables compris entre +360 % et +440 % pour une forte exposition, et entre +30 % et +100 % pour une exposition modérée (risque d'effets toxiques sur le système respiratoire, incluant immunodéficiences et exacerbation de l'hypersensibilité bronchique chez les asthmatiques) ;
- et secondairement à des excès d'exposition journalière aux particules (PM_{10}) et au formaldéhyde, qui apparaissent notables en situation de forte exposition pour l'ensemble des activités professionnelles étudiées (à l'exception de l'activité d'exploitation du parc concernant le formaldéhyde) : entre +80 % et +130 % pour les PM_{10} , entre +65 % et +80 % pour le formaldéhyde. Concernant les particules (PM_{10}), plusieurs effets néfastes affectant les systèmes respiratoires et cardiovasculaires leur sont imputables à long terme, avec une sensibilité accrue pour certaines populations (enfants, asthmatiques, personnes âgées...). Concernant le formaldéhyde, il s'agit d'un risque d'irritations oculaires et nasales, considérés comme des effets précurseurs de l'induction des tumeurs observées à de plus fortes concentrations (cancer du nasopharynx).

➤ pour les expositions aiguës :

- au monoxyde de carbone, pour lequel les valeurs guides OMS (sur 1h et 8h) sont dépassées. Le respect de ces valeurs guides doit protéger les non fumeurs d'âge moyen et âgés présentant une coronaropathie (documentée ou latente) du risque d'infarctus du myocarde, ainsi que les fœtus de femmes enceintes non fumeuses contre les effets hypoxiques ;
- et au dioxyde d'azote, pour lequel la valeur guide OMS (sur 1h) est dépassée. L'effet critique considéré pour le dioxyde d'azote est une augmentation de la réactivité bronchique chez les asthmatiques.

Parmi les activités professionnelles étudiées, l'exploitation du parc et le nettoyage de véhicules semblent globalement les plus préoccupantes en termes d'exposition des travailleurs aux polluants atmosphériques du parc. En effet, ces deux activités présentent globalement les durées de travail (et donc d'exposition) les plus élevées (durées journalières et annuelles : médianes les plus élevées et variabilités les plus faibles).

Concernant l'activité d'exploitation du parc, les conditions limitant l'exposition et donc les risques sanitaires des travailleurs sont notamment : un niveau faible de pollution dans la zone de stationnement automobile, un isolement efficace du local d'exploitation, une part de la durée de travail passée dans le local la plus importante possible, et un nombre limité d'années travaillées pour les effets liés aux expositions chroniques.

Concernant le nettoyage de véhicules, les conditions limitant l'exposition des travailleurs apparaissent beaucoup plus restreintes, cette activité impliquant généralement la présence du travailleur au quotidien et en (quasi)continu sur la journée dans la zone de circulation automobile du parc. L'estimation modérée du niveau de risque dépasse déjà le niveau d'acceptabilité de 10^{-6} (benzène) même en ne considérant qu'une durée de travail équivalant à 1% d'une vie⁴¹.

Concernant les activités de maintenance et d'entretien du parc et de ses équipements (barrières et équipements de péage, ventilation et désenfumage, nettoyage du parc), l'exposition des travailleurs à l'air des parcs couverts est d'autant plus variable qu'elle est souvent intermittente sur leur journée de travail et sur l'année (travailleurs rotatifs exerçant sur plusieurs parcs, travailleurs dont la présence dans un parc est requise uniquement en cas de panne ou de vérification). Des risques dépassant les niveaux d'acceptabilité de 10^{-5} et 10^{-6} (benzène) ne peuvent être exclus pour une partie de ces travailleurs compte tenu des niveaux de risque obtenus et des durées de travail (et donc d'exposition) relevées par l'enquête de l'Afsset.

41 A titre indicatif, une durée de travail effective de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, 48 semaines par an, durant 40 ans, équivaut à 13% d'une vie estimée à 70 ans.

6 Recommandations

Les recommandations décrites ci-après **n'ont pas pour objet de** :

- fournir des instructions en cas d'accident ou d'incendie ;
- prévenir des risques sanitaires non liés à la pollution de l'air ambiant du parc et qui peuvent exister pour les travailleurs exerçant dans les parcs de stationnement couverts (risques électrique, chimique, microbiologique, mécanique...)
- prévenir des risques sanitaires liés à des sources de pollution atmosphérique spécifiques à certaines activités professionnelles telles que : la remise en suspension de poussières notamment pour les activités d'entretien et maintenance du parc (par exemple lors du tirage de câbles), l'utilisation de préparations et produits chimiques notamment dans le cadre des activités de nettoyage, l'émission de polluants volatils par les matériaux d'ameublement et de construction du local d'exploitation. Pour déterminer si des précautions additionnelles sont nécessaires, une analyse de risques prenant en compte les caractéristiques propres à l'installation, à son environnement et à l'activité considérée doit être effectuée.

L'Afsset rappelle que les risques sanitaires liés aux expositions à la pollution atmosphérique dans les parcs de stationnement couverts sont difficiles à évaluer précisément en raison du nombre de polluants émis par les véhicules (échappement, évaporation des carburants, systèmes de freinage), de la connaissance imparfaite des concentrations atmosphériques de ces polluants dans ces ouvrages et des effets de certains d'entre eux. Néanmoins, les investigations menées tendent à montrer que la qualité de l'air est globalement insuffisante au regard de la protection de la santé des travailleurs y exerçant une activité régulière. L'évaluation des risques sanitaires sur la base des valeurs toxicologiques de référence a mis en évidence que le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) ne permettrait pas d'éviter des niveaux de risque usuellement considérés comme inacceptables. Au final, les connaissances apparaissent suffisantes pour émettre les recommandations suivantes :

- appliquer les recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts formulées dans l'avis de l'Afsset du 20 avril 2007, et notamment la fixation de valeurs limites proposées pour l'indicateur NO ;
- mettre en œuvre les solutions techniques disponibles pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts, des exemples sont décrits en Annexe 16 ;
- **dès lors qu'une qualité de l'air satisfaisante ne peut être assurée pour les travailleurs exposés, il est recommandé :**
 - **d'éviter les activités qui ne sont pas indispensables à la mission de stationnement des parcs et qui impliquent la présence de travailleurs dans les niveaux souterrains ou les niveaux ne comportant pas de larges ouvertures sur l'extérieur (façades latérales)**; les activités impliquant une présence prolongée et fréquente des travailleurs en dehors des locaux équipés d'une ventilation mécanique indépendante seront à considérer en priorité (par exemple le nettoyage de véhicules) ;
 - **de réduire autant que possible l'exposition des travailleurs pour les activités indispensables à la mission de stationnement des parcs (accueil, surveillance, maintenance)**, notamment en :
 - limitant la durée de leur présence au strict nécessaire dans les niveaux souterrains et les niveaux ne comportant pas de larges ouvertures sur l'extérieur (façades latérales), en dehors des locaux équipés d'une ventilation mécanique indépendante ;

- favorisant la fréquentation des zones du parc où la qualité de l'air est la plus satisfaisante (locaux équipés d'une ventilation spécifique, voies piétonnes signalisées, ...) ;
- prenant en compte la qualité de l'air lors de l'implantation ou modification de postes de travail, que ce soit dans le cadre de la conception de nouveaux parcs ou dans le cadre du réaménagement de parcs existants ;
- de renforcer le suivi et l'encadrement des activités professionnelles dans les parcs de stationnement couverts, notamment par le respect strict de la réglementation en matière d'évaluation et de gestion du risque chimique en milieu professionnel.

La réalisation de l'évaluation des risques sanitaires a mis en évidence des lacunes concernant l'exposition individuelle des travailleurs et ses déterminants, ainsi que les effets des polluants présents dans l'air des parcs de stationnement couverts. Des travaux sur ces points sont recommandés sans pour autant retarder la mise en œuvre de mesures pour améliorer la prévention des risques sanitaires des travailleurs.

7 Bibliographie

7.1 Publications, rapports, ouvrages, communications

Abdo K.M., Grumbein S., Chou B.J., Herbert R. (2001). Toxicity and carcinogenicity study in F344 rats following 2 years of whole-body exposure to naphthalene vapors. *Inhal Toxicol*; 13(10):931-350.

Adams K.F. et al. (1988). Acute elevation of blood carboxyhemoglobin to 6 % impairs exercise performance and aggravates symptoms in patients with ischemic heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*; 12:900–909.

AFSSET. (2008a). Valeurs guides de qualité d'air intérieur – Le benzène. 1-89, Maisons-Alfort, France, Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail.

<http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/693734283663878146439921874278/afsset-rapport-benzene-VGAI-vdef.pdf>

AFSSET. (2008b). Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs – Toxicité du formaldéhyde. État des connaissances sur la caractérisation des dangers et choix des valeurs toxicologiques de référence. 1-78, Maisons-Alfort, France, Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail.

<http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/637553814598215183911039892564/afsset-formaldehyde-rapport1-vde-170708f.pdf>

AFSSET. (2007). Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. 1-240, Maisons-Alfort, France, Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail.

http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/050544777325086954669468067364/parkings_rapport_a_nnexes.pdf

Ahmed F.E. (2001). Toxicology and human health effects following exposure to oxygenated or reformulated gasoline. *Toxicol. Lett.*; 123(2-3):89-113.

Allred E.N. et al. (1989). Short-term effects of carbon monoxide exposure on the exercise performance of subjects with coronary artery disease. *The New England journal of medicine*; 321:1426-1432.

Anact. (2009). Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs couverts de stationnement, 1-30, Lyon, France, Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail.

Anderson E.W. et al. (1973). Effect of low-level carbon monoxide exposure on onset and duration of angina pectoris, a study in ten patients with ischemic heart disease. *Annals of internal medicine*; 79:46–50.

Appelman L.M., Woutersen R.A., Feron V.J., Hoofman R.N., Notten W.R.F. (1986). Effect of variable versus fixed exposure levels on the toxicity of acetaldehyde in rats. *J Appl Toxicol*; 6:331-336.

Appelman L.M., Woutersen R.A., Feron V.J. (1982). Inhalation toxicity of acetaldehyde in rats. I. Acute and subacute studies. *Toxicology*; 23(4):293-307.

Aronow W.S. (1981). Aggravation of angina pectoris by two percent carboxyhemoglobin. *Am Heart J*; 101:154-157.

ATSDR. (2007a). Toxicological profile for benzene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Etats-Unis. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>

- ATSDR. (2007b). Toxicological profile for xylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Etats-Unis. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp71.pdf>
- ATSDR. (2005). Toxicological profile for Naphthalene, 1-Methylnaphthalene, and 2-Methylnaphthalene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Etats-Unis. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp67.pdf>
- ATSDR. (1999). Toxicological profile for formaldehyde. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Etats-Unis. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>
- Batterman S., Hatzivasilis G., Jia C. (2006). Concentrations and emissions of gasoline and other vapors from residential vehicle garage. *Atmospheric Environment*, 40:1828-1844.
- Bauer M.A., Utell M.J., Morrow P.E., Speers D.M., Gibb F.R. (1986). Inhalation of 0.30 ppm nitrogen dioxide potentiates exercise induced bronchospasm in asthmatics. *Am Rev Respir Dis*; 134:1203-1208.
- Burg J., Farama E., Weber G. (2006). Qualité de l'air dans les parcs de stationnement fermés. Rapport de formation des élèves Ingénieurs du Génie Sanitaire (IGS) à l'Ecole Nationale de la Santé Publique, Atelier Santé environnement, 1-47. Rennes, France.
- Burnett J., Chan M.Y. (1997). Criteria for air quality in enclosed car parks. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Transport*, 123(2):102-110.
- CERTU. (1997). Les enquêtes de stationnement : guide méthodologique. Réédité en octobre 2000. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques ; Lyon, France.
- Chaloulakou A., Duci A., Spyrellis N. (2002). Exposure to Carbon Monoxide in Enclosed Multi-Level Parking Garages in the Central Athens Urban Area. *Indoor and Built Environment*, 11(4):191-201.
- Chan M.Y., Burnett J., Chow W.K. (1998). Energy use for ventilation systems in underground car parks. *Building and Environment*, 33(5):303-14.
- Chan M.Y., Chow W.K. (2004). Car park ventilation system: performance evaluation. *Building and Environment*, 39(6):635-43.
- Coparly. (2010). Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts – Etat des lieux dans 25 parcs de l'agglomération lyonnaise. Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique sur le Rhône et la région Lyonnaise ; Bron, France. <http://www.atmo-rhonealpes.org>
- Coparly. (2009). Qualité de l'air dans les parkings couverts. Données issues de la campagne de mesures réalisée par Coparly sur 25 parcs de stationnement, et présentée à l'Afsset le 7 octobre 2009 ; Bron, France. *Communication le 8 décembre 2009 à l'Afsset des données validées*.
- Crump K.S., Allen B.C. (1984). Quantitative estimates of risk of leukemia from occupational exposure to benzene. Occupational Safety and Health Administration. docket H-059B, exhibit 152.
- CSOEC. (2004). Le stationnement sur voirie et hors voirie – déclinaison sectorielle du rapport annuel du délégataire de service public, Conseil Supérieur de l'Ordre des Experts-Comptables. Collection « Maîtrise de la gestion locale ».
- Duci A., Papakonstantinou K., Chaloulakou A. et al. (2004). Numerical approach of carbon monoxide concentration dispersion in an enclosed garage. *Building and Environment*, 39(9):1043-8.
- Feron V.J., Kruyssen A., Woutersen R.A. (1982). Respiratory tract tumors in hamsters exposed to acetaldehyde vapour alone or simultaneously to benzo(a)pyrene or diethylnitrosamine. *Eur J Cancer Clin Oncol*;18:13-31.

- FNMS. (2005). Stationnement, sortir de l'égaré, Les cahiers du stationnement n°1, Fédération Nationale des Métiers du Stationnement. Collection « Les cahiers du stationnement ».
- Folinsbee L.J. (1992). Does nitrogen dioxide exposure increase airways responsiveness? *Toxicology and Industrial Health*; 8:273-283.
- Glorennec P. et al. (2008). Is a quantitative risk assessment of air quality in underground parking garages possible? *Indoor Air*, 18(4):283-92.
- Holmstrom M., Wilhelmsson B., Hellquist H. (1989). Histological changes in the nasal mucosa in rats after long-term exposure to formaldehyde and wood dust. *Acta Otolaryngol*; 108(3-4):274-283.
- INRS. (2005). Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, Paris, France. Notes documentaires ND 2098, 1-21.
- Jo W.K., Song K.B. (2001). Exposure to volatile organic compounds for individuals with occupations associated with potential exposure to motor vehicle exhaust and/or gasoline vapor emissions. *The Science of The Total Environment*; 269(1-3):25-37.
- Kim S.R., Dominici F., Buckley T.J. (2007). Concentrations of vehicle-related air pollutants in an urban parking garage. *Environ Res*; 105(3):291-9.
- Kleinman M.T. et al. (1989). Effects of short-term exposure to carbon monoxide in subjects with coronary artery disease. *Archives of environmental health*; 44:361-369.
- Koskela H.K., Rolin I.E., Norell L.O. (1991). Comparison between forced-displacement and mixing ventilation in a garage. *ASHRAE Transactions*; 97(2):1119-1126.
- Krarti M., Ayari A. (2001). Ventilation for enclosed parking garages. *ASHRAE journal* ; 43(2):52-57.
- Kuusimäki L., Peltonen K., Mutanen P., Savela K. (2003). Analysis of particle and vapour phase PAHs from the personal air samples of bus garage workers exposed to diesel exhaust. *Annals of Occupational Hygiene*; 47(5):389-398.
- Lan Q., Zhang L., Li G., et al. (2004). Hematotoxicity in workers exposed to low levels of benzene. *Science*; 306:1774-1776.
- Lee S.C., Chan L.Y., Chiu M.Y. (1999). Indoor and outdoor air quality investigation at 14 public places in Hong Kong. *Environment International*; 25(4):443-50.
- Lewne M., Plato N., Gustavsson P. (2007). Exposure to particles, elemental carbon and nitrogen dioxide in workers exposed to motor exhaust. *Ann Occup Hyg*; 51(8):693-701.
- Longo L.D. (1977). The biological effects of carbon monoxide on the pregnant woman, fetus, and newborn infant. *American journal of obstetrics and gynecology*; 129:69-103.
- Marchand C., Bulliot B., Le Calvé S., Mirabel P. (2006). Aldehyde measurements in indoor environments in Strasbourg, France. *Atmospheric Environment*; 40:1336-1345.
- Martin H. (2001). Demand-controlled ventilation in vehicle parks. SenseAir, Technical Note TN-021.
- Matzoros A. (1990). Results from a model of road traffic air pollution, featuring junction effects and vehicle operating modes. *Traffic Engineering and Control*; 30(1):24-37.
- NRC. (1983). Risk assessment in the Federal Government : Managing the process. National Research Council. Washington, DC, Etats-Unis : National Academy Press.

- NTP. (2000). Toxicology and carcinogenesis studies of naphthalene (CAS No. 91-20-3) in F344/N rats (inhalation studies). Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health. National Toxicology Program. NIH Publication n°01-4434. Technical report series n°500.
- NTP. (1992). Toxicology and carcinogenesis studies of naphthalene (CAS No. 91-20-3) in B6C3F1 mice (inhalation studies). Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health. National Toxicology Program. NIH Publication n°92-3141. Technical report series n°410.
- OEHHA. (2008a). Technical Support Document for noncancer Reference Exposure Levels. Appendix D1. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis.
- OEHHA. (2008b). Technical Support Document for cancer potency factors. Appendix B. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis.
- OEHHA. (2005). Technical Support Document for Describing Available Cancer Potency Factors. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis.
- OEHHA. (2000a). Technical Support Document for the Determination of Noncancer Chronic Reference Exposure Levels. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis. http://oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/relsP32k.pdf
- OEHHA. (2000b). Technical Support Document for noncancer Reference Exposure Levels. Appendix D3. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis.
- OEHHA. (1999). Technical Support Document for noncancer Reference Exposure Levels. Appendix D2. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis. http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD2_final.pdf#page=41
- OEHHA. (1993). Acetaldehyde as a Toxic Air Contaminant. Part B. Health Assessment. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Californie, Etats-Unis.
- OMS. (2006). Nitrogen dioxide. In: *Air Quality Guidelines, Global Update 2005*. Copenhagen, Danemark ; 331-394. http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20070323_1
- OMS. (2004). Guidelines for drinking water quality – Recommendations, 3rd Edition. World Health Organisation. Genève, Suisse.
- OMS. (2000). Air Quality Guidelines for Europe, 2nd Edition. World Health Organisation. Genève, Suisse. http://www.euro.who.int/air/activities/20050223_4
- OMS. (1995). Environmental health criteria 167: acetaldehyde. World Health Organisation, International Program on Chemical Safety (IPCS). Genève, Suisse. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc167.htm>
- Papakonstantinou K., Chaloulakou A., Duci A. et al. (2003). Air quality in an underground garage: computational and experimental investigation of ventilation effectiveness. *Energy and Buildings*; 35(9):933-940.
- Parkopolis. (1997). La voiture à sa juste place – Le livre blanc du stationnement en France. Parkopolis, Association des Professionnels du Stationnement urbain et de ses activités connexes.
- Paustenbach D.J., Bass R.D., Price P.S. (1993). Benzene toxicity and risk assessment, 1972-1992: implications for future regulation. *Environ Health Perspect*, 101(Suppl 6):177-200.
- Paustenbach D.J., Price P.S., Ollison W., Blank C., Jernigan J.D., Bass R.D., Peterson H.D. (1992). Reevaluation of benzene exposure for the Pliofilm (rubberworker) cohort (1936-1976). *J Toxicol Environ Health*.; 36(3):177-231.

- Peters A., Dockery D.W., Muller J.E., Mittelman M.A. (2001). Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation*; 103(23):2810-2815.
- Peters A., Von Klot S., Heier M., et al. (2004). Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. *N Engl J Med*; 351(17):1721-1730.
- Pope C.A., Burnett R.T., Thun M.J. et al. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and longterm exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*; 287(9):1132-1141.
- Pronk A., Coble J., Stewart P.A. (2009). Occupational exposure to diesel engine exhaust: a literature review. *J Expo Sci Environ Epidemiol*; 19(5):443-57.
- Ramachandran G., Paulsen D., Watts W. et al. (2005). Mass, surface area and number metrics in diesel occupational exposure assessment. *J Environ Monit.*; 7(7):728-35.
- Rinsky R.A., Alexander B., Smith M.D., Hornung R., Filloon T.G., Young R.J., Okum A.H., Landrigan P.J. (1987). Benzene and leukemia: an epidemiological risk assessment. *New Engl J Med*; 316:1044-1050.
- Rinsky R.A., Young R.J., Smith A.B. (1981). Leukemia in benzene workers. *Am J Ind Med*; 2(3):217-245
- RIVM. (2001). Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. National Institute for Public Health and the Environment. Bilthoven, Pays-Bas. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>
- Roger L.J., Horstman D.H., McDonnell W., Kehrl H., Ives P.J., Seal E., et al. (1990). Pulmonary function, airway responsiveness, and respiratory symptoms in asthmatics following exercise in NO₂. *Toxicol Ind Health*; 6:155-171.
- Santé Canada. (2001). Formaldehyde (Priority substances list assessment report). Canadian Environmental Protection Act. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl2-lsp2/formaldehyde/formaldehyde-eng.pdf
- Santé Canada. (1999). Acetaldehyde (Priority substances list assessment report). Canadian Environmental Protection Act. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl2-lsp2/acetaldehyde/acetaldehyde_fin-eng.pdf
- Santé Canada. (1994). Polycyclic aromatic hydrocarbons (Priority substances list assessment report). Canadian Environmental Protection Act. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl1-lsp1/hydrocarb_aromat_polycycl/hydrocarbons-hydrocarbures-eng.pdf
- Santé Canada. (1991a). Health-Based Tumorigenic Concentration for Benzene. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/hbct-jact/carcinogenic-cancerogenes-eng.php>
- Santé Canada. (1991b). Health-Based Tolerable Daily Concentration for Xylenes. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/hbct-jact/non_carcinogenic-non_cancerogenes-eng.php.
- Schwar M., Booker J., Tait L. (1997a). Car park air pollution exposure of operatives and the general public. *Clean Air*, 27(5):129-137.
- Schwar M., Booker J., Tait L. (1997b). Underground car park management and air pollution control: design or accident?. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*; 121(3):142-150.
- Sheps D.S. et al. (1987). Lack of effect of low levels of carboxyhemoglobin on cardiovascular function in patients with ischemic heart disease. *Archives of environmental health*; 42:108-116.

- Teeguarden J.G., Bogdanffy M.S., Covington T.R., Tan C., Jarabek A.M. (2008). A PBPK model for evaluating the impact of aldehyde dehydrogenase polymorphisms on comparative rat and human nasal tissue acetaldehyde dosimetry. *Inhal. Toxicol.*; 20(4):375-390.
- Thibault C., Kennedy G., Gareau L. et al. (2002). Preliminary assessment of atmospheric methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl and particulate manganese in selected urban sites. *J Toxicol Environ Health A*; 65(7):503-11.
- Thyssen J., Althoff J., Kimmerle G., Mohr U. (1981). Inhalation studies with benzo[a]pyrene in Syrian golden hamsters. *J Natl Cancer Inst*; 66(3):575-577.
- Uchida Y., Nakatsuka H., Ukai H., Watanabe T., Liu Y.T., Huang M.Y., Wang Y.L., Zhu F.Z., Yin H., Ikeda M. (1993). Symptoms and signs in workers exposed predominantly to xylenes. *Int Arch Occup Environ Health*; 64(8):597-605.
- Ungvary, G. and Tatrai, E. 1985. On the embryotoxic effects of benzene and its alkyl derivatives in mice, rats, and rabbits. *Arch. Toxicol. Suppl.*; 8:425-430.
- US-EPA. (2007). Regulatory Impact Analysis Control of Hazardous Air Pollutants from Mobile Sources. Chapter 3 Air Quality and Resulting Health and Welfare Effects of Air Pollution from Mobile Sources. U.S. Environmental Protection Agency. (EPA420-R-07-002).
- US-EPA. (2003a). Benzene – Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC). U.S. Environmental Protection Agency – Integrated Risk Information System. <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>.
- US-EPA. (2003b). Xylenes – Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC). U.S. Environmental Protection Agency – Integrated Risk Information System. <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>.
- US-EPA. (2000). Benzene – Quantitative Estimate of Carcinogenic Risk from Inhalation Exposure. U.S. Environmental Protection Agency – Integrated Risk Information System. <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>.
- US-EPA. (1998a). Carcinogenic Effects of Benzene: An Update. U.S. Environmental Protection Agency. (EPA/600/P-97/001F).
- US-EPA. (1998b). Naphtalene – Quantitative Estimate of Carcinogenic Risk from Inhalation Exposure. U.S. Environmental Protection Agency – Integrated Risk Information System. <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>.
- US-EPA. (1991a). Acetaldehyde – Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC). U.S. Environmental Protection Agency – Integrated Risk Information System. <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>.
- US-EPA. (1991b). Formaldehyde – Quantitative Estimate of Carcinogenic Risk from Inhalation Exposure. U.S. Environmental Protection Agency – Integrated Risk Information System. <http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList>.
- Violante F.S., Barbieri A., Curti S. et al. (2006). Urban atmospheric pollution: personal exposure versus fixed monitoring station measurements. *Chemosphere*; 64(10):1722-9.
- Wilhelmsson B., Holmstrom M. (1992). Possible mechanisms of formaldehyde-induced discomfort in the upper airways. *Scand J Work Environ Health*; 18(6):403-407.
- Wong Y.C., Sin D.W., Yeung L.L. (2002). Assessment of the Air Quality in Indoor Car Parks. *Indoor Built Environ*; 11:134-145.
- Woutersen R.A., Appelman L.M., Van Garderen-Hoetmer A., Feron V.J. (1986). Inhalation toxicity in rats. III. Carcinogenicity study. *Toxicology*; 41:213-232.

7.2 Normes

NF X 50-110 (mai 2003). Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise. AFNOR (indice de classement X 50-110).

XP X43-407 Qualité de l'air (mars 2006). Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels. Bâtiments à usage d'enseignement.

XP X 43-105 (mars 2002). Qualité de l'air. Audit de la qualité de l'air dans les locaux non-industriels. Moyens de transports en commun et gares.

XP X 43-403 (décembre 1999). Qualité de l'air. Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels. Bâtiments à usage d'habitation et locaux similaires.

XP X 43-401 (décembre 1998). Qualité de l'air. Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels. Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires.

7.3 Législation et réglementation

Arrêté du 9 mai 2006 (paru au Journal officiel de la République Française du 8 juillet 2006) portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public - parcs de stationnement couverts.

Arrêté type n° 2935 relatif aux parcs de stationnement couverts et garages-hôtels de véhicules à moteur (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement – ICPE).

Arrêté type n° 331 bis relatif aux parcs de stationnement couverts et garages, hôtels de véhicules à moteur (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement – ICPE).

Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP types GN, GE, CO, AM, DF, CH, GZ, EL, EC, AS, GC, MS).

Article R230-1 du Code du travail. Titre III : Hygiène et sécurité. Livre II : Réglementation du travail.

Avis du 14 décembre 1998 du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (section des milieux de vie) sur la qualité de l'air dans les ouvrages souterrains ou couverts.

Circulaire du 3 mars 1975 relative aux parcs de stationnement couverts, Instruction technique interministérielle (Intérieur, Qualité de la Vie, Equipement) relative aux parcs de stationnement couverts.

Décret n°2004-645 du 30 juin 2004 modifiant la nomenclature des installations classées.

Décret n°2006-646 du 31 mai 2006 modifiant la nomenclature des installations classées.

FNMS. (2007). Réglementation incendie – parcs de stationnement couverts ERP, Les cahiers du stationnement n°3, Fédération Nationale des Métiers du Stationnement. Collection « Les cahiers du stationnement ».

France-Sélection. (2006). Réglementation des parcs de stationnement couverts – établissements recevant du public (type PS), immeubles de grande hauteur, bâtiments d'habitation, code du travail. Editions Fransel. Collection « Prévention ».

Loi 93-122 du 29 Janvier 1993 relative à la prévention de la corruption et à la transparence de la vie économique et des procédures publiques, dite « loi Sapin ».

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de saisine



COURRIER REÇU LE

10 AVR. 2008

1363

Ministère du travail, des relations sociales, de la famille et de la solidarité

Direction
générale du travail
DGTService des relations et des
conditions de travail
SRCTSous-direction des conditions
de travail, de la santé et de la
sécurité au travail
CTBureau des équipements et
des lieux de travail
CT 339-43, Quai André-Citroën
75002 Paris Cedex 15Téléphone : 01 44 38 26 79
01 44 38 26 80

Télécopie : 01 44 38 27 15

Services d'informations
du public :
internet : www.travail.gouv.fr

Le directeur général du travail

à

Madame la directrice générale de l'Agence
française de sécurité sanitaire, de
l'environnement et du travail
253, avenue du Général Leclerc
94701 Maison-Alfort

Paris, le 27 mars 2008.

Affaire suivie par : Nicolas Froment

Tél : 01 44 38 27 71

Mél : nicolas.froment@dgt.travail.gouv.fr

Objet : Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs couverts de stationnement

Réf. : D08-0947

Copie : DGS, DPPR, DGUHC, DDSC

PJ : -

En juin 2005, sur l'initiative du ministère de la santé et de la protection sociale et du ministère de l'écologie et du développement durable, une première saisine de l'AFSSET a permis d'identifier et de quantifier les polluants qui entrent dans la composition de l'air des parcs de stationnement couverts.

Il a été conclu par l'AFSSET dans son rapport que « les risques sanitaires ne peuvent pas être considérés comme négligeables au vu des concentrations des polluants mesurés et de la connaissance de leurs effets toxiques aigus et chroniques ».

Il apparaît que l'exposition des usagers fréquentant les parcs de stationnements peut être considérée comme raisonnable¹.

Par contre, cet avis mentionne qu'« il ne paraît pas techniquement possible de parvenir à une qualité d'air compatible avec une présence humaine prolongée ». La pratique d'une activité professionnelle permanente à l'intérieur des parcs couverts serait par conséquent à bannir.

La DGT, ainsi que plusieurs autres administrations également concernées² par cette problématique considère qu'elle ne possède pas d'informations et de données suffisantes sur les activités professionnelles qui sont pratiquées dans les parcs couverts de stationnement pour envisager des actions réglementaires.

En plus des métiers traditionnellement rattachés aux parcs de stationnement comme les agents d'accueil, de gardiennage ou de maintenance, ces lieux spécifiques accueillent maintenant des prestations complémentaires comme la location de véhicules ou de vélos, l'auto-partage de véhicules, la réparation ou l'entretien des véhicules.

¹ Sur la base d'un scénario d'exposition quotidienne de deux fois quinze minutes

² Sont concernées également : DGS (Santé), DPPR et DGUHC (MEDAD), DDSC (Intérieur).

Par ailleurs, il devient possible dans certains parcs, situés principalement dans les grands centres urbains, de retirer des colis. D'autres prestations sont à l'étude, ce qui devrait conduire à l'accroissement du nombre d'opérateurs intervenant dans de tels locaux.

En conséquence, il est attendu que la présente saisine :

- Apporte des informations et des données précises sur l'ensemble des activités professionnelles qui sont assurées par des opérateurs travaillant de façon permanente ou ponctuelle dans les parcs couverts de stationnement. Il serait utile que l'état des lieux s'intéresse à l'ensemble des opérateurs, quel que soit leur statut ou leur degré de dépendance par rapport au donneur d'ordre ou au gestionnaire des parcs couverts concernés ;
- Donne lieu, d'une part, à une observation directe d'un certain nombre d'activités manifestement plus exposées, d'autre part, pour les activités moins exposées, à une évaluation du temps passé par les opérateurs dans les différents lieux (parking, locaux professionnels spécifiques) qu'ils sont amenés à fréquenter dans le cadre de leurs activités.
- Détermine des scénarios d'exposition (sur la base des données météorologiques antérieures) pour chaque type d'activités recensées à partir des données issues d'observations ou de l'évaluation réalisée précédemment, en fonction notamment de la fréquence et de la durée d'exposition.

Dans cette étude, il sera utile d'observer et de recenser les conditions de travail et les pratiques réelles des opérateurs travaillant dans des locaux professionnels équipés d'une ventilation spécifique (gardien, location de voiture, réparation et entretien de véhicules, ...). En effet, il subsiste plusieurs interrogations à ce sujet :

- Ces locaux sont-ils de nature à protéger efficacement de manière permanente de l'air des parcs de stationnement ce qui revient à vérifier l'efficacité au regard des conditions réelles d'utilisation et des équipements de ces locaux (Étanchéité réelle des portes, des baies vitrées ? Fermeture effective des portes ? Phénomènes induits lors de l'ouverture des portes). Des pratiques commerciales ou liées à des contraintes induites par l'activité réelle des opérateurs ne conduisent-elles pas à des stratégies défavorables à la santé des opérateurs ?
- Ces locaux spécifiques permettent-ils de préserver efficacement la santé des opérateurs tout au long de leur vie professionnelle ?
- Dans quelle mesure l'activité de certains des opérateurs conduit-elle à des déplacements répétés d'un local aménagé au parc de stationnement des véhicules. En fonction de la fréquence de ces déplacements et de la qualité de l'air rencontrée dans le parc, quel pourrait en être l'impact sur la santé des opérateurs ?
- Les observations et les données recueillies devront être corrélées avec les caractéristiques, l'état, voire les performances, des équipements employés pour l'aération et la ventilation des parcs couverts de stationnement ; il sera notamment systématiquement précisé les conditions d'entretien et de maintenance de ces équipements.

Enfin, il est également attendu que cette saisine présente des propositions ou des pistes de réflexion qui permettent de préserver, voire d'améliorer, la santé des opérateurs concernés par des activités professionnelles dans les parcs couverts de stationnement.

Nous vous demandons de nous proposer dans un délai d'un mois à réception de ce document, la méthodologie et le délai de réalisation que vous préconisez pour cette saisine. Il sera nécessaire de prévoir des points d'étape d'informations avec les tutelles à chacune des phases envisagées pour cette saisine.

Le directeur général du travail



Jean-Denis COMBEXELLE

Annexe 2 : Présentation des positions divergentes

Pas de position divergente exprimée.

Annexe 3 : Synthèse des déclarations publiques d'intérêts des experts par rapport au champ de la saisine

RAPPEL DES RUBRIQUES DE LA DECLARATION PUBLIQUE D'INTERETS

IP-A	Interventions ponctuelles : autres
IP-AC	Interventions ponctuelles : activités de conseil
IP-CC	Interventions ponctuelles : conférences, colloques, actions de formation
IP-RE	Interventions ponctuelles : rapports d'expertise
IP-SC	Interventions ponctuelles : travaux scientifiques, essais, etc.
LD	Liens durables ou permanents (Contrat de travail, rémunération régulière ...)
PF	Participation financière dans le capital d'une entreprise
SR	Autres liens sans rémunération ponctuelle (Parents salariés dans des entreprises visées précédemment)
SR-A	Autres liens sans rémunération ponctuelle (Participation à conseils d'administration, scientifiques d'une firme, société ou organisme professionnel)
VB	Activités donnant lieu à un versement au budget d'un organisme

SYNTHESE DES DECLARATIONS PUBLIQUES D'INTERETS DES MEMBRES DU CES PAR RAPPORT AU CHAMP DE LA SAISINE

NOM	Prénom	Date de déclaration des intérêts
	Rubrique de la DPI	
	Description de l'intérêt	
Analyse Afsset :	<i>en cas de lien déclaré</i>	
ALARY	René	6 février 2007 27 mars 2008 13 juin 2008 20 novembre 2009
	Aucun lien déclaré	
Analyse Afsset :	/	
ANNESI-MAESANO	Isabella	8 novembre 2006 27 novembre 2007

Aucun lien déclaré		
Analyse Afsset :		
BAEZA Armelle		2 avril 2007 20 novembre 2009
IP-SC	GIE (Groupement d'intérêt économique) RENAULT-PSA-INSERM [Travaux scientifiques sur la réponse inflammatoire des cellules épithéliales des voies aériennes exposées à des particules diesel] [Rémunération à l'organisme d'appartenance (Université Paris 7)] [2001-2003]	
VB	<p>RENAULT/ADEME [Thèse : Rôle des particules fines PM2.5 dans l'induction des pathologies respiratoires d'origine inflammatoire] [Université Paris 7, Laboratoire de Cytophysiologie et Toxicologie cellulaire] [Thèse financée par l'ADEME]</p> <p>RENAULT [Étude de la toxicité et de la réponse inflammatoire induite par les particules Diesel (Étude réalisée par une étudiante en IUT en alternance avec Renault)] [Université Paris 7, Laboratoire de Cytophysiologie et Toxicologie cellulaire] [2000-2002]</p> <p>RENAULT/ADEME [Thèses : Effets des particules Diesel sur l'épithélium respiratoire] [Financement de l'ADEME] [1997-2004] "</p> <p>Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	
Analyse Afsset :		
BLANCHARD Olivier		21 mars 2007 5 février 2008 20 juin 2008 6 novembre 2008
Analyse Afsset :	/	
BONVALLOT Nathalie		19 janvier 2009 20 novembre 2009
Analyse Afsset :	/	
BUGAJNY Christine		19 février 2009 1 ^{er} décembre 2009
LD	CETE Nord-Picardie (Centre d'Études Techniques de l'Équipement) [Responsable du groupe Air]:	
IP-CC		

	<p>Ecole des Ponts Paris Tech [Formations sur les études d'impact de projet d'infrastructures-air et santé] [Rémunération peronnelle]</p> <p>Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	
Analyse Afsset :		
<p>CABANES Pierre-André</p> <p>LD</p> <p>Rédacteur en chef de la revue « Environnement, risques et Santé » aux Editions John Libbey (emploi complémentaire)</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>		<p>09 février 2007</p> <p>23 janvier 2008</p> <p>27 mars 2008</p> <p>13 juin 2008</p> <p>26 octobre 2009</p>
<p>CAMPAGNA Dave</p> <p>Analyse Afsset : Aucun lien déclaré /</p>		<p>13 décembre 2006</p> <p>03 décembre 2007</p> <p>27 mars 2008</p> <p>12 juin 2008</p> <p>23 novembre 2009</p>
<p>DECLERCQ Christophe</p> <p>LD</p>		<p>20 février 2009</p>
<p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>Observatoire régional de la santé Nord-Pas-de Calais [Chargé d'études] [Rémunération personnelle] [2004-02/10/2008]</p>	
<p>DELMAS Véronique</p> <p>LD</p> <p>Directrice de Air Normand</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>		<p>22 mars 2007</p> <p>05 février 2008</p> <p>30 octobre 2009</p>
<p>ELICHEGARAY Christian</p>		<p>21 mars 2007</p> <p>05 février 2008</p> <p>23 juin 2008</p> <p>23 novembre 2009</p>

<p>SR-A</p> <p>Participation au Conseil Scientifique de la revue « Pollution atmosphérique »</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>		
<p>EZRATTY Véronique</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>		<p>10 octobre 2007</p> <p>13 juin 2008</p> <p>23 octobre 2009</p>
<p>GLORENNEC Philippe</p> <p>LD</p> <p>Membre du Conseil d'Administration de l'Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air en Bretagne (Air Breizh)</p> <p>IP-CC</p> <p>Membre du Conseil Scientifique « Risques sanitaires liés à la Vallée de l'Orbiel, Salsigne » pour la Préfecture de l'Aude (2006-2007)</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>		<p>23 novembre 2006</p> <p>03 décembre 2007</p> <p>27 mars 2008</p> <p>16 juin 2008</p> <p>26 octobre 2009</p>
<p>HERRERA Horacio</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>		<p>23 février 2009</p>

<p>KIRCHNER Séverine</p> <p><i>IP-RE</i></p> <p>Participation aux groupes de travail pour l'European Collaborative Action « Urban air, indoor environment an human exposure »</p> <p>Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p> <p>Analyse Afsset :</p>	<p>17 juin 2003</p> <p>27 mars 2008</p> <p>2 novembre 2009</p>
<p>LAMELOISE Philippe</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>18 février 2009</p>
<p>LEFRANC Agnès</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>10 octobre 2007</p> <p>05 février 2008</p> <p>12 juin 2008</p> <p>23 octobre 2009</p>
<p>MILLET Maurice</p> <p><i>VB</i></p> <p>Encadrement de thèses et conventions de recherches scientifiques en collaboration avec TOTAL dans le cadre du CNRS</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>21 mars 2007</p> <p>07 décembre 2007</p> <p>27 mars 2008</p> <p>17 septembre 2008</p> <p>10 novembre 2009</p>
<p>MORCHEOINE Alain</p> <p><i>IP-CC</i></p> <p>Conférence sur les transports et l'environnement à l'Université de Cergy et l'École des hautes Études en Santé Publique (EHESP)</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>17 juillet 2003</p> <p>27 mars 2008</p> <p>26 octobre 2009</p>

<p>MOREL Yannick</p> <p><i>PF</i></p> <p>Quelques actions Renault</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>12 février 2007</p> <p>27 mars 2008</p> <p>23 juin 2008</p> <p>26 octobre 2009</p>
<p>MORIN Jean-Paul</p> <p><i>IP-RE</i></p> <p>IEA/AMF, RIVM, TNO, VTT [Harmonisation Internationale méthodes d'études de la toxicologie d'aérosols émis par les moteurs à combustion interne]</p> <p><i>IP-A</i></p> <p>UNIVERSITÉ DE ROUEN-CERTAM (Centre d'Étude et de Recherche technologique en Aérothermique et Moteurs)-INSERM-RENAULT [Encadrement de thèses : co-tutelle CERTAM-INSERM en collaboration avec Renault dans le cadre de l'INSERM et contrat d'accompagnement Renault-CERTAM] [2005-2008]</p> <p>POLE DE COMPÉTITIVITÉ MOVEO [Contribution à l'axe santé environnement du pôle : participation au programme de recherche MADAIR sur la dépollution de l'air entrant en habitacle automobile - Coordination VALEO] [Aucune rémunération] [2008-2010]</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>26 février 2007</p> <p>27 novembre 2007</p> <p>27 mars 2008</p> <p>19 juin 2008</p> <p>4 novembre 2009</p>
<p>PARIS Christophe</p> <p><i>IP-AC</i></p> <p>HAS (Haute autorité de santé) [groupe de cotation] [Aucune rémunération] [2007]</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>09 janvier 2006</p> <p>27 mars 2008</p> <p>20 juin 2008</p> <p>20 février 2009</p>

<p>PEUCH Vincent-Henri</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>11 février 2007</p> <p>29 novembre 2007</p> <p>13 juin 2008</p> <p>25 octobre 2009</p>
<p>POINSOT Charles</p> <p><i>LD</i></p> <p>Directeur de ATMO Nord-Pas de Calais</p> <p>Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.</p>	<p>18 juin 2006</p> <p>12 juin 2008</p> <p>26 octobre 2009</p>
<p>RAMEL Martine</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>24 juin 2003</p> <p>05 février 2008</p>
<p>SQUINAZI Fabien</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>10 octobre 2007</p> <p>25 novembre 2009</p>
<p>THIBAUDIER Jean-marc</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>13 février 2009</p> <p>23 novembre 2009</p>
<p>VENDEL Jacques</p> <p>Aucun lien déclaré</p> <p>Analyse Afsset : /</p>	<p>1^{er} juillet 2005</p> <p>10 octobre 2007</p> <p>24 novembre 2009</p>

SYNTHESE DES DECLARATIONS PUBLIQUES D'INTERETS DES RAPPORTEURS PAR RAPPORT AU CHAMP DE LA SAISINE

GLORENNEC Philippe23 novembre
200603 décembre
2007

27 mars 2008

16 juin 2008

26 octobre 2009

LD

Membre du Conseil d'Administration de l'Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air en Bretagne (Air Breizh)

IP-CC

Membre du Conseil Scientifique « Risques sanitaires liés à la Vallée de l'Orbiel, Salsigne » pour la Préfecture de l'Aude (2006-2007)

Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.

VERNEZ David

25 février 2010

LD

Adjoint au chef de département de l'Afsset d'août 2006 à juillet 2009 (mise à disposition de l'IURST)

Analyse Afsset : Pas de risque de conflit d'intérêt par rapport à la thématique de la saisine.

Annexe 4 : Réglementation et recommandations institutionnelles concernant la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts, et l'hygiène et la sécurité des travailleurs

L'article GN 1 § 1 de l'arrêté du 25 juin 1980 prévoit l'existence d'un établissement recevant du public (ERP) de type PS au titre des établissements spéciaux. Le texte d'application du type PS, l'arrêté en vigueur du 9 mai 2006, a été publié au Journal Officiel le 8 juillet 2006. Cet arrêté porte approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les ERP parcs de stationnement couverts.

Jusqu'alors, les parcs de stationnement couverts étaient assujettis à des textes relevant :

- des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) si leur capacité est supérieure à 250 véhicules ;
- de la sécurité contre les risques d'incendie dans les bâtiments d'habitation, les lieux de travail, les ERP et les immeubles de grande hauteur et d'un texte spécifique pour les parcs à rangement automatisé en ce qui concerne les parcs d'une capacité inférieure à 250 véhicules.

Les parcs de stationnement couverts considérés comme ICPE étaient répartis en deux « catégories » :

- les parcs de stationnement dont la capacité est supérieure à 250 véhicules mais inférieure ou égale à 1000 véhicules. La procédure de déclaration leur est appliquée et ils font l'objet d'un arrêté préfectoral pris en application des dispositions de l'arrêté type n°2935 (ancien arrêté 331 bis). Ce régime déclaratif a ensuite été supprimé par la publication du décret n° 2004-645 le 30 juin 2004 ;
- les parcs de stationnement dont la capacité est supérieure à 1000 véhicules sont astreints à une procédure d'autorisation suivie d'un arrêté préfectoral pris au cas par cas.

La publication du décret n° 2006-646 le 31 mai 2006 a supprimé la rubrique n° 2935.

La circulaire et instruction technique du 3 mars 1975 relatives aux parcs de stationnement couverts fixaient les principales dispositions suivantes concernant la qualité de l'air et la ventilation, dispositions reprises dans les arrêtés type n° 331 bis puis n° 2935 et qui ne sont donc plus en vigueur depuis le 31 mai 2006 :

« La ventilation devra être réalisée de façon à s'opposer efficacement à la stagnation, même locale, de gaz nocifs ou inflammables.

Dans chaque compartiment du parc, les valeurs limites de concentration en monoxyde de carbone sont fixées comme suit :

- *la teneur moyenne calculée sur toute période de huit heures consécutives ne devra pas dépasser 50 ppm ;*
- *la teneur moyenne calculée sur toute période de vingt minutes ne devra pas dépasser 100 ppm ;*
- *la teneur instantanée ne devra pas dépasser 200 ppm.*

Lorsqu'un parc est susceptible d'admettre des véhicules à moteur diesel sur plus de 30 pour cent de sa surface, la fixation d'une valeur limite pour d'autres polluants pourra être imposée.

[...]

La ventilation pourra être naturelle ou mécanique. Lorsque le parc comportera plusieurs niveaux, la ventilation sera obligatoirement mécanique :

- *dans les niveaux situés au-dessous du niveau de référence (concerne généralement les niveaux en sous sol), à l'exception des cas particuliers où existeraient des ouvertures périphériques à l'air libre largement dimensionnées ;*
- *dans le niveau de référence et les niveaux supérieurs, lorsque les objectifs, fixés ci-dessus ne pourront être respectés avec la seule ventilation naturelle.*

[...]

La teneur en monoxyde de carbone et éventuellement d'autres polluants devra être mesurée chaque fois qu'il y aura un doute quant à la qualité de l'air.

Dans les parcs permettant le remisage de plus de 500 véhicules, dans les niveaux ventilés mécaniquement, la mesure de la teneur en monoxyde de carbone devra être effectuée en continu par une installation comportant des appareils fixes automatiques ; cette installation devra permettre en outre :

- *l'asservissement de la ventilation ;*
- *la mise en action de la signalisation d'urgence.*

Cette installation devra également être réalisée lorsque la géométrie du parc, sa fréquentation ou l'importance du nombre de niveaux en sous sol le justifieront.

[...]

Les bureaux d'exploitation (postes de péage, bureaux du gardien, bureaux du personnel de l'établissement) pourront être à l'intérieur du parc à condition que leur ventilation soit indépendante de celle du parc.

Les postes de péage et de surveillance du parc devront être conçus et situés de manière telle que les opérations puissent être effectuées de l'intérieur du local.

[...]

Les ventilateurs, conduits et tous appareils ou circuits intéressant la ventilation seront régulièrement surveillés et entretenus par un personnel compétent. Ils seront en outre contrôlés et vérifiés au moins une fois par an. Les appareils de contrôle automatique de la teneur en monoxyde de carbone devront être vérifiés et étalonnés périodiquement. »

On notera qu'il n'était alors pas possible de définir, dans le cas des parcs admettant des véhicules à moteur diesel, de substance indicateur de la pollution atmosphérique du parc et, par voie de conséquence, de teneur limite, compte tenu de l'état des connaissances jusqu'alors sur les corrélations entre les divers polluants et leurs effets sur la santé, et des difficultés liées à leur mesure avec les matériels existants (France-Sélection, 2006).

Par ailleurs, l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France du 14 décembre 1998 sur la qualité de l'air dans les ouvrages souterrains ou couverts a notamment émis les recommandations suivantes :

« Les critères de qualité de l'air à respecter dans les parcs de stationnement, dans les gares routières et dans les zones assimilées (aire de déchargement, ...) dans lesquels circulent des véhicules à moteur à combustion, sont les suivants :

- *L'ouvrage est fréquenté par des véhicules dont moins 50 % sont des véhicules à moteur Diesel et la capacité de l'ouvrage est inférieure à 500 véhicules :*
 - *l'indicateur de pollution est le monoxyde de carbone CO ;*
 - *la teneur en CO ne doit pas dépasser les valeurs suivantes : 50 ppm (60 mg/m³) sur toute période de 30 minutes, 90 ppm (100 mg/m³) sur toute période de 15 minutes, 150 ppm (170 mg/m³) en valeur instantanée ;*

- *L'ouvrage est fréquenté par des véhicules dont moins 50 % sont des véhicules à moteur Diesel ou et la capacité de l'ouvrage est supérieure à 500 véhicules :*
 - *les indicateurs de pollution à retenir sont le monoxyde de carbone CO et le dioxyde d'azote NO₂ ;*
 - *la teneur en CO ne doit pas dépasser les valeurs suivantes : 50 ppm (60 mg/m³) sur toute période de 30 minutes, 90 ppm (100 mg/m³) sur toute période de 15 minutes, 150 ppm (170 mg/m³) en valeur instantanée ;*
 - *la teneur en NO₂ ne doit pas dépasser 0,4 ppm (0,8 mg/m³) sur toute période de 15 minutes.*

[...]

Pour des raisons de métrologie, le monoxyde d'azote NO peut être mesuré en lieu et place du dioxyde d'azote NO₂. Les mesures effectuées montrant que le rapport NO/NO₂ varie entre 5 (parcs de stationnement et gares routières) et 10 (tunnels) environ en fonction des ouvrages et des véhicules qui les fréquentent, les teneurs à ne pas dépasser en monoxyde d'azote NO sont les suivantes :

- *2 ppm (2,5 mg/m³) dans l'atmosphère des parcs de stationnement et des gares routières ;*

[...]

Les ouvrages souterrains doivent être ventilés par un dispositif mécanique dont les caractéristiques sont établies en fonction des émissions de polluants (trafic et émissions unitaires) et des critères de qualité de l'air à respecter.

[...]

Les nouveaux parcs de stationnement souterrain et les parcs existants soumis à la réglementation des installations classées doivent être dotés d'une installation de détection de monoxyde de carbone CO, et pour ceux d'une capacité supérieure à 500 véhicules également d'une installation de détection d'oxydes d'azote (NO ou NO₂). [...] Les dispositifs de détection commandent les conditions d'exploitation de l'ouvrage de telle sorte que les critères de qualité de l'air soient respectés.

[...]

Les teneurs en particules fines en suspension étant un paramètre important de la qualité de l'air de ces ouvrages, il convient de développer des études pour la prise en compte de ce critère dans le fonctionnement de la ventilation des ouvrages. »

L'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France du 14 décembre 1998 considère par ailleurs que « le monoxyde de carbone n'est plus totalement représentatif des émissions du parc automobile français, même s'il reste un indicateur important de ce type de pollution, par suite d'un pourcentage élevé de véhicules à moteur Diesel ».

Depuis la suppression de la rubrique 2935 de la nomenclature ICPE, l'arrêté du 9 mai 2006 portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les ERP parcs de stationnement couverts (type PS) fixe donc les dispositions en vigueur. Sont exclus du champ d'application de cet arrêté les parcs de stationnement couverts liés exclusivement à un bâtiment d'habitation et à un bâtiment relevant du Code du travail. Il fixe les prescriptions applicables aux parcs de stationnement couverts pouvant accueillir plus de 10 véhicules à moteur. Le poids en charge de chaque véhicule admis dans ces parcs ne doit pas excéder 3,5 tonnes. **Cet arrêté en vigueur n'intègre pas de valeurs limites de concentration d'un indicateur de pollution atmosphérique et se limite aux dispositions suivantes concernant la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts :**

« La ventilation, dans les parcs de stationnement couverts, est réalisée et surveillée de façon à s'opposer efficacement à la stagnation, même locale, de gaz nocifs ou inflammables.

[...]

Lorsqu'il existe un local d'exploitation ou un poste de sécurité dans le parc, celui-ci dispose d'une installation de ventilation mécanique indépendante.

[...]

Les installations électriques, de désenfumage mécanique, [...] ainsi que les dispositifs de surveillance de la qualité de l'air font l'objet d'une maintenance régulière par un professionnel qualifié.

A ces occasions, il est réalisé des essais de fonctionnement au moins une fois tous les deux ans pour les parcs d'une capacité d'accueil inférieure ou égale à 250 véhicules et une fois tous les ans pour les autres parcs.

Ces installations, à l'exception des dispositifs de surveillance de la qualité de l'air, sont vérifiées lors de leur mise en service puis au moins une fois tous les cinq ans par un organisme agréé. »

Concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs, les arrêtés type n° 331 bis puis n° 2935 fixaient la disposition suivante :

« L'exploitant devra se conformer strictement aux dispositions édictées par le livre II (titre III) (partie législative et réglementaire) du Code du travail et aux textes pris pour son application dans l'intérêt de l'hygiène et de la sécurité des travailleurs. »

L'arrêté du 9 mai 2006 n'intègre pas de dispositions concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts. Ce même arrêté autorise en outre « dans le cadre du fonctionnement normal des parcs de stationnement, sans mesure de sécurité additionnelle, les activités annexes liées à l'automobile, notamment :

- aires de lavage de véhicules ;
- montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.) ;
- location de véhicules, location et stationnement de cycles ;

[...]

La surface totale occupée par les trois premières activités ci-dessus est limitée à 5 % de la surface de l'ouvrage sans dépasser 500 mètres carrés par activité. »

L'avis de l'Afsset du 20 avril 2007 relatif aux recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts (Afsset, 2007), et sollicité par le ministère de la santé et de la protection sociale ainsi que le ministère de l'écologie et du développement durable, recommande en l'état actuel des connaissances :

- « d'intégrer la problématique de la qualité de l'air lors de la conception de nouveaux parcs de stationnement. Outre les besoins liés à la gestion du risque incendie, l'objectif de qualité d'air permettra également d'orienter le choix et le dimensionnement initial de la ventilation des locaux.
- de respecter, pour les parcs de stationnement couverts existants, les critères de qualité de l'air (« valeurs de gestion ») proposés ci-après au moyen de l'indicateur de pollution NO (3 options distinctes sont proposées). Ces propositions visent, pour les usagers et les professionnels, à :

- *éviter les effets liés aux expositions de courte durée (CO et NO₂) ;*
 - *éviter les effets liés aux expositions chroniques aux polluants pour lesquels on considère qu'il existe un seuil d'effet ;*
 - *limiter l'exposition moyenne aux polluants sans seuil induit par la fréquentation des parcs de stationnement couverts (NO₂ en tant qu'indicateur de pollution automobile, particules, benzène).*
- *de limiter l'exposition dans les parcs de stationnement couverts :*
- *en recommandant l'installation des activités professionnelles sédentaires dans des zones spécifiquement ventilées, et en limitant la durée des activités professionnelles au strict nécessaire dans les zones de stationnement et de trafic ;*

[...]

- *d'évaluer périodiquement, tous les cinq ans environ, la qualité de l'air de parcs de stationnement couverts représentatifs, en vue de réviser, le cas échéant, les présentes recommandations, en fonction de l'évolution des émissions.*

Critères de qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts : options proposées - Afsset 2007.

Indicateur de qualité de l'air	Durée	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Implications en terme de risque sanitaire pour une fréquentation de 2 x 15 minutes par jour*	Implications en terme de risque sanitaire pour une fréquentation de 1 à 8 heures par jour**
NO	30 min	800	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérance d'une augmentation de l'exposition journalière au NO₂ comprise entre 10 et 50%, et inférieure à 10% pour les PM • Tolérance d'un excès de risque individuel lié au benzène compris entre 10⁻⁶ et 10⁻⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter les effets « aigus » liés au CO : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 30 mg/m³ de CO sur 1 heure - respect de la valeur cible de 10 mg/m³ de CO sur 8 heures • Eviter les effets chroniques à seuil liés au benzène : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène sur 8 heures • Tolérance d'une augmentation de l'exposition quotidienne au NO₂ supérieure à 100%, et comprise entre 50 et 100% pour les PM • Tolérance d'un excès de risque individuel lié au benzène supérieur à 10⁻⁵
NO	30 min	600	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérance d'une augmentation de l'exposition journalière au NO₂ comprise entre 10 et 50%, et inférieure à 10% pour les PM • Tolérance d'un excès de risque individuel lié au benzène compris entre 10⁻⁶ et 10⁻⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter les effets « aigus » liés au CO : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 30 mg/m³ de CO sur 1 heure - respect de la valeur cible de 10 mg/m³ de CO sur 8 heures • Eviter les effets chroniques à seuil liés au benzène : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène sur 8 heures • Eviter les effets « aigus » liés au NO₂ : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 heure • Tolérance d'une augmentation de l'exposition journalière au NO₂ supérieure à 100% et de 50% pour les PM • Tolérance d'un excès de risque individuel lié au benzène supérieur à 10⁻⁵
NO	30 min	400	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérance d'une augmentation de l'exposition journalière au NO₂ inférieure à 10%, et inférieure à 10% pour les PM • Tolérance d'un excès de risque individuel lié au benzène compris entre 10⁻⁶ et 10⁻⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter les effets « aigus » liés au CO : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 30 mg/m³ de CO sur 1 heure - respect de la valeur cible de 10 mg/m³ de CO sur 8 heures • Eviter les effets chroniques à seuil liés au benzène : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène sur 8 heures • Eviter les effets « aigus » liés au NO₂ : <ul style="list-style-type: none"> - respect de la valeur cible de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 heure • Tolérance d'une augmentation de l'exposition journalière au NO₂ supérieure à 100% et comprise entre 10 et 50% pour les PM • Tolérance d'un excès de risque individuel lié au benzène supérieur à 10⁻⁵

* exposition type d'un usager

** exposition type d'un travailleur

Valeur cible : concentration atmosphérique en polluant dans les parcs de stationnement couverts dont le respect permet de ne pas dépasser un niveau de risque donné.

Annexe 5 : Etude de Coparly sur la mesure de polluants atmosphériques dans les parcs de stationnement – Informations générales

Une campagne de mesures de polluants atmosphériques a récemment été réalisée par le Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique dans le Rhône et la région Lyonnaise (Coparly) dans 25 parcs de stationnement situés dans l'agglomération lyonnaise (Coparly, 2010). Cette étude s'inscrit dans un programme plus large d'évaluation de la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts. L'objectif de ce premier volet d'étude est d'obtenir une vision globale, au terme d'une année, de la qualité de l'air d'un ensemble de parkings lyonnais, en partenariat avec Lyon Parc Auto.

A l'intérieur des parkings, trois points ont fait l'objet de mesures :

- 2 niveaux de parkings différents : niveau le plus bas (ou le plus haut pour les parcs en superstructure), niveau le plus circulé (les passages piétons ont été privilégiés) ;
- un lieu de travail (cabine, caisse).

En air intérieur, il n'existe pas de recommandations concernant l'échantillonnage temporel. Dans le cadre de cette étude, il a été choisi de suivre la directive relative à l'air extérieur (minimum 14% de l'année). Quatre campagnes de 2 semaines de mesures réparties sur une durée de 1 an ont été réalisées :

- Campagne 1: du 7 au 21 octobre 2008
- Campagne 2 : du 3 au 17 février 2009 (Vacances scolaires du 8 au 22 février)
- Campagne 3: du 28 avril au 12 mai 2009
- Campagne 4 : du 23 juin au 7 juillet 2009

La réalisation de 4 campagnes permet d'appréhender les variations potentielles de concentration et de mieux comprendre les facteurs influençant la qualité de l'air.

Le dioxyde d'azote (NO₂) et le benzène ont été mesurés par tube à diffusion passive sur une durée :

- d'une semaine pour le NO₂ (concentration moyenne sur une semaine) ;
- de deux semaines pour le benzène (concentration moyenne sur 2 semaines).

Le toluène, éthylbenzène et les xylènes ont également été analysés.

A noter que les données de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes ont été invalidées lors de la campagne 1.

Afin d'évaluer le niveau d'incertitude sur les mesures :

- les mesures de NO₂ par tube passif ont été comparées avec les mesures par analyseur automatique. Ces données complémentaires ont été recueillies dans le cadre de l'étude d'un parking témoin (équipé de moyens de mesures automatiques) ;

Concentration de NO ₂ (en µg.m ⁻³ à 20°C)		Ecart en %
Tube passif	Analyseur (méthode de référence)	
203	203	0,1
234	205	14,2
220	216	1,9
193	184	4,7

- des tests de répétabilité des mesures de NO₂ et benzène ont été réalisés avec la mise en place de triplets sur deux points de mesures lors des deux dernières campagnes.

Benzène	En %
Ecart maximum entre deux tubes situés au même point	9,8
Ecart moyen entre deux tubes situés au même point	5,0

NO₂	En %
Ecart maximum entre deux tubes situés au même point	5,5
Ecart moyen entre deux tubes situés au même point	1,7

Par ailleurs, concernant le monoxyde de carbone (CO), les concentrations atmosphériques ont été mesurées par des capteurs portatifs (un capteur porté par un membre du personnel ou laissé dans le local en l'absence de personnel). Ces données ont été enregistrées en continu avec un pas de temps de 3 minutes pendant une semaine par parc à chaque campagne. Les données sur la campagne 1 ne sont disponibles que pour la moitié des parcs environ (problème technique).

Dans un second volet d'étude, d'autres polluants, dont les poussières en suspension, seront mesurés dans un parking témoin.

Annexe 6 : Dépassement des « valeurs cibles Afsset » limitant les risques pour la santé des travailleurs dans les parcs de stationnement (Coparly, 2009)

Les graphiques et tableau ci-après présentent des résultats de la campagne de mesures de polluants atmosphériques récemment réalisée par le Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique dans le Rhône et la région Lyonnaise (Coparly) dans un nombre relativement important de parcs de stationnement (Coparly, 2009). Ces résultats portent sur les dépassements des « valeurs cibles » qui correspondent à des concentrations atmosphériques dont le respect permet de ne pas dépasser un niveau de risque sanitaire donné pour les travailleurs. Ces « valeurs cibles » ont été élaborées dans le cadre de la première expertise menée par l'Afsset (Afsset, 2007).

Pour le benzène, il s'agit de la valeur cible dont le respect correspond à la tolérance d'un excès de risque individuel inférieur à 10^{-5} pour les effets sans seuil liés à une exposition au benzène (soit un cas supplémentaire attendu de leucémie pour 100000 individus exposés).

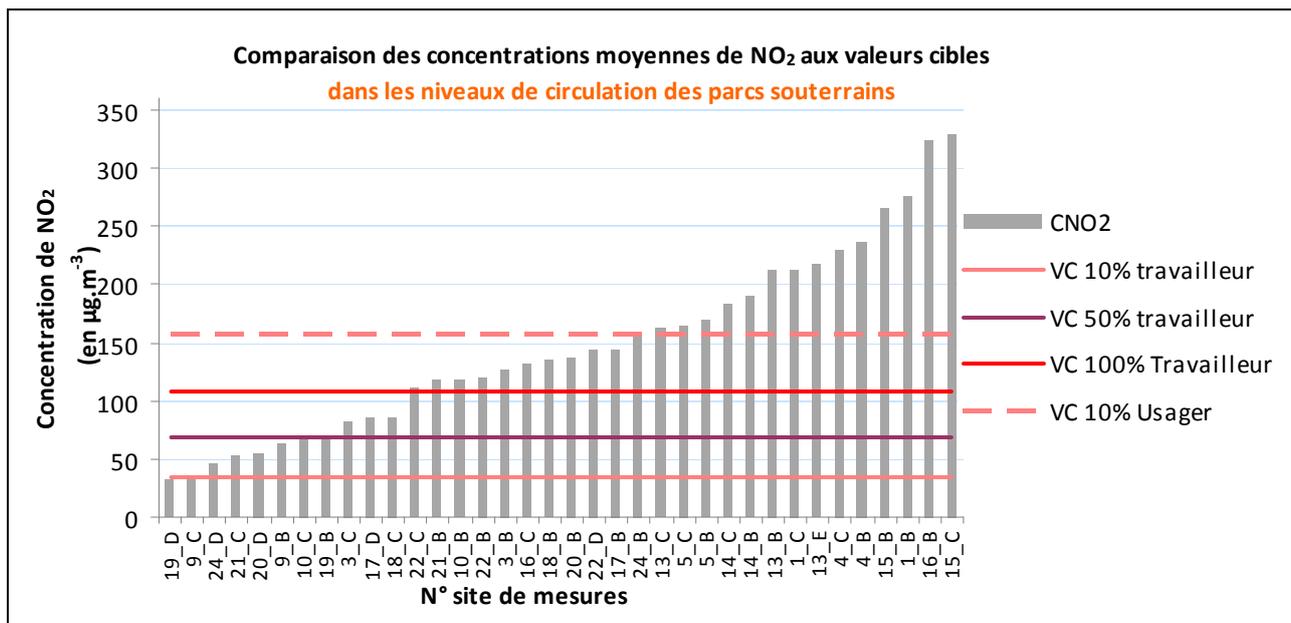
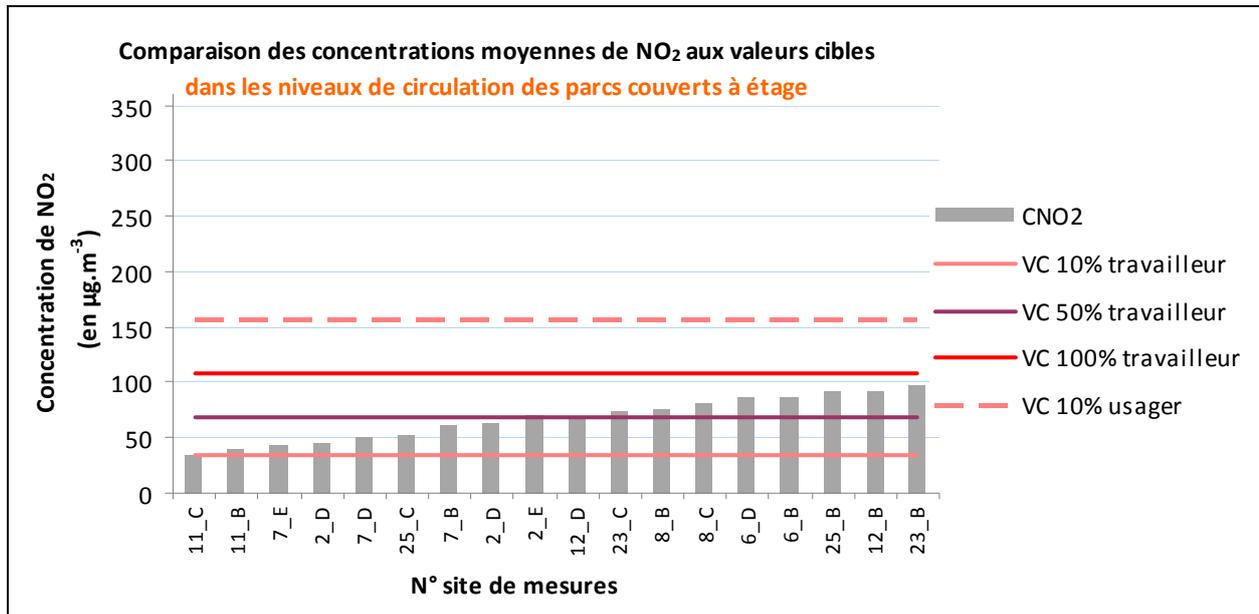
Pour le dioxyde d'azote (NO_2), il s'agit des valeurs cibles dont le respect correspond à la tolérance d'un excès d'exposition journalier au dioxyde d'azote de 10% (valeur cible la plus restrictive), 50% et 100% (valeur cible la moins restrictive). Le dioxyde d'azote peut présenter des effets toxiques sur le système respiratoire, incluant immunodéficience et exacerbation de l'hypersensibilité bronchique chez les asthmatiques.

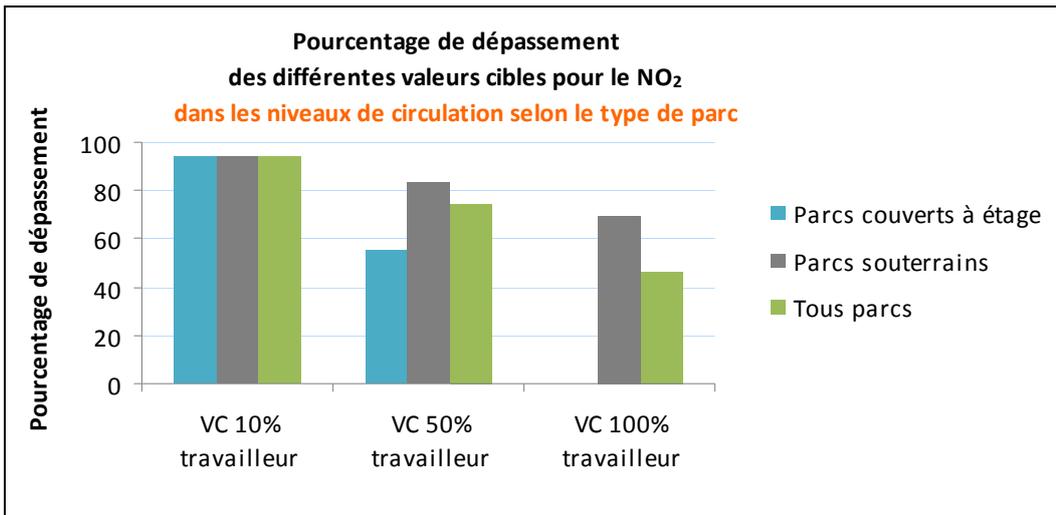
Pour le NO_2 et le benzène, les fréquences de dépassement rapportées ci-après pourraient être sous-estimées. En effet, la moyenne des concentrations (moyenne des concentrations mesurées sur les quatre campagnes, soit en continu sur 1 semaine pour le NO_2 et sur 2 semaines pour le benzène), qui est ici comparée aux valeurs cibles, est potentiellement plus faible qu'une exposition moyenne sur 8 heures en journée sur laquelle les valeurs cibles ont été construites.

Pour le monoxyde de carbone (CO), il s'agit des valeurs cibles dont le respect correspond à éviter les effets liés à une exposition aiguë au CO. Le respect de la valeur cible doit protéger les non fumeurs d'âge moyen et âgés présentant une coronaropathie (documentée ou latente) du risque d'infarctus du myocarde, ainsi que les fœtus de femmes enceintes non fumeuses contre les effets hypoxiques.

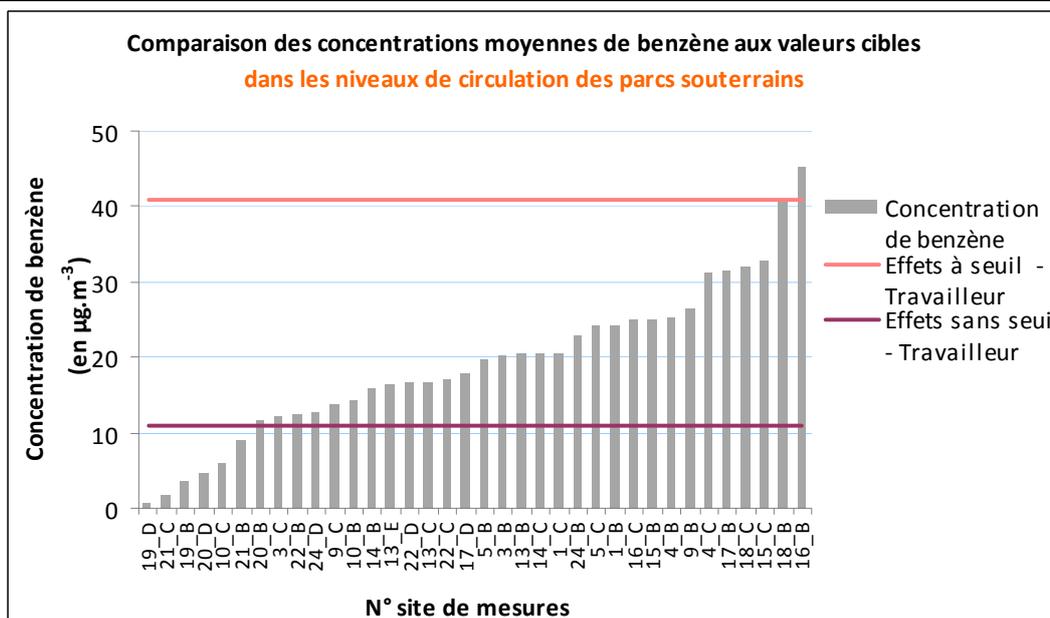
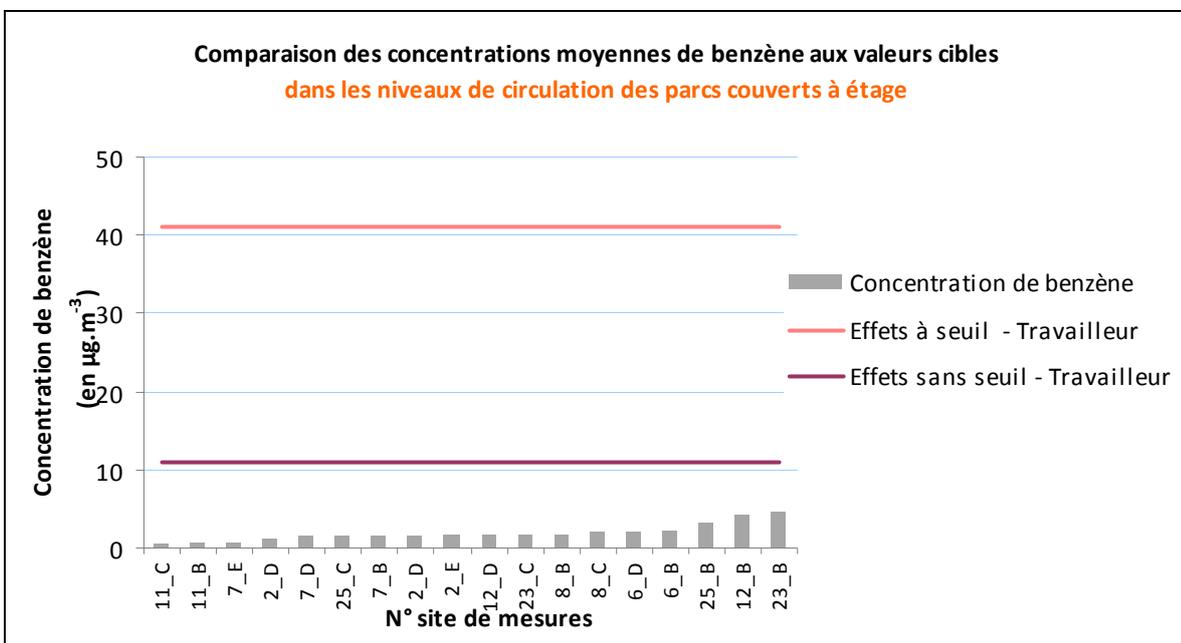
Dans les niveaux de circulation automobile :

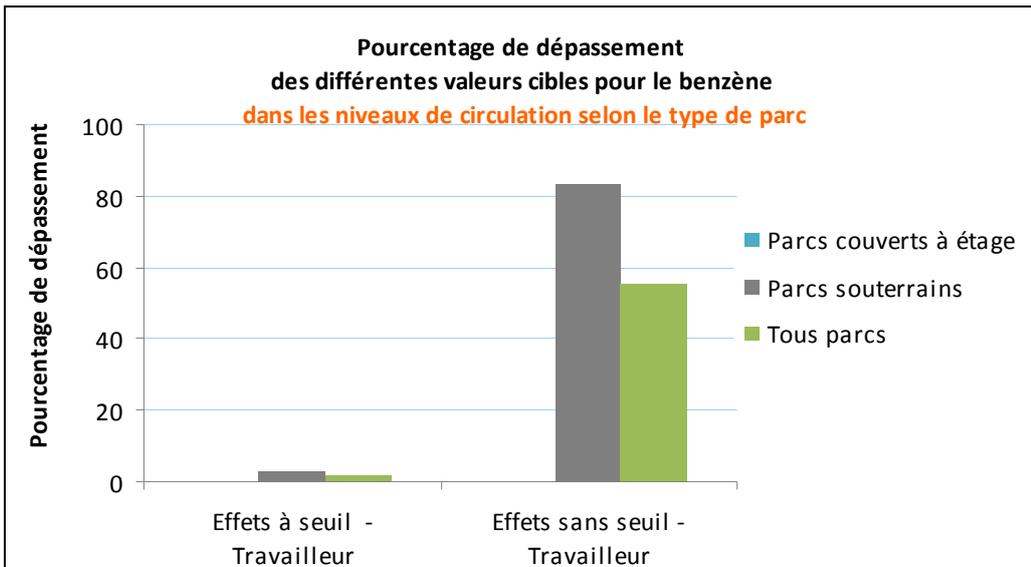
- NO₂





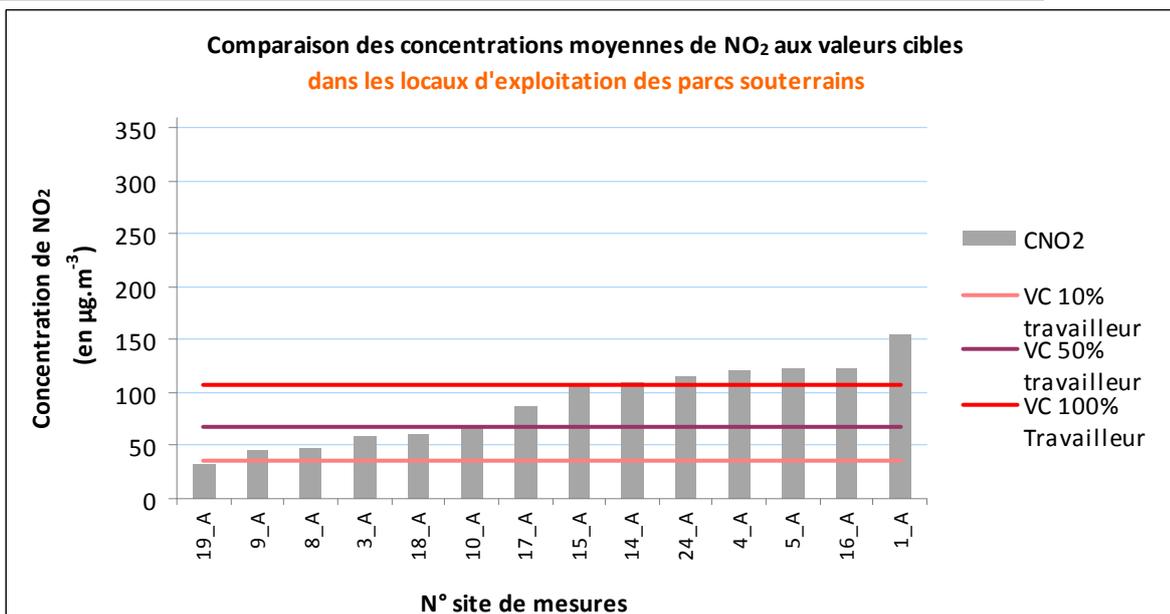
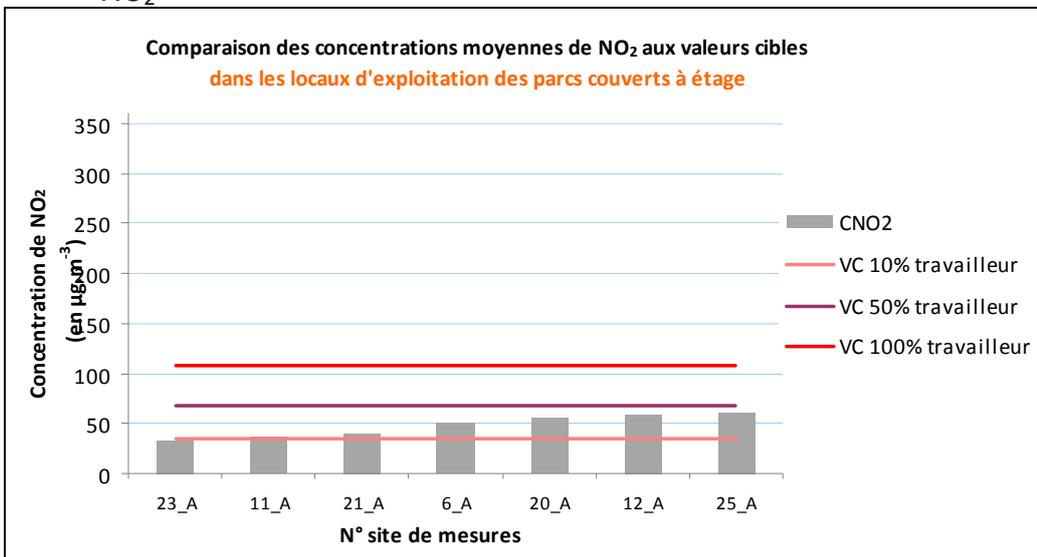
▪ Benzène

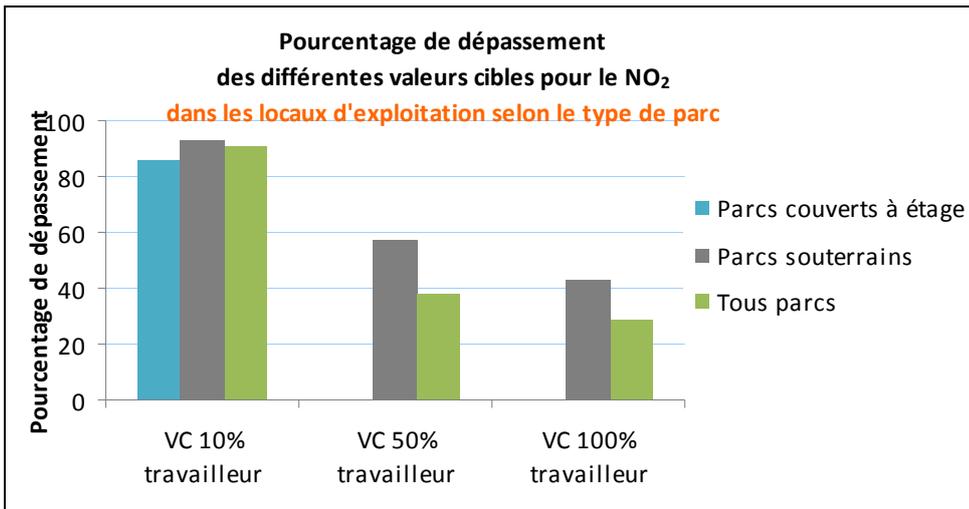




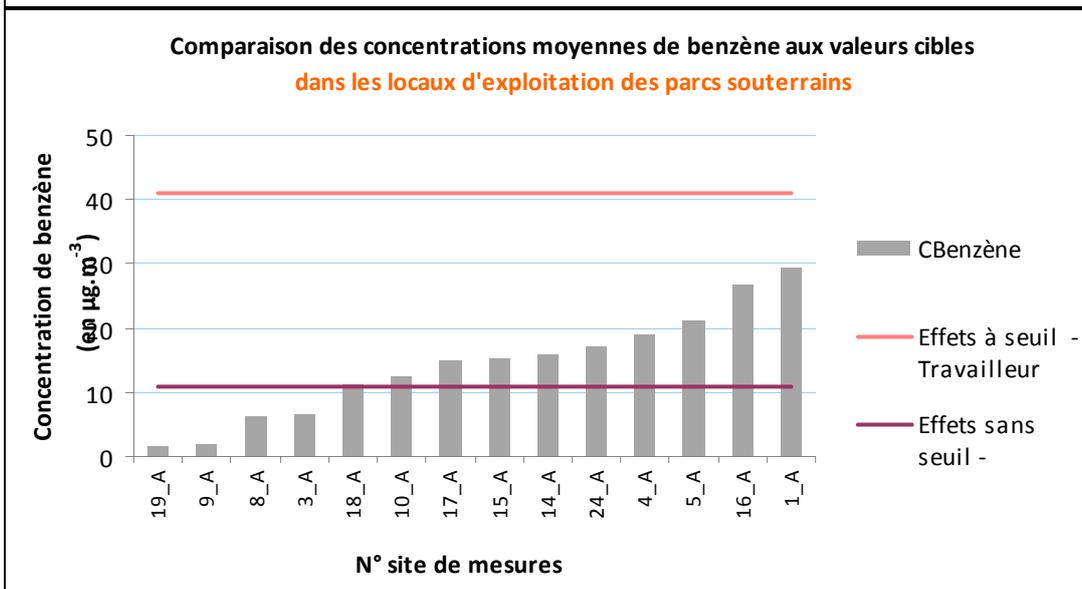
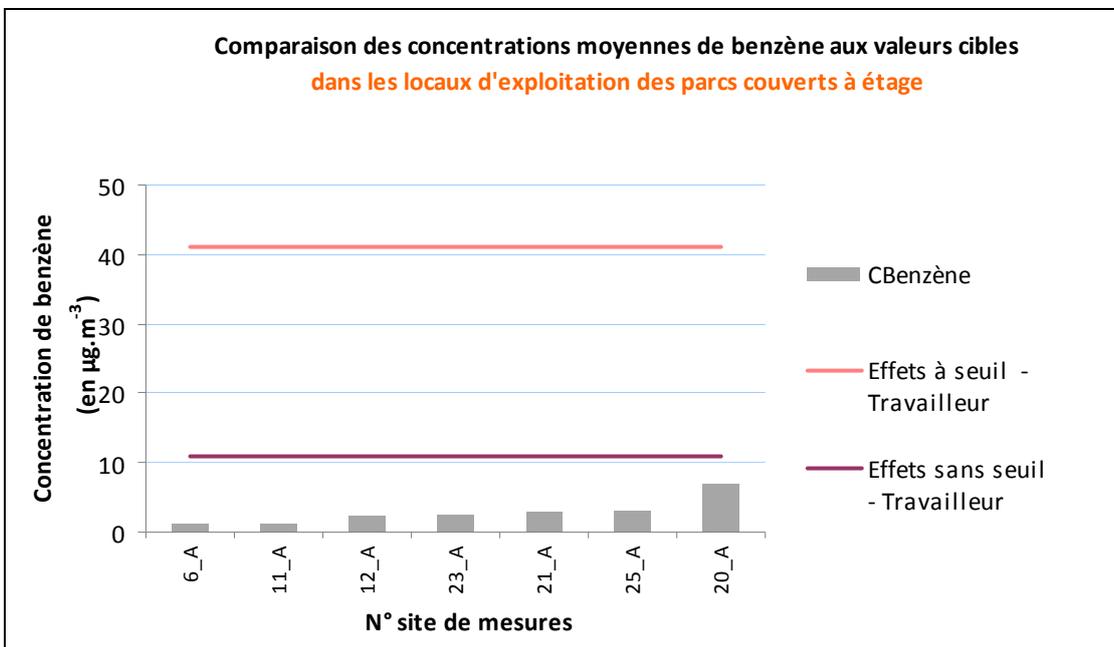
Dans les locaux d'exploitation :

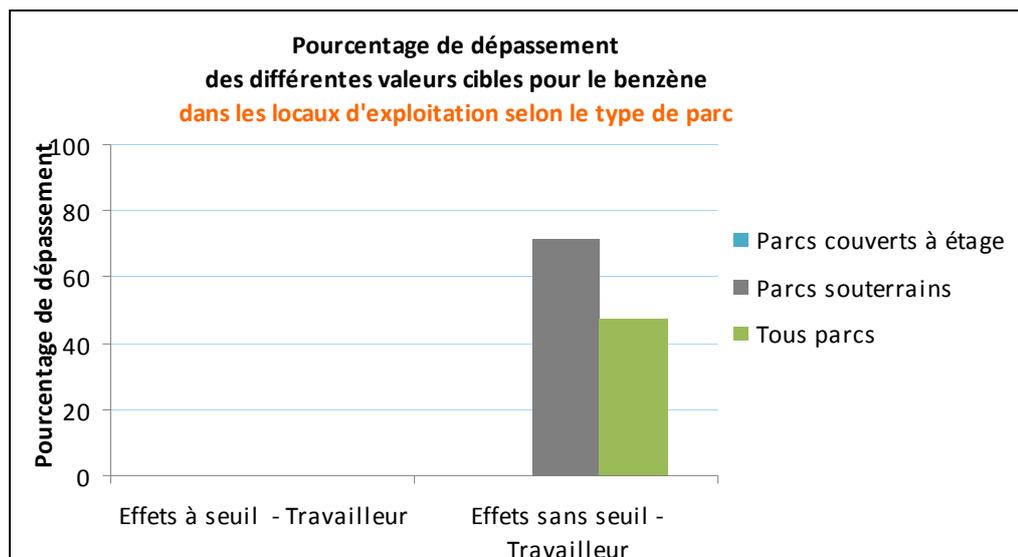
- NO₂





▪ Benzène





Cas du CO :

Concernant le monoxyde de carbone (CO), les concentrations atmosphériques ont été mesurées par des capteurs portatifs (un capteur porté par un membre du personnel ou laissé dans le local en l'absence de personnel). Les commentaires qualitatifs rapportés par Coparly sur les dépassements des valeurs cibles aigues du CO sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Comparaison aux valeurs cibles

Moyenne sur 15 minutes	La valeur cible est dépassée que très ponctuellement sur quelques parcs, elle peut être liée à une activité particulière sans que celle-ci ait pu être toujours identifiée.
Moyenne sur 30 minutes	La valeur cible est dépassée que très ponctuellement sur quelques parcs, le dépassement de cette valeur est souvent liée à un pic inférieur à 30 minutes qui entraîne une moyenne supérieure à la valeur à ne pas dépasser sur 30 minutes.
Moyenne sur 1 heure	La valeur cible est dépassée ponctuellement sur quelques parcs, il s'agit parfois d'un pic sur une durée bien inférieure à 1 h, et quelquefois de valeurs plus homogènes et supérieures à la valeur durant 1 heure consécutive. Sur une semaine de mesures, cette situation est observée 1 à 2 fois sur quelques parcs
Moyenne sur 8 heures	La valeur cible sur 8 heures en revanche est la valeur cible la plus couramment dépassée, elle peut être dépassée sur des parcs qui n'ont dépassé aucune des autres valeurs cibles. Dans tous les parcs souterrains, cette valeur a été dépassée au moins une fois. Dans 4 parcs, les concentrations enregistrées ont dépassé la valeur cible sur 8 heures pendant plus de 50% du temps pendant au moins une campagne. A noter : les données de CO sont globalement plus élevées en période hivernale, ce qui pourrait être engendré par la surémission des moteurs en cas de températures froides.

Annexe 7 : Enquête Afsset - Méthode d'identification du code NAF le plus adapté

Après avoir passé en revue l'ensemble des codes NAF (Nomenclature d'Activités Françaises) et PCS (nomenclature des Professions et Catégories Socioprofessionnelles), aucun ne se rapporte spécifiquement aux activités de gestion ou d'exploitation de parc de stationnement.

La base de données SIRENE® de l'INSEE permet d'identifier des définitions d'activité à un niveau plus détaillé que la codification NAF, bien que l'information ne soit pas codifiée. Elle permet en effet de rechercher, par mots clefs ou expression dans la NAF, des définitions d'activité et la sous-classe NAF (degré de codification le plus fin de la NAF) dans laquelle elles sont incluses.

Ainsi, les recherches sur cette base de données avec les mots clefs « stationnement » et « parking » ont abouti aux résultats ci-dessous :

52.21Z Services auxiliaires des transports terrestres

Cette sous-classe comprend	Cette sous-classe comprend aussi
<ul style="list-style-type: none"> - les activités liées au transport terrestre de personnes, d'animaux ou de fret : . l'exploitation de terminaux tels que gares ferroviaires, gares routières, terminaux de manutention de fret . l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire . l'exploitation à péage d'autoroutes et ouvrages d'art . l'exploitation d'aires de stationnement, de parcs à voitures ou à vélos, d'entreposage de caravanes durant l'hiver - les services de poussage ou de remorquage ferroviaire - les services de remorquage et d'assistance routière 	<ul style="list-style-type: none"> - la liquéfaction du gaz en vue de son transport, hors du site d'extraction

41.10C Promotion immobilière d'autres bâtiments

Cette sous-classe comprend	Cette sous-classe comprend aussi
<ul style="list-style-type: none"> - la promotion immobilière de tous types de bâtiments non résidentiels exceptés les bâtiments destinés à l'usage de bureaux : . bâtiments destinés à abriter des activités de production industrielle, par exemple usines, ateliers, usines d'assemblage, etc. . hôpitaux, écoles . hôtels magasins, centres commerciaux, restaurants . bâtiments aéroportuaires . salles de sport . parkings couverts et souterrains . entrepôts . bâtiments religieux 	

42.11Z Construction de routes et autoroutes

Cette sous-classe comprend	Cette sous-classe comprend aussi
<ul style="list-style-type: none"> - la construction d'autoroutes, de routes, de chaussées et d'autres voies pour véhicules et piétons - les travaux de revêtement de chaussées, ponts ou tunnels : <ul style="list-style-type: none"> . asphaltage des chaussées . marquage à la peinture des chaussées et autres travaux de marquage . installation de barrières de sécurité, de panneaux de circulation, etc. - la construction de pistes d'atterrissage - la construction de pistes cyclables 	<ul style="list-style-type: none"> - la pose de glissières de sécurité et des panneaux de signalisation routière - le marquage au sol des chaussées et des parcs de stationnement

41.20B Construction d'autres bâtiments

Cette sous-classe comprend	Cette sous-classe comprend aussi
<ul style="list-style-type: none"> - les entreprises générales de construction ou "tous corps d'état" prenant la responsabilité globale de la construction d'un bâtiment autre qu'une maison individuelle - la construction d'immeubles à appartements, y compris tours d'habitations - la construction de bâtiments non résidentiels de tous types : <ul style="list-style-type: none"> . bâtiments destinés à abriter des activités de production industrielle, par exemple usines, ateliers, usines d'assemblage, etc. . hôpitaux, écoles, bureaux . hôtels, magasins, centres commerciaux, restaurants . bâtiments aéroportuaires . salles de sport couvertes . parkings couverts et souterrains . entrepôts . bâtiments religieux - l'assemblage et la construction d'ouvrages préfabriqués sur les chantiers 	

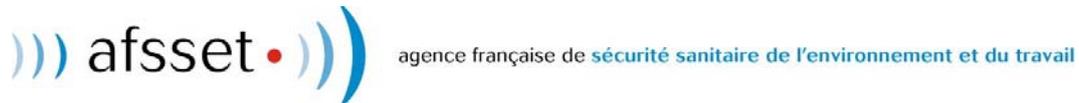
43.21A Travaux d'installation électrique dans tous locaux

Cette sous-classe comprend	Cette sous-classe comprend aussi
<ul style="list-style-type: none"> - l'installation de : . câbles et appareils électriques . câbles de télécommunications . câblage de réseau informatique et de télévision par câble, y compris les fibres optiques . systèmes paraboliques . systèmes d'éclairage - le montage des antennes d'immeubles - l'installation des systèmes d'alimentation de secours (groupes électrogènes) . systèmes d'alarme incendie . systèmes d'alarme contre les effractions - l'installation de systèmes électriques de paiement pour parking 	

Ces définitions d'activité ne paraissent toutefois pas directement utilisables pour un recensement efficace des établissements gérant ou exploitant un parc de stationnement dans la mesure où, d'une part certaines activités en sont éloignées (exemple : la construction de parkings couverts et souterrains), d'autre part les définitions d'activités qui s'en rapprochent couvrent un champ d'activités non souhaitées trop vaste (exemple : l'exploitation d'aires de stationnement, de parcs à voitures ou à vélos, d'entreposage de caravanes durant l'hiver).

Un tri des « fichiers entreprise » répondant à la sous-classe NAF 5221Z et collectés auprès des Chambres de Commerce et de l'Industrie (CCI) a donc été réalisé par l'AFSSET, pour ne retenir que les établissements/entreprises gérant ou exploitant de parc de stationnement.

Annexe 8 : Enquête Afsset - Questionnaire d'enquête



Questionnaire d'enquête relatif à la caractérisation des populations de travailleurs exposés à l'air des parcs de stationnement couverts

❖ GLOSSAIRE ❖

*Les termes en gras ci-dessous sont identifiés par un « * » dans le questionnaire. Ces définitions sont soit issues du « Glossaire du stationnement » publié sur le site Internet de la société d'ingénierie du stationnement SARECO (<http://www.sareco.fr/glossaire.htm>), soit issues de la réglementation incendie dans les ERP. Certaines définitions sont reprises du guide méthodologique "Les enquêtes de stationnement" édité par le CERTU (novembre 1997, réédité en octobre 2000).*

Parc de stationnement couvert : Etablissement couvert surmonté d'un plancher, d'une toiture, d'une terrasse ou d'une couverture quelle que soit sa nature. Il est destiné au remisage des véhicules à moteur et de leur remorque. Le plancher supérieur ou la terrasse peut aussi être destiné au remisage des véhicules.

Parc de stationnement largement ventilé (réglementation incendie dans les ERP) : Parc de stationnement à un ou plusieurs niveaux, ouvert en façades et remplissant simultanément les conditions suivantes :

- à chaque niveau, les surfaces d'ouverture dans les parois sont placées au moins dans deux façades opposées. Ces surfaces sont au moins égales à 50 % de la surface totale de ces façades. La hauteur prise en compte est la hauteur libre sous plafond ;
- la distance maximale entre les façades opposées et ouvertes à l'air libre est inférieure à 75 mètres ;
- à chaque niveau, les surfaces d'ouverture dans les parois correspondent au moins à 5 % de la surface de plancher d'un niveau.

Parc relais : Parc de stationnement réalisé à proximité d'une station de transports collectifs et conçu pour inciter les automobilistes à utiliser les transports collectifs. Synonymes : PSR (Parc de Stationnement Régional), PIR (Parc d'Intérêt Régional), parc de liaison, parc de dissuasion, parc de rabattement...

Parc résidentiel : Parc destiné surtout au stationnement de longue durée d'une clientèle de résidents.

Parc rotatif : Parc destiné surtout à une clientèle occasionnelle, avec des besoins de stationnement de courte durée (quelques heures). Synonyme : parc horaire.

❖ INFORMATIONS GENERALES ❖

Date de réponse au questionnaire (j/m/a) :

Nom du contact : Fonction du contact :

Nom du parc : Adresse du parc : Code postal : Ville :

Parc de stationnement couvert* : OUI NON

Parc de stationnement largement ventilé* : OUI NON

Ne pas renseigner la suite du questionnaire si le parc n'est pas couvert ou est largement ventilé.

❖ TYPOLOGIE DU PARC ❖

Type de parc (cocher une seule case correspondant au type qui caractérise le mieux l'activité du parc considéré) :

- parc annexe ou lié à un magasin de vente ou à un centre commercial
- parc rotatif* dédié au stationnement urbain
- parc relais*
- parc annexe ou lié à une gare ferroviaire (trains nationaux, trains internationaux)
- parc annexe ou lié à un aéroport
- parc annexe ou lié à un établissement de soins (hôpital, ...)
- parc annexe ou lié à un lieu de travail, et réservé aux travailleurs et visiteurs
- parc résidentiel*
- Autre type. Veuillez préciser si parc annexe ou lié à *[liste déroulante]* :

salle pour conférences, réunions ou spectacles
 administration, banque ou bureaux
 musée
 salle de danse ou salle de jeux
 restaurant ou débit de boisson
 hôtel ou pension de famille
 bibliothèque ou centre de documentation
 salle d'exposition
 établissement d'enseignement ou centre de vacances
 structure accueillent personnes âgées, handicapées
 autre

Ne pas renseigner la suite du questionnaire, si :

- le parc est annexé ou lié à un lieu de travail, et est réservé aux travailleurs et visiteurs ;
- ou si le parc est résidentiel.

❖ CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC ❖

Nombre total de places de stationnement du parc :

Nombre de niveaux de stationnement du parc :

Parc *[liste déroulante]* en infrastructure (niveaux souterrains)
 en superstructure (niveaux surélevés)
 mixte (niveaux souterrains et surélevés)
 au sol

Trafic journalier - *Veillez renseigner :*

soit : - Nombre de sorties (au total) : moyen = véh/j maximal = véh/j

soit : - Nombre de sorties payantes : moyen = véh/j maximal = véh/j

- Nombre d'abonnés au parc :

- Nombre de sorties par abonné (approximation) : moyen = véh/j

Année de construction du parc de stationnement :

Année de la dernière rénovation⁴² du parc de stationnement :

⁴² Est entendu par rénovation, uniquement les modifications majeures susceptibles de modifier sensiblement la qualité de l'air à l'intérieur du parc.

❖ NOMBRE DE TRAVAILLEURS ❖

Nombre de travailleurs exerçant régulièrement dans ce parc uniquement⁴³ :

Nombre de travailleurs exerçant régulièrement dans ce parc ainsi que dans d'autres parcs⁴⁴ :

Estimation du nombre moyen de parcs dans lesquels ces travailleurs exercent régulièrement :

❖ ACTIVITES PROFESSIONNELLES ❖

Dans le tableau qui suit :

- Cocher les activités professionnelles exercées au sein du parc

- Renseigner le nombre de travailleurs en charge de ces activités

Le nombre de travailleurs est à renseigner pour une activité donnée. Pour les travailleurs en charge de plusieurs activités, comptabiliser ces travailleurs pour chacune des activités qu'ils exercent (par exemple : pour un travailleur chargé de l'accueil et la surveillance générale, le comptabiliser dans le nombre de travailleurs se rapportant à chacune de ces deux activités). A défaut, les nombres de travailleurs renseignés peuvent être des approximations.

- Renseigner les durées de travail pour ces activités

Les durées pour une activité donnée sont à renseigner en heures par jour de travail (en moyenne), en jours par an (en moyenne) et en nombre d'années travaillées (en moyenne et au maximum). A défaut, les durées renseignées peuvent être des approximations.

Pour les travailleurs exerçant dans plusieurs parcs, tenir compte des durées de travail sur l'ensemble des parcs.

- Renseigner si les activités impliquent en majorité du personnel travaillant soit dans un seul parc, soit dans plusieurs parcs

Merci de renseigner dans l'encadré les informations suivantes uniquement pour les établissements (autres que l'exploitant) dont les données n'ont pu être recueillies dans le tableau : nom de l'établissement, adresse du siège social de l'établissement, nom et fonction d'un contact, n° de téléphone, adresse e-mail.

⁴³ Ce nombre comprend le nombre approximatif des salariés de l'établissement exploitant et le nombre approximatif des salariés des autres entreprises exerçant dans le parc.

⁴⁴ Ce nombre comprend le nombre approximatif des salariés de l'établissement exploitant et le nombre approximatif des salariés des autres entreprises exerçant dans le parc ainsi que dans d'autres parcs.

Activités professionnelles exercées au sein du parc	Nb de travailleurs	Durée de travail ⁴⁵		Nombre d'années travaillées		Travailleurs exerçant en majorité :
		h/j (moy)	j/an (moy)	moy	max	
Activités d'exploitation du parc de stationnement						<i>[Liste déroulante]</i>
Accueil (péagiste, ...)	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Surveillance générale	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Surveillance incendie	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Petit entretien courant du parc	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Nettoyage du parc de stationnement	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Activités d'entretien et maintenance des équipements du parc de stationnement						
Ventilation, désenfumage	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Barrières et équipements de péage	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Autres services aux usagers						
Location de véhicules, auto-partage	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Nettoyage de véhicules	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Réparation de véhicules et autre entretien de véhicules, montage de petits équipements et accessoires automobiles (autoradio, pare-brise, attelage, etc.)	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Distribution de carburants en station-service	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs
Vente aux usagers (extension de surface de vente du magasin/centre commercial attenant au parc)	<input type="checkbox"/>					dans un seul parc dans plusieurs parcs

⁴⁵ Pour les travailleurs exerçant dans plusieurs parcs de l'établissement, tenir compte de la durée totale de travail.

Annexe 9: Enquête Afsset - Villes d'implantation des parcs inclus dans l'étude

Ville	Nombre de parcs		
AGEN	1	PERPIGNAN	1
AMIENS	1	POISSY	1
ANTONY	1	RAMBOUILLET	1
AVIGNON	3	REIMS	4
BEZIERS	2	ROUEN	5
BIARRITZ	2	SAINT DENIS	1
BORDEAUX	5	SAINT GERMAIN EN LAYE	3
BOULOGNE		SAINT JEAN DE LUZ	2
BILLANCOURT	2	SAINT PAUL DE VENCE	1
BOURG LA REINE	1	SAINT QUENTIN	1
CAEN	4	SAINT-ETIENNE	5
CANNES	8	SETE	1
CHALON SUR SAONE	2	SURESNES	3
CHAMBERY	2	TARBES	1
CHATOU	1	TOULON	7
CLERMONT-FERRAND	1	TOULOUSE	11
COMPIEGNE	2	TOURS	4
DEAUVILLE	1	TROYES	3
ENGHIEN-LES-BAINS	2	VALENCE	4
EVRY	1	VALLAURIS	1
FONTAINBLEAU	2	VERSAILLES	2
GRENOBLE	3	VICHY	1
HYERES	1	VILLEURBANNE	1
IVRY SUR SEINE	1		
LA PLAGNE	2	TOTAL parcs	292
LIBOURNE	1	TOTAL villes	68
LILLE	8		
LIMOGES	3		
LYON	19		
MAISONS-LAFFITTE	1		
MARSEILLE	7		
MENTON	2		
METZ	6		
MONTPELLIER	3		
MONTREUIL	1		
MULHOUSE	1		
NANCY	5		
NANTERRE	5		
NANTES	7		
NARBONNE	2		
NICE	16		
NIMES	3		
NOISY LE GRAND	1		
ORLEANS	9		
PARIS	74		
PERIGUEUX	3		

Annexe 10: Rapport de l'Anact : Activité professionnelles et qualité de l'air dans les parcs couverts de stationnement.



Activités professionnelles et qualité de l'air des parcs couverts de stationnement

Convention AFSSET n°2008_CRD_40
Rapport final

Benoît Grandjacques

Juillet 2009

1

Sommaire

1- Contexte et demande	p. 3
2- Méthodologie	p. 4
2.1 Périmètre d'étude	p. 4
2.2 Choix des activités à analyser	p. 4
2.3 Choix des sites	p. 5
2.4 Analyse des activités de travail	p. 8
2.5 Distinction des environnements de travail en 5 zones	p. 10
3- Résultats des analyses d'activités exercées dans les parcs de stationnement couverts	p. 12
3.1 Préambule	p. 12
3.2 Maintenance électrique	p. 13
3.3 Lavage de voitures	p. 20
3.4 Location de vélos	p. 24
3.5 Location de voitures	p. 25
3.6 Exploitation du parc	p. 25
3.7 Synthèse sur les durées d'exposition par activité et zone de travail	p. 28

1- Contexte et demande

L'ANACT se voit confier par l'AFSSET¹ une mission d'évaluation des conditions d'exposition à l'air des parcs de stationnement couverts pour les travailleurs y exerçant régulièrement.

Un premier rapport d'expertise réalisé par l'AFSSET a souligné que les niveaux de qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts pouvaient être délétères pour des professionnels exerçant une activité régulière dans ces lieux (« *il ne paraît pas techniquement possible de parvenir à une qualité d'air compatible avec une présence humaine prolongée* »). Suite à ces conclusions, la direction générale du travail (DGT) a saisi l'AFSSET sur les conditions d'exposition des travailleurs qui exercent régulièrement à l'intérieur des parcs couverts de stationnement.

L'AFSSET sollicite l'ANACT pour contribuer à fournir des données issues de l'observation sur le terrain et l'analyse de différentes activités de travail pratiquées dans ces lieux. Les présents travaux ne consistent pas à mesurer des concentrations de polluants dans l'air de ces ouvrages, ce type de mesures ayant déjà été réalisé dans le cadre de la première expertise de l'AFSSET.

Il s'agit aussi de permettre à la DGT d'envisager une évolution de la réglementation, tant des activités actuelles que des activités futures ou en développement, dans le double but de limiter l'exposition des travailleurs à une atmosphère insalubre et d'aider à la conception de parcs de stationnement contribuant à limiter cette exposition.

Ce travail consiste également à :

- repérer des paramètres qui améliorent ou dégradent l'exposition aux polluants atmosphériques : cas d'essoufflement (hyper ventilation pulmonaire), horaires de travail par rapport aux pics de pollution, déplacements en passant par des zones moins saines (par exemples les zones de stationnement et de trafic), choix des lieux de travail, etc ;
- et déterminer en quoi ils sont en lien avec l'activité de travail : se baisser, se rendre dans le parking aux heures de pointe, manipuler des produits nocifs tels que les carburants ou la peinture, etc.

¹ Cf. Annexe 1 : courrier de saisine de la DGT ; Annexe 2 : courrier de saisine de l'AFSSET.

2- Méthodologie

2.1 Périmètre d'étude

L'objectif est de fournir à l'AFSSET des données permettant de mieux appréhender les durées et les conditions d'exposition des salariés dans l'environnement des parcs de stationnement. L'étude doit aider les spécialistes à appréhender les situations conduisant à des expositions aiguës (quelques secondes à quelques jours), subchroniques (quelques jours à quelques années) ou chroniques (quelques années à l'ensemble des années d'une vie professionnelle).

Au-delà, les pouvoirs publics peuvent avoir besoin de comprendre comment les professionnels du stationnement agissent dans ce milieu, en tenant compte ou non de la qualité de l'air.

Un comité de suivi de l'étude a été constitué. Il se compose des deux équipes AFSSET et ANACT ainsi que de :

- David Vernez, adjoint au chef du département Expertises en Santé Environnement-travail de l'AFSSET,
- Jack Bernon, responsable du département Santé et Travail de l'ANACT.

Il s'est réuni :

- Au lancement de l'action, le 4 décembre 2008, de façon à échanger sur les travaux déjà entrepris à l'AFSSET comme à l'ANACT, et à valider les hypothèses et les choix des situations de travail à analyser,
- Au cours des observations des situations de travail, le 1^{er} avril 2009
- A la fin des analyses, le 28 mai 2009, avant la rédaction du présent rapport.

2.2 Choix des activités à analyser

La première étape s'intéressait aux activités professionnelles qui semblaient a priori les plus exposées, du fait que ces activités impliquaient des périodes prolongées de travail dans les zones de stationnement ou de circulation, y compris pendant les pics de circulation (notamment les laveurs de voiture). Ce premier temps consistait à repérer et comprendre le travail de ces opérateurs.

La seconde étape consistait à analyser l'activité de travail de personnes qui semblent a priori moins exposées dans les métiers du parking pour trois raisons :

- ① travail dans les zones de stationnement ou de circulation (zones a priori les plus polluées) en dehors des pics de circulation,
- ② travail en locaux ventilés indépendamment des zones de stationnement ou de circulation,
- ③ et / ou travail dans les zones de stationnement ou de circulation sur des périodes limitées mais cumulées, séparées par des temps de déplacement, d'atelier ou de bureau en dehors des parcs de stationnement.

Au final, le comité de suivi du 4 décembre 2008 a retenu l'analyse a minima des trois activités professionnelles suivantes :

- Exploitation (accueil, surveillance)
- Lavage de voiture
- Maintenance électrique

Des entretiens ont eu lieu également avec des loueurs de voitures ou de vélos.

Les analyses se sont concentrées sur les temps d'exposition et les déterminants de la présence des opérateurs dans les zones les plus exposées.

2.3 Choix des sites

Des travaux préalables, s'appuyant notamment sur l'audition de la Fédération Nationale des Métiers du Stationnement (FNMS) du 9 septembre 2008, ont permis à l'AFSSET de préciser le champ de l'étude : les parcs de stationnement à la fois couverts² et non largement ventilés³ d'une capacité supérieure ou égale à 200 places de stationnement et ayant une mission de service publique du stationnement. En effet, pour les parcs annexes ou liés à un lieu de travail et réservés aux travailleurs et visiteurs, ainsi que pour les parcs résidentiels⁴, si on ne peut prétendre à l'absence de travailleurs exerçant régulièrement dans ces parcs, leur nombre semble toutefois pouvoir être considéré comme très limité par rapport au nombre de travailleurs dans les parcs ayant une mission de service publique du stationnement (parcs de type ERP). Par ailleurs, il est raisonnable d'estimer, pour des raisons économiques, qu'en deçà d'une capacité de 200 places de stationnement, les parcs ne comportent généralement pas de travailleurs réguliers.

A l'intérieur de ce champ, les choix des sites ont été guidés pour tenir compte de la variabilité des situations, notamment selon les critères suivants :

- la localisation (Paris, grande agglomération de province ou unité urbaine plus réduite)
- le type de parc de stationnement (défini selon les déterminants principaux de l'activité du parc : gare, centre commercial, centre ville⁵, etc.)
- le mode de gestion du parc : municipale, privée ou à travers une société d'économie mixte (SEM)
- les activités professionnelles qui y sont exercées, exploitation, maintenance et nettoyage, mais aussi location de voitures, lavage de voitures, etc.
- un nombre d'opérateurs significatif effectuant des tâches telles que l'exploitation et la maintenance du parc, ainsi que divers services aux usagers
- le taux de rotation⁶ de véhicules

² Parc de stationnement couvert : Etablissement couvert surmonté d'un plancher, d'une toiture, d'une terrasse ou d'une couverture quelle que soit sa nature. Il est destiné au remisage des véhicules à moteur et de leur remorque. Le plancher supérieur ou la terrasse peut aussi être destiné au remisage des véhicules.

³ Parc de stationnement largement ventilé : Parc de stationnement à un ou plusieurs niveaux, ouvert en façades et remplissant simultanément les conditions suivantes :

- à chaque niveau, les surfaces d'ouverture dans les parois sont placées au moins dans deux façades opposées. Ces surfaces sont au moins égales à 50 % de la surface totale de ces façades. La hauteur prise en compte est la hauteur libre sous plafond ;
- la distance maximale entre les façades opposées et ouvertes à l'air libre est inférieure à 75 mètres ;
- à chaque niveau, les surfaces d'ouverture dans les parois correspondent au moins à 5 % de la surface de plancher d'un niveau.

⁴ Parc résidentiel : Parc destiné surtout au stationnement de longue durée d'une clientèle de résidents.

⁵ En centre ville, les parcs de stationnement sont souvent appelés rotatifs en référence à la rotation des voitures sur les places de stationnement.

Le taux de rotation apparaît comme un critère d'appréciation plus directement lié à la qualité de l'air dans la mesure où il combine le trafic de véhicules à l'origine de l'émission de polluants dans l'air du parc, et le nombre de places de stationnement qui rend compte de la dimension du parc dans lequel ces polluants sont émis. En d'autres termes, plus ce taux est élevé, plus le niveau présagé de qualité de l'air est faible. Néanmoins, cette définition ne tient pas compte de la répartition des entrées et sorties des véhicules au cours de la journée. Selon la FNMS, un parc relais a tendance à se remplir le matin et se vider le soir en quelques heures (trajets domicile-travail), tandis qu'en centre ville, les véhicules arrivent en fin de matinée pour repartir à l'heure de la fermeture des magasins.

Enfin, les premiers entretiens ont montré que le personnel des parcs de stationnement ne considère pas les installations souterraines et les installations en superstructure de la même façon. L'air semble moins « respirable » dans les parcs souterrains. Même s'il n'est pas « largement ventilé » du point de vue de la réglementation régissant la loi sur les établissements recevant du public (ERP), un parc aérien bénéficie d'un certain renouvellement naturel de l'air. Pour les travailleurs rencontrés au début de l'étude, les parcs souterrains sont moins aérés.

Dès lors, en complément des éléments objectifs que l'AFSSET recueille, l'ANACT cherche à appréhender les représentations que les travailleurs se construisent sur leurs conditions de travail. L'étude ne vise pas une représentativité statistique, elle cherche à fournir des éléments de compréhension de situations de travail. Les parcs souterrains sont ceux que les opérateurs enquêtés considèrent comme plus difficiles en termes de qualité de l'air. La situation y est plus typée, les salariés expliquent plus facilement leurs arbitrages. En complément des critères susmentionnés, l'ANACT a donc retenu les parcs qui présentaient une structure d'ouvrage souterraine.

Le schéma suivant résume les critères de choix :

⁶ Le taux de rotation d'un parc est défini ici comme le rapport entre le nombre moyen de véhicules sortant du parc par jour et le nombre de place de stationnement. Par exemple, ce taux serait de 1 si chaque place était utilisée par un seul véhicule dans la journée.

Critères de choix des sites

-
- **Localisation**
 - ✓ Paris ; ✓ Grande agglomération ; Autres
 - **Type de parking**
 - ✓ ✓ Rotatif ; ✓ Gare ferroviaire ; ✓ Centre commercial ; Relais...
 - ✓ Privé ; Municipal ; ✓ SEM
 - **Activités**
 - ✓ ✓ Exploitation (accueil, surveillance) ;
 - ✓ ✓ Nettoyage ; ✓ ✓ Maintenance
 - ✓ ✓ Toilettes ; ✓ ✓ Autopartage ;
 - ✓ ✓ Lavage voitures ; ✓ Location de voiture ;
 - ✓ Services de commerces
 - ✓ Autres services (vélo, etc...)
 - **Fréquentation (nombre de sorties véhicules / place de stationnement)**
- Légende : ✓ vu à Paris
 ✓ vu dans une grande agglomération



Figure 1 : Choix des sites et activités analysées.

2.4 Analyse des activités de travail

Dans cette étude on distingue trois catégories d'opérateurs :

- les opérateurs exploitants : ce sont les salariés de la société d'exploitation du parking ;
- les opérateurs sous traitant des différentes maintenances : maintenance technique des équipements (électricité, éclairage, péage, pompes, ventilation, etc.), propreté des locaux (nettoyages quotidiens ou exceptionnels) ;
- les opérateurs des activités prestataires : lavage de véhicules, location de voitures, location de cycles ou autres (rares) activités commerciales ou de service.

L'analyse des activités exercées par ces opérateurs doit notamment permettre de répondre à ces différentes questions : Comment ces différents opérateurs sont-ils exposés à l'atmosphère des parcs ? Combien de temps passent-ils dans les différentes zones des parcs ?

C'est pourquoi l'ANACT a observé l'activité d'opérateurs dans des situations choisies. Ces observations ont ensuite été présentées aux opérateurs concernés qui ont pu expliquer leurs actions et leurs motifs. Les points sensibles ont par la suite été débattus en entretien avec les concepteurs des locaux, notamment les services des travaux, et les personnes en charge de l'organisation du travail, notamment les responsables des parcs.

Les résultats ont finalement été présentés aux acteurs des entreprises investiguées. Dans un des établissements, un débat au CHSCT a même eu lieu. Pour un autre établissement, un groupe informel qui réunissait essentiellement l'encadrement du parc a discuté les éléments recueillis et a aidé à leur interprétation. Le présent document de synthèse tient compte des réactions et commentaires des participants à ces réunions.

Les analyses de l'activité de travail reposent ainsi sur les éléments suivants :

- Participation à une réunion préparatoire avec la FNMS
- Nombres de réunions de prise de contact et explication des objectifs de l'étude :
 - Direction d'entreprises de gestion de parkings : 2
 - Encadrement d'entreprises de gestion de parkings : 1
 - Représentants du personnel d'entreprises de gestion de parking : 1
 - Direction d'entreprises de lavage de voiture : 2
 - Direction et encadrement d'entreprises de sous traitance électrique : 1
 - Encadrement d'équipes de location de voiture : 2
- Nombre de parkings où ont eu lieu des investigations approfondies : 3
- Nombres de situations de travail observées :
 - Lavage de voitures : 3 situations
 - Electriciens : 4 situations
 - Exploitants : 3 situations
 - Location de voitures : 2 situations
- Nombres d'entretiens individuels :

- Entretiens préalables avec les responsables de parkings souterrains : 3
 - Entretien de validation avec les responsables de parkings souterrains : 3
 - Entretiens de validation avec des électriciens : 5
 - Entretien de groupe avec des électriciens : 1
 - Entretiens avec des agents d'exploitation : 6
 - Entretiens avec des loueurs de voiture : 3
 - Entretiens avec des agents d'entretien des locaux : 4
 - Entretiens avec des agents dans des boutiques : 2
 - Entretien avec des loueurs de vélo : 2
 - Entretiens avec les tenanciers d'une station-service interne localisée dans un parking souterrain : 2
 - Entretien avec le responsable des travaux : 1
 - Entretien avec un médecin du travail : 3
- Nombres d'entretiens collectifs :
 - Restitution des analyses par équipe : 4
 - Présentation à un CHSCT : 1
 - Restitution des analyses à une équipe de direction : 2

Les conclusions de ces analyses sont présentées dans les chapitres qui suivent.

2.5 Distinction des environnements de travail en 5 zones

Pour l'analyse, les parcs sont divisés en cinq zones. Chaque zone est délimitée et caractérisée à la fois par son système de ventilation et par les tâches de travail qui s'y déroulent :

- La *zone salle de commande* dispose généralement d'une installation de ventilation mécanique indépendante, comme le prévoit l'arrêté du 9 mai 2006 relatif aux risques d'incendie et de panique dans les ERP (parcs de stationnement couverts). L'atmosphère du local ainsi mise en surpression est isolée de l'atmosphère des autres parties du parc, notamment de la zone de circulation des véhicules. Elle accueille les postes de travail pour la surveillance des parcs (écrans, réception notamment des alarmes transmises par postes téléphoniques, déclencheurs manuels, installation de détection et/ou d'extinction automatique, communications phoniques avec les points sensibles⁷, possibilité d'émettre un appel général par haut-parleur, commande des équipements de ventilation, des alarmes, de compartimentage, etc.) et l'accueil du public.
- La *zone de circulation automobile* comprend tout l'espace où les gaz d'échappement émis par les véhicules peuvent diffuser sans rencontrer de paroi, cloison ou porte. Ce sont les voies de circulation automobile, les rampes d'accès ou de sortie, les places de stationnement et les allées piétonnes à l'intérieur du parc qui permettent notamment aux usagers de se rendre du véhicule aux ascenseurs ou escaliers. Les opérateurs de maintenance et d'exploitation y exécutent des tâches d'entretien, de nettoyage, de maintenance ou des travaux d'amélioration. Les observations ont montré que cette zone peut également être un lieu de discussions informelles pour les opérateurs.
- La *zone de circulation piétonne* est définie à partir des portes de la zone de circulation automobile. En général, elle n'a pas de ventilation propre. Elle comprend habituellement les escaliers, les ascenseurs, les paliers, les bornes de paiement, ... Elle est très empruntée par le personnel comme par les usagers. Des opérateurs la nettoient, y entretiennent les bornes, les ascenseurs, l'éclairage, etc. Ils l'empruntent lors des rondes de surveillance. Cette zone de circulation dessert souvent des locaux de rangement (chariots, outils, petits matériels : lampes, produits d'entretien, ...), des locaux de stockage des déchets, ...
- La *zone technique* regroupe l'ensemble des locaux techniques. Ces locaux ne sont pas accessibles au public. En termes de ventilation, cette zone n'est pas homogène. Certains locaux sont obligatoirement ventilés (groupes électrogènes). D'autres bénéficient de l'air des locaux sur lesquels ils débouchent. La plupart ouvrent sur la zone de circulation automobile, quelques uns sur la zone de circulation piétonne.
- La *zone hall d'accueil* n'est pas systématiquement présente dans les parcs, contrairement aux zones précédentes. Elle correspond à un espace délimité et fermé par des portes, sans ventilation propre. Elle peut accueillir des services aux usagers tels que des commerces, des distributeurs de boisson, des toilettes, un change bébés, ... Des bornes de paiement y

⁷ Des interphones sont souvent installés sur les machines de péage, les ascenseurs, les bornes de commande des barrières de sortie etc ... Les appels des clients ou des exploitants sont alors regroupés sur un interphone situé en salle de commande.

sont souvent installées. Des salariés y travaillent pour tenir un commerce, maintenir des machines de paiement, porter assistance aux usagers (cartes bloquées, ...), entretenir et recharger des distributeurs de boisson, ... La salle de commande peut ouvrir sur cette zone.

3- Résultats des analyses d'activités exercées dans les parcs de stationnement couverts

3.1 Préambule

3.1.1 Les exploitants

La fonction des exploitants consiste à la fois à rendre service aux usagers et à maintenir en bon état le parc de stationnement.

Leur tâche consiste généralement à :

- exercer des activités de petit entretien, nettoyage, vidage des bacs de tickets aux barrières de péage ;
- aider les usagers, les renseigner, intervenir dans les cas d'incidents de paiements ;
- appeler la maintenance, encadrer les différentes interventions ;
- fiabiliser les appareils, chercher des solutions aux pannes répétitives ;
- suivre les travaux d'amélioration, coordonner le travail des entreprises extérieures ;
- assurer la surveillance du parc, et notamment effectuer des rondes de surveillance et de comptage ;
- et d'une façon générale, assumer toutes les tâches qui constituent la maîtrise du parc.

3.1.2 Les prestataires (ou sous-traitants)

L'exploitant du parc sous-traite généralement la maintenance et l'entretien des équipements du parc à des sociétés prestataires spécialisées. Parfois, les équipes en charge de ces activités sont internes à l'organisme qui gère le parc.

Les équipements faisant l'objet d'une maintenance sont principalement :

- l'installation électrique, car elle est adaptée au fur et à mesure de l'évolution du parking et des technologies utilisées, par exemple lors du passage aux éclairages par des technologies LED ;
- les dispositifs d'éclairage, tant pour éclairer le parking en situation normale que les dispositifs de sécurité ou les dispositifs de guidage ;
- les groupes électrogènes ;
- l'installation de ventilation dont la fonction est à la fois le désenfumage en cas d'incendie et l'évacuation des gaz d'échappement aux heures de pointe ;
- les ascenseurs et escaliers roulants ;
- les pompes d'évacuation de l'eau⁸ ;
- le matériel de péage ;
- les locaux de travail, salles de repos, toilettes ;

⁸ L'un des parcs étudiés a été construit en creusant dans une nappe phréatique. Des pompes fonctionnent en permanence et assèchent le sol autour du bâtiment (plusieurs centaines de mètres cubes par heure) à un coût élevé en consommation d'énergie. Si elles venaient à s'arrêter, plusieurs étages seraient inondés et la structure du bâti fragilisée.

- etc.

4.1.3 Les concessionnaires

Des entreprises concessionnaires louent des espaces du parc pour y exercer une activité de service. Outre les sociétés de lavage de voitures, les parcs abritent des loueurs de vélo ou de voitures, des dépôts de colis, ...

Selon la FNMS auditionnée le 9 septembre 2008 par l'AFSSET, ces activités ont vocation à se développer. En effet, les parcs de stationnement couverts, surveillés en permanence et étant une zone de passage de nombreux usagers, sont un espace attractif pour les sociétés désireuses de proposer des services à ces usagers. Ces développements contribuent par ailleurs à rendre le parc de stationnement plus accueillant et attractif.

3.2 Maintenance électrique

3.2.1 Introduction

L'entreprise de maintenance électrique étudiée compte un peu moins de 100 salariés. Les métiers de cette entreprise sont :

- l'entretien électrique
 - o une partie prévention, avec des visites périodiques et programmées
 - o une partie dépannage, correctif, avec une disponibilité 24h sur 24
- les travaux d'amélioration divers en électricité.

Cette entreprise comprend un pool d'électriciens. En théorie, chacun d'entre eux est positionné au coup par coup sur un chantier, à l'initiative des responsables d'affaires. En pratique, quatre électriciens sont affectés à plein temps aux parcs de stationnement. Tous les quatre ont plusieurs années d'expérience dans les parcs de stationnement. Deux y ont passé plus de 10 ans. Ces personnes sont devenues des spécialistes des parcs, voire d'un parc spécifique.

Cette dérogation à l'organisation théorique répond à des raisons d'efficience : un électricien intervient et dépanne plus rapidement sur une installation qu'il connaît. Elle répond aussi à des raisons commerciales : un électricien apprécié par l'équipe d'exploitation du parc devient un bon agent commercial. De son côté, l'électricien concerné trouve une reconnaissance dans cette situation qu'il maîtrise bien.

Ainsi, ces quatre salariés sont dans un parc de stationnement tout au long de la journée de travail, tous les jours sauf une fois par semaine (moins d'une demi-journée) où les salariés doivent passer au siège de l'entreprise prestataire.

Différentes situations de travail ont été observées :

- trois vérifications périodiques de groupes électrogènes,
- un entretien des éclairages,
- un entretien des blocs de sécurité.

A la suite des séances d'analyse du travail, des points de repères ont été rappelés aux opérateurs. Cela leur a permis de se remémorer leur activité et les raisons de leurs choix. Dès lors ils ont pu verbaliser à partir de leur travail, selon une méthode propre à l'ergonomie. Dès lors, la description de leurs activités par les électriciens eux-mêmes est venue compléter les observations. Allant au delà des situations de travail observées, les électriciens ont pu aborder d'autres situations, non observées, par exemple lors de travaux d'aménagement : déplacement d'un chemin de câble, installation d'un éclairage de technologie plus récente.

3.2.2 Vérifications périodiques des groupes électrogènes

Le groupe électrogène est un organe de sécurité. Il doit être testé tous les mois selon une procédure précise, par un électricien habilité à cet effet.

La vérification est d'abord visuelle : quels sont les niveaux de fluides (carburant, huile, refroidissement) ? Y a-t-il une fuite ? Une sécurité a-t-elle disjoncté ? Ensuite l'opérateur effectue des relevés qui seront consignés en salle de contrôle.

Puis l'opérateur effectue la manœuvre consistant à couper durant une heure environ l'arrivée de courant haute tension issu du réseau électrique externe au parc. La coupure de courant provoque alors le démarrage automatique du groupe électrogène pour préserver l'alimentation électrique du parc. Toutefois, pendant les premières secondes avant le démarrage effectif du groupe électrogène, le parc n'est plus alimenté. Cela peut entraîner des dysfonctionnements tels que le blocage d'une barrière de péage ou l'arrêt d'un ascenseur. Bien que ces dysfonctionnements soient généralement provisoires, il existe un risque que quelqu'un soit gêné par ces dysfonctionnements, ou qu'une intervention légère soit nécessaire. Aussi, l'exploitant bloque les points sensibles depuis la salle de commande. Par exemple, il s'assure que l'ascenseur n'est pas occupé, que la barrière n'est pas juste en train de se lever... De son côté, l'électricien est prêt à actionner les disjoncteurs haute tension (Figure 3). Il appelle alors au téléphone la salle de commande et attend l'autorisation de couper le courant.

Lorsque l'alimentation électrique de sécurité est assurée par un groupe électrogène, le temps de commutation ne peut être long.⁹ L'opérateur reste à proximité car, en cas de problème, il est seul à pouvoir intervenir (habilitations pour le local « haute tension », connaissance de l'installation, du processus et des règles).

Au bout d'environ une heure de fonctionnement du groupe électrogène, l'électricien réactive l'alimentation électrique normale du parc, note l'état du générateur et signale les entretiens éventuels à faire.

⁹Ce temps de coupure ne peut pas être supérieur à 15 secondes conformément aux dispositions de la norme NF EN 37-312.



Figure 2 : Maintenance préventive d'un groupe électrogène (local technique)

L'enjeu est la qualité du service rendu à l'utilisateur. Pour ce faire, deux points de vue peuvent se confronter. L'exploitant aura tendance à vouloir limiter les perturbations liées au test qui va inévitablement provoquer une coupure de courant de quelques secondes (blocage des barrières, des ascenseurs, ...). Il propose ainsi un horaire où la circulation des usagers dans le parc est réduite. Pour un parc rotatif, en centre ville, ce sera de préférence avant l'arrivée des premiers usagers, le matin. Pour un parc annexe ou lié à une gare ferroviaire en revanche, ce sera de préférence après le rush d'arrivée qui a plus généralement lieu en début de matinée. De son côté, l'électricien peut estimer que le test serait plus réaliste lorsque le parc est fréquenté par les usagers, les équipements étant alors en conditions réelles de fonctionnement. Au final, la règle prioritaire reste d'éviter la gêne systématique des usagers liée au test, et correspond donc aux horaires préférés par l'exploitant.

La qualité de l'air respiré dans les locaux techniques lors des opérations de maintenance est influencée par la qualité de l'air de la zone de circulation automobile lorsque ce local ouvre sur une allée de circulation ou une rampe d'accès. Le local du groupe électrogène dispose d'une ventilation mécanique indépendante, dont l'activation et l'arrêt automatiques seront fonction des valeurs de seuils en température ou en concentration de monoxyde de carbone (CO). L'air évacué est alors compensé par un appel d'air issu de la zone de circulation.

Les gaz d'échappement du groupe électrogène sont rejetés à l'extérieur par un conduit spécifique qui débouche souvent dans une trémie d'accès ou de sortie du parc, parfois à proximité de la prise d'air destinée à la ventilation générale du parc.

Les locaux « haute tension » sont souvent accessibles par l'extérieur, ce qui constitue un facteur bénéfique en termes de qualité de l'air. En pratique, les locaux visités présentaient parfois un empoussièremement important, notamment sur les pièces sous tension du fait de l'attraction des particules en suspension générée par les champs électriques. Cet empoussièremement est favorisé par les règles d'accès au local qui est strictement réservé au personnel habilité, l'accès au

personnel de nettoyage n'étant donc pas autorisé. L'électricien ne s'attarde généralement pas dans le local en dehors des tâches qui doivent y être effectuées.

Le responsable du parc ou un agent d'exploitation accompagne systématiquement les opérateurs extérieurs sur les lieux de l'intervention car c'est pour les exploitants une façon de mieux maîtriser leur installation. Dans un des cas observés, le test de vérification du groupe électrogène n'a pu être réalisé du fait de la position inhabituelle et inexplicquée d'une sécurité (refroidissement d'eau). L'incident a alors été discuté sur place dans le local technique comportant le groupe électrogène. En revenant du local vers la salle de commande, le responsable du parc et l'électricien ont creusé leurs hypothèses et se sont arrêtés longuement en zone de circulation automobile. Ce type de trajet en commun est l'occasion de discuter sur place de telle amélioration, tel point gênant ou tel équipement à surveiller.

Cette observation illustre que la zone de circulation automobile peut être considérée comme un espace de travail « normal » et non comme un espace au sein duquel la présence humaine serait réduite au possible pour limiter l'exposition à l'air de cette zone.



Figure 3 : Intervenant dans le local « haute tension »

Le diagramme d'activité ci-dessous montre que, pendant ses essais, l'électricien a passé 26% de son temps en zone de circulation automobile, et 50% de son temps dans les locaux techniques. Le reste du temps, il était en salle de commande. Les périodes d'attente durant les essais étaient propices à l'électricien pour échanger avec les exploitants.

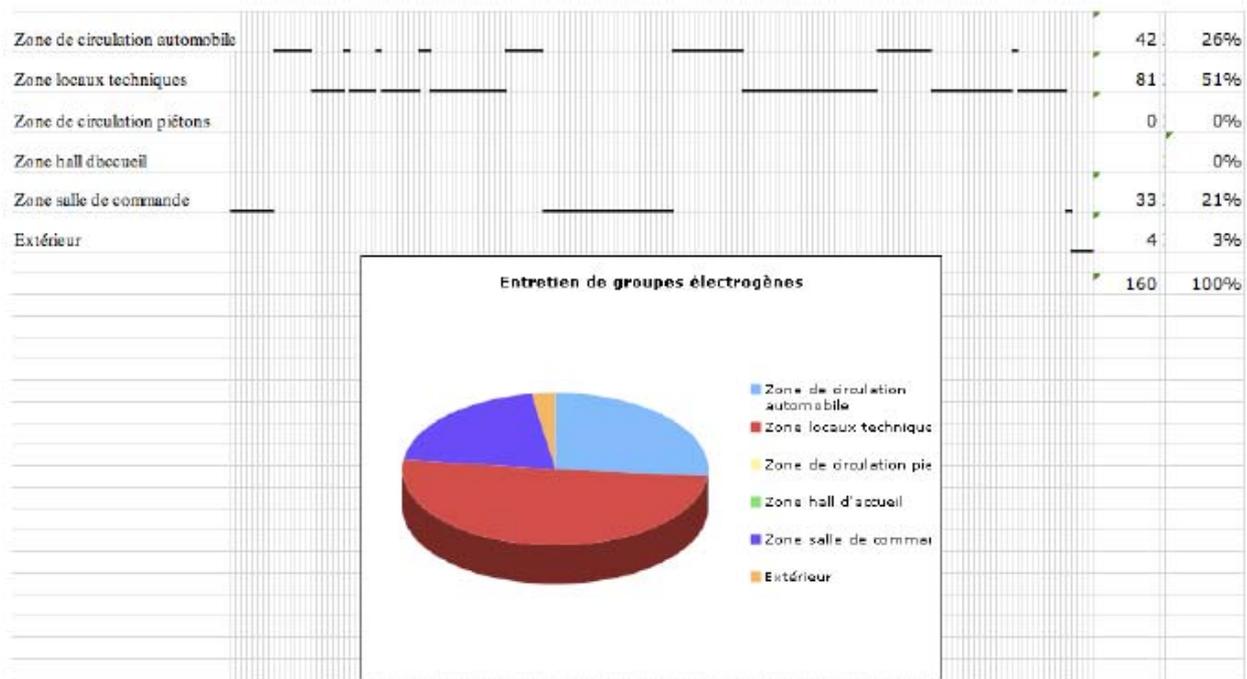


Figure 4 : Vérification périodique simultanée de deux groupes électrogènes. L’opération a pris 160 minutes : Répartition des durées de présence de l’opérateur selon les différentes zones

3.2.3 Entretien des blocs de sécurité

Pour vérifier le bon fonctionnement des blocs de sécurité, le principe du test consiste à ce que l’électricien coupe le courant au niveau d’un détecteur pour simuler une panne de courant. Dès lors, les blocs de sécurité fonctionnent sur batterie. En théorie, ils doivent rester allumés pendant la durée d’évacuation du parc. En pratique, les blocs sont prévus pour rester allumés durant une heure, soit la durée du test. L’électricien attend environ une heure, puis il parcourt l’ensemble du parc pour relever les blocs de sécurité qui ne tiennent pas correctement la charge.



Figure 5 : Exemple de bloc de sécurité

L’électricien observé s’est déplacé entre les quatre zones identifiées précédemment :

- en zone salle de commande, qui dispose d’une installation de ventilation mécanique indépendante, pour organiser le travail avec les exploitants ;
- en zone technique, pour agir sur les interrupteurs et simuler ainsi une panne de courant ;
- en zone de circulation piétonne, pour aller stocker du matériel et un chariot dans un local aveugle ;

- en zone circulation automobile, pour compléter le matériel stocké avec du matériel resté dans la voiture de service. (il assure la gestion du stock dans tous les parcs où il intervient).

Dans un emploi du temps contraint par la durée de décharge des batteries, l'électricien dispose ainsi de périodes qu'il peut dédier à des tâches autres que l'entretien des bocs de sécurité. Dans un cas observé, il a été sollicité par la visite de son responsable hiérarchique. Pour s'isoler et converser, ils se sont rendus en zone de circulation automobile. Cet épisode :

- confirme une apparente banalisation de cet espace qui semble être considéré pour ces travailleurs comme un espace de travail « normal » et non comme un espace au sein duquel la présence humaine serait réduite au possible pour limiter l'exposition à l'air de cette zone.
- laisse à penser que le temps de travail du salarié en dehors des parcs de stationnement (au siège social par exemple) est très réduit, puisque même les conversations d'ordre administratif peuvent y avoir lieu.

La répartition des temps pendant l'opération de test des blocs de sécurité est représentée ci-après :

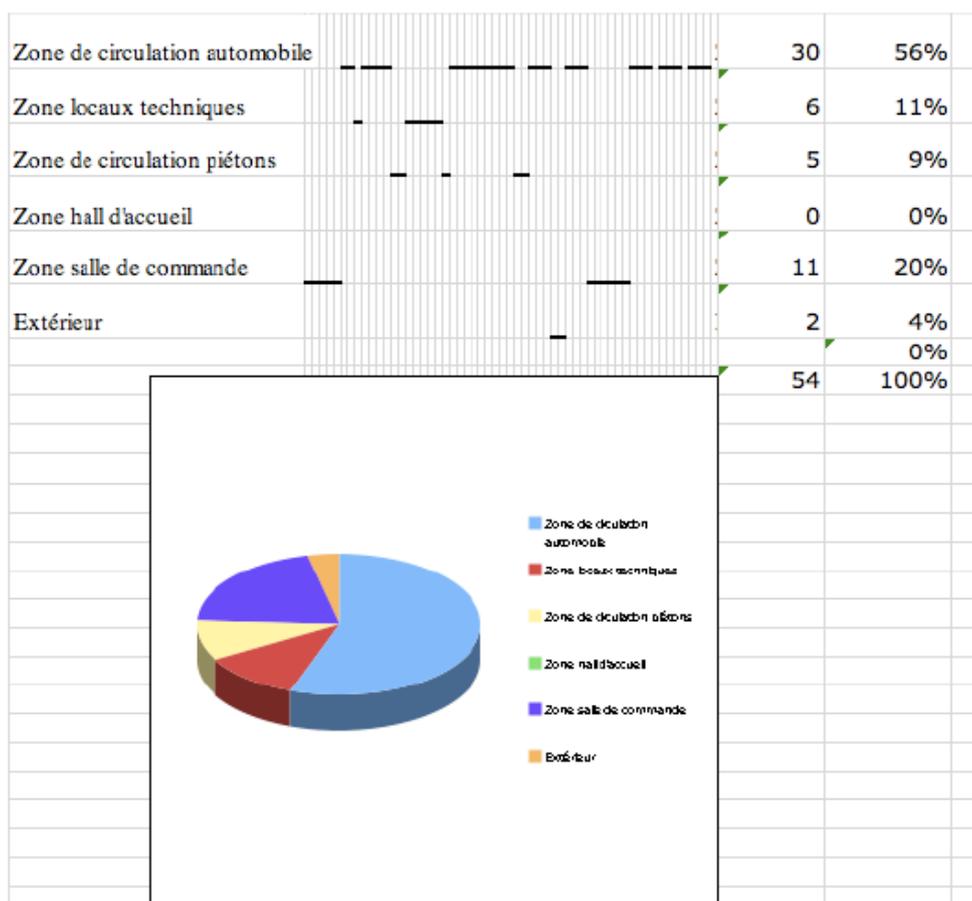


Figure 6 : Entretien des blocs de sécurité : Répartition des durées de présence de l'opérateur selon les différentes zones pendant la durée de l'essai, soit 54 mn.

3.2.4 Entretien des éclairages.

Pour l'entretien des éclairages, l'électricien procède en deux temps :

- parcourir les différents niveaux du parc pour vérifier les tubes, marquages par balises au sol, panneaux de signalisation, etc...
- puis remplacer les éclairages défectueux.

Pour l'électricien, il est alors utile d'avoir une connaissance détaillée de l'installation et de son état afin de la fiabiliser, de repérer les pannes répétitives, de remplacer les équipements fragiles ou anciens, de proposer des améliorations.

Dans les situations observées, le parcours de chaque niveau du parc prend environ 5 minutes, et la durée du trajet entre chaque niveau est environ 1 minute. L'inspection des 7 étages du parc a duré 55 minutes, plusieurs éclairages ayant nécessité un examen plus fin.

Lors de la manipulation des éclairages et autres matériels connexes empoussiérés, l'exposition de l'opérateur aux particules peut être accentuée par leur remise en suspension (par exemple lors du tirage de câbles dans les chemins de câbles).

Cette poussière, composée notamment de particules diesel, de particules de frein et de pneu, se dépose sur les surfaces du parc, en particulier sur le sol (figure 7). Les particules très fines (notamment les particules diesel) confèrent à ces poussières un pouvoir d'infiltration important. Selon les opérateurs enquêtés, la couche de poussière se reforme rapidement (en quelques semaines environ) après dépoussiérage.



Figure 7 : Poussière accumulée sur le sol d'un parc de stationnement (à gauche) et au dessus des blocs d'éclairage dans des escaliers d'accès (à droite)

Les interventions en hauteur, un changement de lampe par exemple, se font dans des postures qui requièrent un effort statique avec les bras en l'air. Cet effort physique accélérant la ventilation

pulmonaire de l'opérateur peut de fait accentuer son exposition aux polluants présents dans l'air du parc (particules, gaz).

3.2.5 Synthèse de l'analyse des activités de maintenance électrique

La vérification des groupes électrogènes, l'entretien des éclairages et des blocs de sécurité sont trois opérations régulières dans la maintenance électrique des parcs de stationnement couverts.

Les électriciens réalisent également des opérations pour l'évolution des installations. Ces opérations sont plus ponctuelles mais peuvent entraîner, sur une ou plusieurs journées, des durées de travail prolongées dans le parc, en particulier en zones de circulation. Les travaux de grande ampleur sont effectués en dehors des horaires d'ouverture du parc. Tout ou partie du parc peut être fermé pour ces travaux. Ils peuvent néanmoins entraîner des situations plus particulièrement exposantes liées notamment à la remise en suspension des particules engendrée par les travaux (par exemple lors du tirage de câbles dans des chemins de câbles en hauteur).

En maintenance programmée, par exemple pour le test du groupe électrogène, il est souvent possible de réaliser les opérations en dehors des horaires d'affluence des usagers. En revanche, l'entretien de l'éclairage ou les travaux de câblage se déroulent généralement sur des demi-journées ou des journées complètes de travail.

Au final, on peut estimer que les opérateurs chargés de la maintenance électrique dans les parcs de stationnement couverts passent environ les trois quarts de leur temps en zone de circulation ou dans les locaux techniques. L'ancienneté des salariés peut être importante pour ces métiers spécialisés demandant des habilitations. Les entretiens ont ainsi rapporté que des salariés exercent ce métier depuis 10 ans ou plus.

En termes de perception du risque sanitaire lié à l'air du parc, il est apparu à plusieurs reprises que les opérateurs considèrent la zone de circulation automobile comme un lieu de travail « normal ». Par ailleurs, leur possible affectation à plusieurs parcs rend plus complexe la perception de leurs conditions de travail par l'encadrement hiérarchique, les médecins du travail et les autres personnes interrogées.

Leur présence dans les zones de circulation et leur proximité avec les particules remises en suspension de par leur activité en font pourtant une catégorie de personnel concernée par les risques liés à l'exposition à l'air du parc. Néanmoins, leur niveau d'exposition semble souvent limité par une circulation réduite ou nulle des usagers dans le parc durant leurs horaires de travail.

Ces opérateurs ne pouvant être soustraits à l'ambiance du parc de par leur activité, ils sont donc dépendants des mesures techniques et organisationnelles qui pourraient les protéger des nuisances liées à l'atmosphère du parc.

3.3 Lavage de voitures

Contexte :

Les entreprises de lavage de voitures sont essentiellement de très petites entreprises (6 à 10 salariés). Ces entreprises disposent d'un espace dans un (ou plusieurs) parc(s) via généralement un contrat de concession passé avec l'entreprise exploitant le(s) parc(s). Ces entreprises peuvent être affiliées à une enseigne. Leurs capacités d'investissement sont pour la plupart limitées.

Nombre de gérants de ces entreprises sont d'anciens laveurs de voiture. Ils assurent parfois eux-mêmes le lavage des véhicules.

La durée de carrière professionnelle des laveurs de voiture apparaît globalement plus faible que celle des branches professionnelles relevant des sociétés sous traitantes (maintenance, nettoyage du parc, ...). Alors que chez ces dernières, certains salariés avaient plus de 10 ans d'ancienneté, les laveurs de voiture avaient au plus 4 ans d'ancienneté et la plupart exerçait cette activité peu qualifiée depuis moins d'un an.

Locaux de travail :

Le lieu de travail est exclusivement l'espace qui leur est concédé.

Dans le meilleur des cas, l'espace de lavage de voiture est séparé de l'allée de circulation des véhicules par une façade cloisonnée destinée à protéger des risques de chocs, et non à protéger de l'atmosphère de la zone de circulation automobile (figure 8). Dans un cas, une baraque de chantier constitue un bureau exigu, sans autre aération que l'ouverture de la porte sur la zone de circulation.

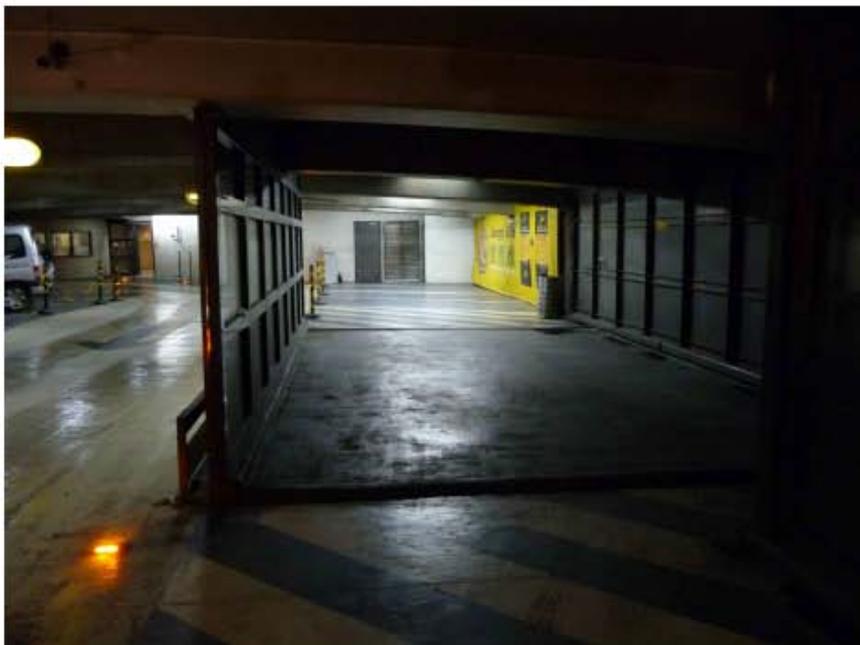


Figure 8 : Espace de lavage de voitures séparé par une cloison de l'allée de circulation

Le premier critère pour le choix de l'emplacement d'une aire de lavage est d'être visible et facilement accessible par le client. La qualité de son aération apparaît globalement comme un critère secondaire.

Dans deux implantations, le gérant a estimé que la proximité d'une bouche d'aération ou d'une rampe d'accès améliorerait nettement la qualité de l'air. La bouche d'aération concernée est une bouche d'extraction de l'air du parc. Son influence sur la qualité de l'air au niveau de l'espace de lavage situé en proximité n'est pas renseignée par des données de mesure de la qualité de l'air. Ces représentations rassurantes de l'aération s'avèrent donc non fondées.

Selon un gérant, le choix de l'implantation dans un parc souterrain a également été motivé par la perspective de pouvoir y travailler en toutes saisons, été comme hiver, quelque soit la température extérieure.

Activité de travail :

L'activité des laveurs peut se structurer en trois périodes : la prospection des clients, le lavage et les périodes de pause.

Concernant la prospection des clients, il s'agit pour le laveur d'être vu par les usagers du parc afin que ceux-ci s'arrêtent au lavage. Il se place alors en bordure d'une des voies les plus fréquentées du parc, souvent au niveau d'une voie d'accès, plutôt en descente.

Le lavage comporte deux temps : le lavage de l'extérieur du véhicule et celui de l'intérieur.

L'extérieur du véhicule est lavé soit au jet d'eau sous pression soit à sec. Des produits différents offrent les deux possibilités. Le choix est fait en fonction des possibilités d'évacuation des eaux usées qui, en souterrain, doit être remontée pour être évacuée. Avec ou sans eau, l'opérateur lave assez rapidement la carrosserie, le pare-brise, les vitres latérales, la lunette arrière et les optiques de phares. Puis il revient sur les parties basses, généralement les plus sales.

Pour l'intérieur du véhicule, il lave les ouvrants au chiffon, nettoie l'intérieur de l'habitacle, passe l'aspirateur et entretient des plastiques au moyen de produits chimiques adaptés.

Pour le lavage des parties basses extérieures et de l'intérieur du véhicule, le laveur maintient des positions baissées ou accroupies (figure 9), notamment main au dessous du genou. Au cours de son activité de lavage, il passe ainsi plus de temps baissé ou accroupi que debout. Ces postures sont connues pour solliciter l'organisme, tant au niveau articulaire que musculaire (efforts statiques), et entraînent une accentuation de la ventilation pulmonaire, sans aller jusqu'à l'essoufflement.



Figure 9 : Lavage de voiture

Qualité de l'air et polluants atmosphériques

Deux sources d'exposition à des polluants sont identifiées :

- l'air ambiant des parcs, pollué par les véhicules (émissions à l'échappement, usure des freins et pneumatiques, ...)
- les produits chimiques utilisés pour le nettoyage.

Les observations des laveurs en activité montrent que ceux-ci ne se préoccupent pas prioritairement de leur exposition à l'air ambiant du parc, notamment parce qu'ils y sont de toute façon assujettis.

Par exemple, un laveur accroupi pour passer l'aspirateur à l'intérieur d'un habitacle n'a pas réagi alors qu'un véhicule stationné juste en face de la station de lavage a démarré et que son moteur est resté longuement en marche. Pendant sa manœuvre, d'autres véhicules étaient stationnés à proximité, moteurs en marche également. Le laveur était pourtant à hauteur des pots d'échappement. Par la suite, l'entretien entre l'observateur et le laveur a révélé que celui-ci n'avait pas cherché à s'éloigner pour se protéger des émissions d'échappement. Occupé par son activité de nettoyage, il n'a pas perçu le mouvement des voitures et n'a pas ressenti de gênes liés aux émissions d'échappement.

Selon un gérant, il est demandé à ses salariés de sortir du parc entre deux véhicules lavés. En pratique, les observations ont montré que les salariés sortaient rarement du parc. Les pauses sont souvent prises sur le lieu de travail (pauses café, discussions informelles, ...), parfois même pour le déjeuner (ex : nécessaire de cuisine aménagé dans un bureau ouvert sur l'espace de lavage).

L'analyse de l'activité de lavage de voiture n'a pas permis de déceler de stratégie de protection des travailleurs vis-à-vis de l'atmosphère du parc. Les salariés indiquent d'ailleurs qu'ils n'ont aucune marge de manœuvre à cet effet.

A l'instar des conclusions observées pour les opérateurs de la maintenance électrique, les laveurs de voiture considèrent donc la zone de circulation automobile comme un lieu de travail « normal ». Ces opérateurs ne pouvant être soustraits à l'ambiance du parc de par leur activité, ils

sont eux aussi dépendants des mesures techniques et organisationnelles qui pourraient les protéger des nuisances liées à l'atmosphère du parc.

Concernant les produits chimiques utilisés pour le nettoyage, ils n'ont pu être identifiés précisément, d'une part parce que les salariés rencontrés ne disposaient pas des fiches de sécurité des produits utilisés, d'autre part parce que ces produits sont souvent transvasés dans des récipients sans étiquetage pour leur emploi. Dans un cas, le produit pur (avant dilution) a pu être identifié et portait la mention « Irritant » (figure 10).

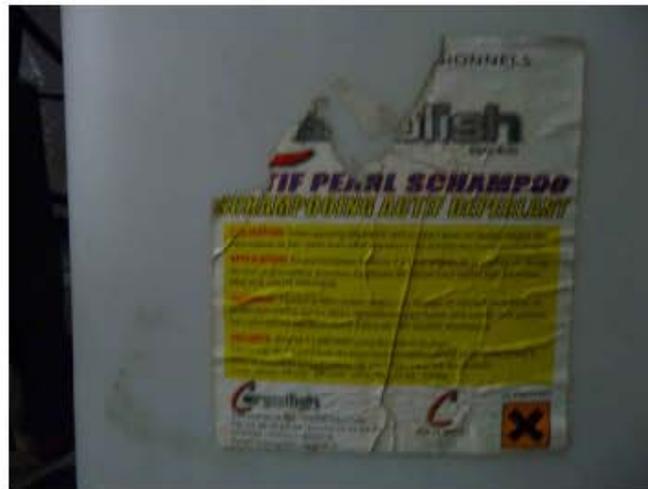


Figure 10 : Produit de lavage « irritant »

Lors d'un lavage avec le jet d'eau sous pression, un opérateur portait un masque de protection respiratoire. Cette observation témoigne d'une perception beaucoup plus facile pour le laveur du risque lié à l'utilisation des produits de nettoyage par rapport au risque lié à l'air ambiant du parc. Ce premier risque peut en effet davantage être maîtrisé par le laveur à l'aide de moyens de protection individuelle tels que les masques de protection respiratoire.

En conclusion, les laveurs de voitures :

- exercent sur un lieu de travail choisi prioritairement en fonction de son accessibilité et de sa visibilité pour les usagers du parc, la qualité de son aération ne constituant qu'un critère secondaire de choix ;
- ne peuvent être soustraits à l'air ambiant du parc de par leur activité ;
- passent la quasi-totalité de leur temps de travail en zone de circulation automobile ;
- ont une activité et des postures de travail impliquant une accentuation de leur exposition à l'air ambiant du parc (augmentation de la ventilation pulmonaire due à l'effort).

Néanmoins, par rapport aux branches professionnelles relevant des sociétés sous traitantes (maintenance, nettoyage du parc, ...), ils sont globalement exposés moins longtemps sur le long terme à l'air des parcs, compte tenu de la durée plus faible des carrières professionnelles de laveur.

3.4 Location de vélos

Certains parcs proposent une prestation de location de vélos. Dans un des parcs étudiés, cette activité est assurée par deux personnes qui proposent en outre d'accompagner leurs clients pour une visite guidée de la ville en vélo.

En pratique, leur activité consiste à renseigner les clients, maintenir les vélos en état, et accompagner les clients pour la visite pendant environ 1h30, une ou 2 fois par jour. On peut estimer leur temps de présence dans le parc en zone circulation automobile à environ 4 heures par jour, soit la moitié de leur durée journalière de travail.



Figure 11 : Location de vélos

3.5 Location de voitures

Les services de location de voitures dans les parcs couverts peuvent être catégorisés en deux systèmes :

- la location impliquant du personnel sur place, souvent gérée par des sociétés privées de location de véhicules ;
- le système municipal d'« auto-partage » (mise à disposition de voiture à des adhérents, sur le même modèle que le partage des vélos), où la prise et la restitution des véhicules se font à partir de bornes automatiques.

Seul le premier système de location impliquant la présence régulière de travailleurs dans le parc a été considéré dans le cadre cette étude.

Des loueurs de voiture disposent d'un bureau en zone hall d'accueil ou circulation piétons pour l'accueil des clients et les tâches administratives. Ils ont aussi des tâches d'entretien et nettoyage de voitures avant de les remettre à disposition du client.

Les loueurs qui assurent les tâches de comptoir peuvent être amenés à se déplacer en zone de circulation, par exemple à la sortie du parc pour lever la barrière de péage au client et lui donner les dernières recommandations. A l'inverse, les loueurs chargés de l'entretien des véhicules peuvent être amenés à remplacer leurs collègues au comptoir.

Les tâches d'entretien et nettoyage des voitures à louer sont plus exposées à l'atmosphère des parcs que les tâches de comptoir. La plupart des véhicules sont rendus par les clients dans un état acceptable ne nécessitant que quelques minutes d'entretien de l'habitacle (moins de 5 minutes). Lorsque le véhicule a été plus particulièrement sali, il est fait appel à des entreprises spécialisées. Par ailleurs, la préparation du véhicule demande un passage en station service (lavage de l'extérieur du véhicule, alimentation en carburant).

Au final, à partir des observations et entretiens réalisés, on peut estimer que le loueur assurant les tâches d'entretien du véhicule répartit son temps en :

- 5 mn en zone de circulation par véhicule préparé (aspiration)
- 20 à 30 mn par véhicule préparé pour faire l'aller et retour jusqu'à la station service, passer aux rouleaux et faire éventuellement le plein
- le reste au comptoir.

Autrement dit, le salarié en charge de la préparation des véhicules de location répartit approximativement son temps en :

- Zone de circulation automobile : 15%
- Zone de circulation piétons : inférieure à 5%
- extérieur au parking : de l'ordre de 50%
- Zone comptoir : moins de 30 %

3.6 Exploitation du parc

La fonction des exploitants consiste à la fois à rendre service aux usagers du parc et à maintenir en bon état le parc de stationnement.

Pour rappel, leur tâche consiste généralement à :

- exercer des activités de petit entretien, nettoyage, vidage des bacs de tickets aux barrières de péage ;
- aider les usagers, les renseigner, intervenir dans les cas d'incidents de paiements ;
- appeler la maintenance, encadrer les différentes interventions ;
- fiabiliser les équipements, chercher des solutions aux pannes répétitives ;
- suivre les travaux d'amélioration, coordonner les entreprises extérieures ;
- effectuer des rondes de surveillance et de comptage des véhicules effectivement présents ;
- et d'une façon générale, assumer toutes les tâches qui constituent la maîtrise du parc.

Ils assurent souvent une présence continue dans le parc (24 heures sur 24, 7 jours sur 7).

Une analyse de leur activité a eu lieu dans un grand parc de stationnement, regroupant la surveillance sur site d'un parc, la télé surveillance d'un autre, et le suivi de parcs associés ayant une plus faible capacité de stationnement.

Deux salariés sont affectés jour et nuit à cette tâche. L'un reste en salle de commande pour assurer une présence, répondre aux téléphones et interphones, accueillir et répondre aux clients, suivre les sous traitants à travers la vidéo, transmettre des annonces par haut parleur, etc. L'autre est en permanence en zones de circulation automobile et piétonne, en zone technique, et en zone hall d'accueil si celle-ci existe.

Dans le parc considéré, une ronde représente environ 45 minutes. Un peu plus de 20 minutes ont été nécessaires pour vider les tickets des bornes de péage. Une intervention sur une barrière pour aider un client en difficulté a demandé une dizaine de minutes. Ces tâches sont essentiellement réalisées en zone de circulation automobile, surtout aux heures d'affluence où la probabilité d'incidents de paiement ou de panne est plus grande.

Durant les 53 minutes d'observation réalisée en fin de matinée alors que la circulation est très faible dans ce parc, l'opérateur de terrain a dépanné deux bornes de péage et aidé quatre clients en difficulté. Il a vidé les bacs de tickets des barrières de péage. Il a porté des papiers au local poubelle et s'est déplacé jusqu'au parc placé en télésurveillance.

Les temps passés dans les différentes zones ont été les suivants :

- Zone de circulation automobile : 18 minutes.
- Zone de circulation piétonne (des deux parcs) : 15 minutes (essentiellement près des bornes de paiement)
- Extérieur pour le déplacement entre les deux parcs : 8 minutes
- Zone salle de commande : 14 minutes

Ces durées relevées ponctuellement n'ont pas vocation à être considérées comme représentatives. Néanmoins, ces durées et l'analyse plus générale de leur activité montrent que :

- le temps passé en zone de circulation piétonne est à peu près équivalent au temps passé en zone de circulation automobile ;
- le temps passé en salle de commande est très variable pour l'opérateur de terrain.

Au final, les ordres de grandeur estimés pour la répartition du temps de travail de l'exploitant intervenant dans les différentes zones du parc sont :

- Zone salle de commande : environ 50%
- Zone de circulation piétonne : 25%
- Zone de circulation automobile et zone technique : 25%

Dans l'ensemble, la durée de présence par jour dans les zones de circulation automobile et piétonne semble plus faible pour les exploitants par rapport aux électriciens chargés de la maintenance électrique et aux laveurs de voiture, mais cette présence a principalement lieu aux heures d'affluence des usagers.

Sur le long terme, leur durée d'exposition à l'air des parcs semble comparable à celle des branches professionnelles relevant des sociétés sous traitantes (maintenance, nettoyage du parc, ...), voire supérieure compte tenu des possibilités d'évolution de carrière au sein des entreprises d'exploitation de parcs.

3.7 Synthèse sur les durées d'exposition par activité et zone de travail

Zone	Sous-traitants		Concessionnaires		Exploitants
	Electricien	Nettoyage	Laveur de voiture	Loueur de voiture	
Circulation automobile	Plus de 4 h/jour	Plus de 4 h/jour mais avec arrêt de la circulation	7 à 8 h/jour	Moins d'1 h/jour	2h/jour en moyenne
Salle de commande	Plus d'1 h/jour	Occasionnel	Occasionnel	Exceptionnel	Environ 4h/jour
Circulation piétonne dont Hall d'accueil	Plus d'1 h/jour	Plus de 4 h/jour	Occasionnel	Moins d'1 h/jour Plus de 4 h/jour	2h/jour en moyenne

Ce tableau réunit quelques estimations fondées non sur des statistiques mais sur une évaluation.

Annexe 11 : Résultats de mesures de la campagne du LCPP utilisés pour les scénarios d'exposition

Concentrations en COV, BaP, formaldéhyde et acétaldéhyde utilisées pour l'estimation de la concentration d'exposition chronique.

	Durée de prélèvement	Heures de prélèvement	Benzène (µg/m ³)	Formaldéhyde (µg/m ³)	BaP (µg/m ³)	Acétaldéhyde (µg/m ³)	m-p xylènes (µg/m ³)	o-xylène (µg/m ³)	Xylènes (µg/m ³)	Naphtalène (µg/m ³)	
Parc 1	24h				0,001						
					0,00055						
						0,0012					
						0,00052					
	8h	10h-17h30	7,9	11		5,4	24	7,9		0,44	
		9h40-17h40	5,7	7		4	18	5,7		0,44	
Parc 2	24h				0,003						
					0,0018						
						0,0022					
						0,0027					
	15h	6h-21h	36	21		13	100	33	133	0,87	
		6h30-21h	58	36		21	160	51	211	1,3	
Parc 3	24h				0,001						
					0,0012						
						0,0019					
						0,0008					
	8h	8h-16h	84					310	97	407	2,4
			38					160	49	209	2,4
			21					72	22	94	2,4
		10h-18h	37	24		16	290	93	383	1,4	
			56	19		14	170	56	226	1,3	
	12h	8h-20h	120					360	110	470	3,9
			33					98	30	128	3,9
			77					230	75	305	3,9
			65					210	67	277	3,9
		74					230	74	304	3,9	
		40					150	46	196	3,9	
		80					260	82	342	3,9	

			73				240	78	318	3,9	
			81				250	84	334	3,9	
			88				340	120	460	3,9	
			71				210	68	278	3,9	
			35				140	42	182	3,9	
Parc 4	24h				0,00046						
					0,00075						
					0,00098						
					0,00054						
					0,0011						
	8h	6h30-17h	45	11		21	140	44	184	2,7	
		7h-15h	27	18		7,7	94	29	123	2,7	
	12h	6h-18h	28				100	31	131	1,2	
			25				92	28	120	1,2	
			39				140	44	184	1,2	
			53				170	51	221	1,2	
			58				190	62	252	1,2	
			47				140	42	182	1,2	
			39				160	48	208	1,2	
							50	13	63	1,2	
			31				110	33	143	1,2	
			37				120	36	156	1,2	
			34				110	34	144	1,2	
			37				120	37	157	1,2	
minimum			5,7	7	0,0005	4	18	5,7	63	0,44	
maximum₁			120	36	0,003	21	1500	320	470	3,9	
moyenne²				21,5		15,45					
mediane²			42,5		0,0011		160	48,5	208	1,9	

¹ Concentrations retenues pour l'évaluation des risques liés à une exposition forte

² Concentrations retenues pour l'évaluation des risques liées à une exposition modérée. Les concentrations du parc 1 sont exclues. Données du parc 1 exclues.

Paramètres de la distribution des teneurs en PM₁₀ dans les différents parcs

PM ₁₀	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4
Moyenne étude (µg/m ³)	34	75	46	30
Maximum 5 min (µg/m ³)	130 16/01 à 15h50	305 03/02 à 15h20	219 13/05 à 23h05	190 15/06 à 16h00
Maximum 15 min (µg/m ³)	127 16/01 à 16h00	279 02/02 à 20h45	162 13/05 à 23h15	151 15/06 à 16h00
Maximum horaire (µg/m ³)	113 16/01 à 16h00	205 07/02 à 21h00	118 16/05 à 14h00	101 15/06 à 16h00
Maximum 8 heures (µg/m ³)	80 25/01	150 05/02	90 12/05	68 15/06
Maximum jour (µg/m ³)	56 25/01	101 14/02	71 11/05	42 13/06
PH50 (µg/m ³)	31	74	44	29
PH98 (µg/m ³)	80	185	102	27
PH99,8 (µg/m ³)	120	198	117	42

Données pour l'estimation modérée des risques sanitaires liés aux particules.

Parc 2		Parc 3		Parc 4	
PM10	8h (8h-16h)	PM10	8h (8h-16h)	PM10	8h (8h-16h)
104	02/02/2006	62	11/05/2006	33	09/06/2006
113	03/02/2006	76	12/05/2006	25	10/06/2006
87	04/02/2006	74	13/05/2006	22	11/06/2006
105	05/02/2006	39	14/05/2006	39	12/06/2006
73	06/02/2006	75	15/05/2006	42	13/06/2006
127	07/02/2006	84	16/05/2006	42	14/06/2006
93	08/02/2006	53	17/05/2006	43	15/06/2006
80	09/02/2006	58	18/05/2006	12	16/06/2006
114	10/02/2006	59	19/05/2006	11	17/06/2006
97	11/02/2006	71	20/05/2006	15	18/06/2006
90	12/02/2006	43	21/05/2006	41	19/06/2006
105	13/02/2006	54	22/05/2006	26	20/06/2006
141	14/02/2006	62	23/05/2006	30	21/06/2006
		53	24/05/2006	30	22/06/2006
		49	25/05/2006	35	23/06/2006
		52	26/05/2006	32	24/06/2006
		53	27/05/2006	17	25/06/2006
		22	28/05/2006	28	26/06/2006
		30	29/05/2006	45	27/06/2006
				31	28/06/2006
				31	29/06/2006
				31	30/06/2006
				10	01/07/2006
				9	02/07/2006
				34	03/07/2006
P50 8h			45		

Données pour l'estimation modérée des risques sanitaires liés au NO₂.

Parc 2		Parc 3		Parc 4	
NO ₂	8h (8h-16h)	NO ₂	8h (8h-16h)	NO ₂	8h (8h-16h)
191	02/02/2006	307	11/05/2006	79	09/06/2006
260	03/02/2006	363	12/05/2006	69	10/06/2006
230	04/02/2006	259	13/05/2006	64	11/06/2006
262	05/02/2006	151	14/05/2006	118	12/06/2006
161	06/02/2006	285	15/05/2006	126	13/06/2006
211	07/02/2006	217	16/05/2006	104	14/06/2006
218	08/02/2006	205	17/05/2006	98	15/06/2006
202	09/02/2006	216	18/05/2006	90	16/06/2006
312	10/02/2006	208	19/05/2006	37	17/06/2006
313	11/02/2006	235	20/05/2006	37	18/06/2006
281	12/02/2006	119	21/05/2006	106	19/06/2006
192	13/02/2006	187	22/05/2006	87	20/06/2006
210	14/02/2006	246	23/05/2006	80	21/06/2006
		264	24/05/2006	88	22/06/2006
		205	25/05/2006	106	23/06/2006
		187	26/05/2006	109	24/06/2006
		203	27/05/2006	65	25/06/2006
		129	28/05/2006	78	26/06/2006
		170	29/05/2006	89	27/06/2006
				95	28/06/2006
				104	29/06/2006
				100	30/06/2006
				36	01/07/2006
				33	02/07/2006
				128	03/07/2006
P50 8h			119		

Données pour l'estimation des niveaux d'exposition (scénario exposition aiguë)

		Min	Max	Moy	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4
NO ₂	Moyenne étude (µg/m ³)	84	187	142,5	119	187	180	84
NO ₂	Max 5 min (µg/m ³)	402	1090	745	402	1090	875	613
NO ₂	Max 15 min (µg/m ³)	396	705	542,75	396	705	560	510
NO₂	Max horaire (µg/m³)	213	491	380,75	356	463	491	213
NO ₂	Max 8h (µg/m ³)	147	381	280,25	221	372	381	147
NO ₂	PH50 (µg/m ³)	81	175	131,25	109	175	160	81
NO ₂	PH98 (µg/m ³)	170	443	310,5	243	386	443	170
NO ₂	PH99,8 (µg/m ³)	210	486	372,5	343	451	486	210

		Min	Max	Moy	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4
CO	Moyenne étude (µg/m ³)	1100	10000	5975	1100	10000	7900	4900
CO	Max 5 min (µg/m ³)	3200	54000	29800	3200	54000	34000	28000
CO	Max 15 min (µg/m³)	3200	39000	23300	3200	39000	27000	24000
CO	Max horaire (µg/m³)	3000	32000	18250	3000	32000	20000	18000
CO	Max 8h (µg/m³)	2200	25000	13050	2200	25000	14000	11000
CO	PH50 (µg/m ³)	1100	8800	5275	1100	8800	7600	3600
CO	PH98 (µg/m ³)	2600	27000	16400	2600	27000	20000	16000

Résultats des mesures par tubes passifs

	Parc 1 (niveau -3)			Parc 2 (niveau -3)			Parc 3 (niveau -2)			Parc 4 (niveau -1)		
	min	max	moy									
NO ₂ (µg/m ³)	76	164	109	127	202	157	120	160	145	66	75	71
Benzène (µg/m ³)	2,8	8,1	4,2	19	40	26	43	63	53	8,5	23	19
Acétaldéhyde (µg/m ³)	4,6	5,4	4,9	2,8	15	9,7	13	16	15	8,6	11	10
Formaldéhyde (µg/m ³)	6	7,6	6,8	9,8	21	14	16	22	18	16	18	17

Annexe 12 : Résultats issus de l'enquête Afsset sur les activités professionnelles exercées dans les parcs de stationnement couverts

L'enquête a notamment permis de collecter les données suivantes pour plusieurs parcs enquêtés :

- Nombre de travailleurs exerçant régulièrement dans ce parc uniquement⁴⁶
- Nombre de travailleurs exerçant régulièrement dans ce parc ainsi que dans d'autres parcs⁴⁷
 - Estimation du nombre moyen de parcs dans lesquels ces travailleurs exercent régulièrement

Au sein de plusieurs parcs enquêtés et pour chacune des cinq activités professionnelles suivantes :

- Nettoyage de véhicules,
- Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage,
- Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage,
- Exploitation du parc (comprend activités suivantes : accueil uniquement, accueil associé à surveillance générale et/ou petit entretien courant du parc et/ou nettoyage du parc et/ou surveillance incendie),
- Nettoyage du parc de stationnement (travailleurs dédiés spécifiquement à cette activité, ne concerne pas les travailleurs dont l'activité de nettoyage est une composante de l'activité d'exploitation),

les données suivantes ont pu être collectées et analysées :

- Nombre de travailleurs
- Durées de travail en h/j (moyenne sur le parc pour une activité donnée)
- Durées de travail en j/an (moyenne sur le parc pour une activité donnée)
- Durées de travail en nombre d'années travaillées (moyenne et maximale sur le parc pour une activité donnée)
- Si les travailleurs exercent en majorité sur un seul parc ou sur plusieurs parcs (pour une activité donnée)

Pour les résultats présentés ci-dessous, il est souligné que :

- les résultats sur les durées de travail en nombre *d'h/j*, *j/an* et *% de la durée de travail par an* (*P50*, *P90*, ...) correspondent à une distribution théorique afin de tenir compte du nombre de travailleurs. En effet, l'enquête renseigne, pour une activité donnée, une moyenne de durées par parc ainsi que le nombre de travailleurs sur laquelle est estimée ou calculée cette moyenne. La distribution est dite théorique car elle s'appuie sur l'hypothèse que les différents travailleurs, pour un même parc et une même activité professionnelle, ont une durée de travail similaire en *h/j* et *j/an*. Cette hypothèse apparaît néanmoins plausible, l'emploi du temps des travailleurs étant généralement assez homogène au sein d'un même parc et pour une même activité professionnelle.
- Les résultats sur le *nombre d'années travaillées* (*P90*, *max*) correspondent à une distribution réellement statistique du nombre maximal d'années renseigné sur chacun des parcs pour une activité donnée (donc une valeur de la distribution correspond à un travailleur).

⁴⁶ Ce nombre comprend le nombre approximatif des salariés de l'établissement exploitant et le nombre approximatif des salariés des autres entreprises exerçant dans le parc.

⁴⁷ Ce nombre comprend le nombre approximatif des salariés de l'établissement exploitant et le nombre approximatif des salariés des autres entreprises exerçant dans le parc ainsi que dans d'autres parcs.

- Les résultats sur le % de la durée de travail par vie (P50) est plus approximatif. En effet, ces résultats sont calculés à partir d'une distribution théorique de $[h/j * j/an]_{moyenne} * [nombre\ d'années\ travaillées]_{moyenne} / 70$ et tenant compte du nombre de travailleurs. Ces données sont obtenues pour chaque parc et pour une activité donnée. Aussi, ajouté à l'approximation même plausible liée aux paramètres h/j et j/an (cf point ci-dessus), cette distribution s'appuie sur l'hypothèse moins probable que différents travailleurs, pour un même parc et une même activité professionnelle, ont la même ancienneté (*nombre d'années travaillées moyen*). Cette hypothèse est retenue par défaut pour l'élaboration d'un scénario d'exposition modérée aux substances sans seuil d'effet.
- Les résultats sur le % de la durée de travail par vie (P90) sont eux aussi approximatifs dans la mesure où ils sont calculés à partir du couplage $[h/j * j/an]_{P90} * [nombre\ d'années\ travaillées]_{P90\ des\ maximales} / 70$ tenant compte du nombre de travailleurs. En effet, on retrouve l'approximation même plausible liée aux paramètres h/j et j/an (cf point ci-dessus), qui s'ajoute à l'approximation due au couplage avec le *nombre d'années travaillées*_{P90 des maximales} qui est un paramètre indépendant de $[h/j * j/an]_{P90}$. Cette hypothèse est retenue par défaut pour l'élaboration d'un scénario d'exposition forte aux substances sans seuil d'effet.

Nettoyage de véhicules								
Durées de travail								
	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
en h/j	7	8	7	5	8	7,1	70	37
	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
en j/an	235	280	223	4	300	229	61	32
	P90	max	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
en nombre d'années travaillées (maximale par parc)	9	10	29	15				
	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
en % de la durée de travail par an (cad la durée de travail correspond à x% d'une année)	19%	22%	61	32				
par vie (cad la durée de travail correspond à x% d'une vie)	1%	3%	27	14				

Entretien et maintenance des barrières et équipements de péage								
Durées de travail								
	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
en h/j	2	7	1	1	8	3,7	107	66
en j/an	196	235	4	1	280	130	114	70
en nombre d'années travaillées (maximale par parc)	P90	max	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	20	27	86	27				
en % de la durée de travail	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
par an (cad la durée de travail correspond à x% d'une année)	2%	18%	98	62				
par vie (cad la durée de travail correspond à x% d'une vie)	0,3%	5%	56	20				

Entretien et maintenance de la ventilation et du désenfumage								
Durées de travail								
	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
en h/j	6	7	4	1	10	5,5	27	18
	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
en j/an	223	235	181	1	235	179	32	20
	P90	max	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
en nombre d'années travaillées (maximale par parc)	31	39	14	9				
	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
en % de la durée de travail par an (cad la durée de travail correspond à x% d'une année)	15%	19%	27	18				
par vie (cad la durée de travail correspond à x% d'une vie)	1,8%	8%	17	8				

Exploitation du parc (comprend activités suivantes : accueil uniquement, accueil associé à surveillance générale et/ou petit entretien courant du parc et/ou nettoyage du parc et/ou surveillance incendie)								
Durées de travail								
en h/j	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
	7	8	7	4	13	7,1	1006	216
en j/an	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
	224	235	223	64	305	223	979	207
en nombre d'années travaillées (maximale par parc)	P90	max	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	27	35	741	165				
en % de la durée de travail par an (cad la durée de travail correspond à x% d'une année)	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	18%	19%	979	207				
par vie (cad la durée de travail correspond à x% d'une vie)	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	1,9%	7%	720	160				

Nettoyage du parc (travailleurs dédiés spécifiquement à cette activité, ne concerne pas les travailleurs dont l'activité de nettoyage est une composante de l'activité d'exploitation)								
Durées de travail								
en h/j	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
	7	8	4	1	10	5,4	148	92
en j/an	P50	P90	P25	min	max	moyenne	nombre de travailleurs	nombre de parcs
	227	250	220	24	313	228	187	101
en nombre d'années travaillées (maximale par parc)	P90	max	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	20	29	144	60				
en % de la durée de travail par an (cad la durée de travail correspond à x% d'une année)	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	18%	20%	187	101				
par vie (cad la durée de travail correspond à x% d'une vie)	P50	P90	nombre de travailleurs	nombre de parcs				
	0,3%	6%	83	43				

Annexe 13 : Concentrations ubiquitaires dans différents « micro-environnements » (Afsset, 2007)

Cette annexe est reprise de l'annexe 17 du précédent rapport Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007).

Substance	Lieu	Concentration médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n	Année	Lieu	Référence	Commentaires
NO2	Extérieur	29	238	2003	France entière	MEDD, 2004	Bilan toutes AASQA Moyenne été et hiver
	Logement	27		2001	3 villes France	Schadkovski, 2005	
	Voiture	60	25	Automne 2001	Raleigh, USA	Riediker, 2003	Pas de données françaises représentatives, valeurs américaines
	Bureau	17	29	2001-2002	Lyon et Paris	Ginestet, 2003	Moyenne été et hiver
	Ecole	39	222	2000-2001	Paris	Domsic, 2002	Moyenne été et hiver
PM10	Extérieur	23	95	2003	France entière	MEDD, 2004	Bilan toutes AASQA Campagne "Logements"
	Logement	31,3		2003-2005	France métro	OQAI, 2006	
	Voiture	43	?	hiver 99/00	Londres	Gulliver, 2004	Pas de valeurs françaises, valeurs anglaises
	Bureau	Pas de valeur					
	Ecole	21	2	2002	Détroit, USA	Yip, 2004	Pas de valeurs françaises, valeurs américaines
PM2,5	Extérieur	16	37	2003	France entière	MEDD, 2004	Bilan toutes AASQA
	Logement	22		1998-2000	5 villes France	Gauvin, 2001	
	Voiture	16	?	hiver 99/00	Londres	Gulliver, 2004	Pas de valeurs françaises, valeurs anglaises
	Bureau	26,1	55	Déc-99/Sep-00	Paris	Mosqueron, 2001	
	Ecole	18	387	1999-2000	6 villes France	Annesi, 2005	
Formaldéhyde	Extérieur	1,9	260	2003-2005	France métro	OQAI, 2006	Campagne "Logements"
	Logement	19,6	281	2003-2005	France métro	OQAI, 2006	
	Voiture	21,6	4	2004	Strasbourg	Marchand, 2006	1 voiture : 2 mesures en trafic dense et 2 en fluide
	Bureau	28	419	2001-2004	Allemagne	BGIA, 2005	Pas de valeurs françaises, données allemandes
	Ecole	26	401	1999-2000	6 villes France	Annesi, 2001	Résultats corroborés par (ASPA, 2005)
Benzène	Extérieur	2,4	62	2003	France entière	MEDD, 2004	Bilan toutes AASQA Campagne pilote de l'OQAI
	Logement	2,1		2001	3 villes France	OQAI, 2002	
	Voiture	10,2	11	2000	Hannovre, All.	Ilgen, 2001	Pas de données françaises récentes, valeurs allemandes

	Bureau	3,0	93	2000-2001	Paris	Dusseaux, 2001	
	Ecole	1,9	114	2000-2001	Paris	Domsic, 2002	
Acétaldéhyde	Extérieur	1,3	260	2003-2005	France métro	OQAI, 2006	Campagne "Logements"
	Logement	11,6	281	2003-2005	France métro	OQAI, 2006	
	Voiture	12,8	4	2004	Strasbourg	Marchand, 2006	1 voiture : 2 mesures en trafic dense et 2 en fluide
	Bureau	20	419	2001-2004	Allemagne	BGIA, 2005	Pas de valeurs françaises, données allemandes
	Ecole	8	379	2004-2005	Strasbourg	ASPA, 2005-a	en accord avec OQAI, 2002 : 9,7 dans 9 écoles
Xylènes	Extérieur	3,4	15	fev.-avril 05	Mulhouse	ASPA, 2005-b	Campagne pilote de l'OQAI
	Logement	4,7	62	2001	3 villes France	OQAI, 2002	
	Voiture	23,1	11	2000	Hannovre, All.	Ilgen, 2001	Valeur plutôt haute, car 11 = max OQAI, 2002
	Bureau	13,1	93	2000-2001	Paris	Dusseaux, 2001	
Ecole	11	5	99 puis 03	Dijon/Paris	Atm.B., 2003 et Ribéron, 2000		
Naphtalène	Extérieur	6	?	avant 91	Grenoble	Foster, 1991	Valeur corroborée par INDEX, 2004 (Europe)
	Logement	4	1	1995	Paris	Kirchner, 1995	
	Voiture	5	35	?	Birmingham	Kim, 2001	Pas de valeurs françaises, données allemandes
	Bureau	8	419	2001-2004	Allemagne	BGIA, 2005	
	Ecole	Pas de valeur					
Benzo(a)pyrène	Extérieur	0,2	2	avril 2006	Mulhouse	ASPA, 2005-b	Pas de données françaises, valeurs américaines
	Logement	0,70	33	avant 91	Etats-Unis	Wilson, 1991	
	Voiture	1,3	29	1998-1999	Gênes	Piccardo, 2004	
	! en ng/m ³	Bureau	Pas de valeur				
	Ecole	Pas de valeur					

Sont retenues les données françaises (médianes préférentiellement) les plus récentes et les plus représentatives. A défaut, les valeurs étrangères.

Critères de choix en l'absence de valeurs :

Si pas de données pour un environnement intérieur > prendre valeur logement

Si pas de données intérieur, considérer l=O > prendre valeur extérieure

Note relative au benzène en extérieur : récupérer valeurs après 2000 du fait de la limitation à 1% dans les carburants

Annexe 14 : Facteurs d'abattement entre concentrations dans le local d'exploitation et dans le parc

Les données de mesure utilisées sont issues de la campagne de mesures réalisées par Coparly (cf Annexe 5). Pour le calcul des facteurs d'abattement, ont été retenues les données de mesures réalisées :

- dans les parcs souterrains uniquement, parcs aériens exclus ;
- dans le niveau le plus circulé pour les concentrations dans le parc, pour des raisons de cohérence avec l'emplacement des points de mesure retenus par le LCPP dans sa campagne sur 4 parcs. Les facteurs d'abattement seront en effet affectés sur des données issues de la campagne du LCPP. Exclues donc les mesures réalisées dans le niveau le plus bas ;
- dans les locaux non aériens pour les concentrations dans le local.

Les données utilisées sont présentées dans le tableau ci-après.

Au final :

- **Facteur d'abattement central retenu : médiane, soit 44 % et 48 % respectivement pour NO₂ et benzène**
- **Facteur d'abattement défavorable retenu : minimum, soit 28 % et -17 % respectivement pour NO₂ et benzène**
- **Facteur d'abattement favorable retenu : maximum, soit 62 % et 74 % respectivement pour NO₂ et benzène**

Parc	Nb de places total	Etage local	Etage circulant	Etage bas	Diff étages local/circulant	Local communiquant avec niveau de circulation	Concentrations dans le local										Abattement concentrations etage circulant / local	
							NO ₂					Benzène					NO ₂	Benzène
							C1	C2	C3	C4	Moy	C2	C3	C4	Moy			
8	3000	0			0	OUI	44	46	43	53	47	2,5	0,9	2,3	1,9	-	-	
14	800	-1	-1	-7	0	OUI	102	99	123	111	109	12,8	15,6	17,4	15,3	43%	4%	
18	500	-1	-1	-4	0	NON / hall piéton	44	60	63	75	61	12,9	20,2	30,6	21,3	55%	48%	
19	2000	-1	-1	-4	0	NON / hall piéton	32	38	36	23	32	1,6	2,4	0,7	1,6	60%	56%	
24	700	-1	-1	-5	0	NON / hall piéton	96	98	110	154	115	14,1	23,2	42,6	26,6	28%	-17%	
4	700	-1	-1	-2	0	NON / hall piéton	109	100	129	146	121	9,4	11,4	12,4	11,0	49%	56%	
5	400	-1	-1	-7	0	NON / hall piéton	116	115	123	133	122	15,1	16,4	19,8	17,1	29%	13%	
15	200	-1	-2	-4	1	OUI	147	62	109	104	106	3,7	6,1	9,8	6,5	60%	74%	
16	700	-1	-2	-6	1	NON / hall piéton	122	114	169	83	122	20,9	28,7	6,8	18,8	62%	59%	
17	300	-1	-2	-8	1	NON / hall piéton	74	73	90	108	86	16,5	27,7	44,1	29,5	40%	6%	
1	1700	0	-1	-4	1	NON 1 porte hall / 1 porte trémie routière	101	171	146	197	154	15,3	11,9	20,3	15,9	44%	34%	
3	400	-1	-2	-5	1	NON / hall piéton	39	50	61	85	59	11,2	9,1	24,1	14,8	54%	27%	
9	400	-1	-2	-4	1	NON / hall piéton	37	38	46	62	46	6,3	11,2	19,5	12,3	29%	54%	
10	800	0	-4	-6	4	NON / hall piéton	55	65	63	85	67	4,3	5,1	9,5	6,3	44%	56%	
																moy	45%	36%
																med	44%	48%
																min	28%	-17%
																max	62%	74%

Annexe 15 : Limites des Valeurs Toxicologiques de Référence (Afsset, 2007)

Cette annexe est reprise de l'annexe 16 du précédent rapport Afsset « Qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts » (Afsset, 2007).

Les VTR sont des indices toxicologiques établis par des instances internationales ou nationales telles que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), le Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR), Santé-Canada ou le US Environmental Protection Agency (US EPA), etc., traduisant une relation dose-réponse ou un point issu d'une telle relation. Elles sont pour cela utiles à la caractérisation, voire la quantification, d'un risque sanitaire dans une population exposée à une substance toxique. Elles sont par la même devenues indispensables à l'élaboration de standards de qualité ou de valeurs réglementaires dans le domaine de l'alimentation, de l'eau potable, ou de la qualité de l'air. Elles sont spécifiques d'une voie et d'une durée d'exposition.

Limites générales de la démarche de construction des VTR en évaluation des risques

L'évaluation des risques découle des incertitudes liées aux évaluations scientifiques. Il ne s'agit pas d'un processus précis de mesure, mais d'une approximation fondée sur des hypothèses « scientifiquement plausibles ». Dans les évaluations toxicologiques, la situation est encore compliquée par le fait qu'une extrapolation dans la portion expérimentalement inabordable de la courbe dose-réponse est réalisée. Lorsque des données animales sont utilisées, c'est sur la base d'études lors desquelles des doses élevées de substances sont administrées à un relativement petit nombre d'animaux, que sont faites les prédictions pour la population humaine exposée à des doses relativement faibles des substances considérées. Pour ces tentatives, l'utilisation de modèles d'extrapolation de plus en plus perfectionnés peut conduire à des résultats différents. Ainsi, sur la base de données identiques provenant d'une même expérience, les conclusions peuvent, selon la méthode utilisée, s'écarter de plusieurs ordres de grandeur. L'évaluation des risques fait ainsi l'objet d'interprétations différentes.

De nombreux jugements de valeur sont effectués lors de la construction d'une VTR, que ce soit dans la conduite d'une étude expérimentale (choix de l'animal, du sexe, de l'âge, de la voie et la durée de l'administration, de la longueur de la période d'observation, choix des paramètres à évaluer au cours de l'expérience, etc.) ou dans l'application des facteurs d'incertitude (en nature et en valeurs numériques). Malgré l'accroissement de la cohérence dans les études toxicologiques à l'échelle internationale (liée à l'application des lignes directrices sur les méthodes d'essai ou encore des bonnes pratiques de laboratoire), le jugement suggestif restera toujours une étape incontournable dans la construction des VTR. Devant cet état de fait, il est encore extrêmement difficile de parvenir à un consensus international sur les valeurs numériques des VTR.

Limites méthodologiques des VTR à seuil

Les principales limites sont liées aux incertitudes révélées mais non quantifiables lors :

- (i) de la détermination du NOAEL et/ou LOAEL ;
- (ii) de la fixation des valeurs numériques de chacun des facteurs d'incertitude. L'incidence est majeure sur la fiabilité de la VTR.

NOAEL et LOAEL

Le LOAEL et le NOAEL sont déterminés à partir d'une expérimentation animale grâce à un test statistique qui permet de détecter une différence significative dans les effets induits par une dose testée par rapport au témoin. Le LOAEL est identifié directement à partir du test statistique parmi les doses testées. Le NOAEL est défini comme la dose testée immédiatement inférieure au LOAEL. Dans le test statistique, l'hypothèse nulle posée est l'égalité de réponse entre la dose D_i et le témoin, autrement dit l'absence d'effet pour la dose D_i . On cherche donc la dose D_i pour laquelle

cette hypothèse pourra être rejetée avec un risque α de se tromper. α est appelé risque de première espèce ; il est choisi par l'opérateur et correspond à la probabilité de dire que D_i produit un effet alors qu'elle n'en produit pas. Le risque de deuxième espèce β est la probabilité de dire que D_i ne produit pas d'effet alors qu'elle en produit un. Si α est choisi par l'opérateur, en général dans les faibles valeurs ; β résulte du test choisi, de la taille de l'échantillon, de l'hypothèse alternative, du niveau et de la variabilité de la réponse associée à la dose D_i . Qui plus est, plus on veut être sûr de ne pas se tromper en rejetant une hypothèse, plus on a de chance de l'accepter à tort. Autrement dit, β varie dans le sens inverse de α . De ce fait, plus on se fixe un α petit et plus on est sûr que le LOAEL produit un effet, mais plus il est probable que le NOAEL en produise également un. La démarche utilisée nous assure donc que le LOAEL produit un effet, sans qu'il soit quantifié, mais ne nous garantit rien concernant l'innocuité du NOAEL. En fait, l'approche utilisée, issue du domaine pharmacologique, est particulièrement adaptée pour prouver qu'une substance (un médicament par exemple) produit bien un effet positif, mais peu pertinente pour prouver l'absence d'effet.

Enfin, les LOAEL et NOAEL ont été remis en cause ces dernières années par la communauté scientifique en toxicologie pour les raisons suivantes :

- LOAEL et NOAEL font forcément parties des concentrations testées. Ils sont donc très dépendants du protocole expérimental ;
- leur valeur dépend directement de la taille des échantillons. La capacité d'une expérimentation à distinguer un effet entre une dose et le témoin augmente avec la taille des échantillons. Plus les échantillons utilisés sont de faible taille, plus le NOAEL est élevé et, par conséquent, plus le risque que le NOAEL produise un effet (risque de deuxième espèce) est grand ;
- on constate en pratique que plus l'expérience est mal faite, plus le NOAEL est élevé ;
- on ne dispose en aucun cas d'intervalle de confiance pour ces valeurs. On ne dispose pas non plus d'un niveau de précision ou d'un ordre de grandeur pour son incertitude, puisque bien souvent on a perdu trace des valeurs expérimentales qui ont conduit à la détermination du couple LOAEL/NOAEL.

C'est pourquoi les organismes proposent actuellement la BMD comme démarche alternative. Mais cette méthode est actuellement encore peu utilisée et plus complexe.

Une remarque supplémentaire d'importance est que souvent, les études toxicologiques utilisées pour construire les VTR sont anciennes. Elles n'avaient pas pour objectif premier de conduire à la fixation de VTR mais plutôt d'identifier les effets délétères des substances. En outre, dans les anciennes études, les bonnes pratiques de laboratoire n'étaient pas imposées, conduisant parfois à une variabilité plus grande entre diverses études, et les lignes directrices n'étaient pas toujours disponibles, limitant les possibilités d'exploitation correcte des données. Ceci est illustré par certains auteurs qui ont montré que les NOAEL n'étaient que rarement des niveaux de dose sans effet, et que les LOAEL pouvaient atteindre des niveaux de réponse très variés.

Il est donc, par cette méthode, impossible d'avoir une idée de la relation dose-réponse dans son entier. Le NOAEL et le LOAEL restent des estimations approximatives des seuils, fixées avant tout par le protocole expérimental.

Facteurs d'incertitude

L'application de facteurs d'incertitude de 100 à la dose critique fixée (généralement le NOAEL) comporte beaucoup d'incertitude. Il n'est pas possible de la caractériser sans connaître les données toxicocinétiques et toxicodynamiques dans l'espèce étudiée et chez l'homme. Certaines de ces hypothèses restent très fragiles, comme la plus grande sensibilité de l'homme à la substance étudiée, des effets identiques chez la souris et chez l'homme, etc.

En effet, en théorie, le facteur inter individuel de 10 suppose qu'il existe des sous groupes de populations humaines qui sont plus sensibles à la toxicité d'une substance que la population moyenne. Cette variabilité est prise en compte à ce niveau car elle n'a pas été détectée dans les études en raison d'échantillons de petite taille et non représentatif (quand les études proviennent d'expérimentations animales notamment). En pratique, ce facteur a été validé au moyen d'une analyse des relations dose-effet issue d'un nombre important d'expériences de létalité aiguë chez l'animal (DL50), qui a montré que dans 92% des cas, le facteur 10 prenait en compte les individus

les plus sensibles dans les expérimentations. Toutefois, l'homogénéité génétique, la stabilité des conditions de vie et l'absence de maladie particulière chez les animaux de laboratoire ne reflètent qu'une très faible variation d'effets d'un individu à l'autre, par rapport à ce qui se passe chez l'homme (hétérogénéité génétique, modes de vie très différents d'une sous population à l'autre, facteurs de risque associés, présence de pathologies particulières, états hormonaux hétérogènes, présence de sous groupes sensibles, etc.). Les études réalisées chez l'homme l'ont été pour les paramètres toxicocinétiques. Elles montrent que le facteur 10 couvrirait 80 à 95 % de la population humaine. D'autres études ont montré que les facteurs de 10 et de 5 couvraient respectivement plus de 99 % ou 95 % de la population adulte saine. Cependant, les différences en termes de mécanisme toxique peuvent également être importantes et ne sont pas prises en compte ici. Ainsi, les variations liées aux différences toxicodynamiques et aux statuts pathologiques variés sont, selon certains auteurs, sous estimées.

Par ailleurs, des études ont estimé la validité du facteur de 3,16 pour les différences toxicocinétiques, en utilisant des données humaines sur la cinétique de certains médicaments métabolisés par le cytochrome P450 1A2. Leurs conclusions étaient que si 99% de la population adulte saine était couverte par ce facteur, il ne s'appliquait pas aux femmes enceintes, aux personnes âgées, aux enfants, ou encore aux patients atteints de maladies hépatiques. Par ailleurs, il était totalement inadapté pour les nouveaux-nés (99 à 100% non couverts), et pour les femmes enceintes à terme (50% non couverts). De même pour les substances métabolisées par le cytochrome P450 2D6, ils précisait que pour couvrir 95 à 99% des individus métaboliseurs rapides, métaboliseurs lents, des personnes âgées et des enfants, les facteurs variaient respectivement de 2,6 à 4,1, de 15 à 18, de 5 à 8,4 et de 22 à 45.

Finalement, si tous s'accordent à dire que l'âge, le polymorphisme génétique, le genre, les pathologies et le mode de vie influent de manière significative sur la variation des sensibilités d'un individu à l'autre, il n'existe pas de véritable consensus sur la signification de la valeur de 10 appliquée à UFH (certains précisent que la valeur est suffisante, d'autres précisent qu'elle ne convient pas à l'ensemble de la population générale). Par exemple, le KEMI propose l'application d'un facteur UFH de 10 à 16 comme minimum requis pour la construction d'une VTR à seuil, en précisant qu'il ne couvre pas l'ensemble des sous populations identifiées comme à risque.

De même pour le facteur d'incertitude inter espèces, la valeur numérique de 10 n'est pas toujours identifiée comme adéquate pour tenir compte des différences entre l'animal de laboratoire et l'homme. Pour illustrer cela, certains auteurs ont comparé des VTR fondées sur des données humaines disponibles dans la base de données de l'US EPA à des VTR qu'ils ont élaborées, pour les mêmes substances et les mêmes types d'exposition, à partir de données animales. Ils ont montré que seulement 40% des VTR exploitées étaient comparables, que dans 15% des cas, les VTR fondées sur des données humaines étaient inférieures aux VTR fondées sur des études animales (on peut donc sous-estimer le risque), et que dans 45% des cas, les VTR issues d'études humaines étaient supérieures aux VTR issues d'études animales. Cette étude a montré qu'il était donc difficile d'établir une règle généralisable à l'ensemble des substances, et pour tous les cas de figures, et que dans 15% des cas étudiés, il est possible que le facteur UFA de 10 ne soit pas suffisant.

Bien évidemment, si ces valeurs peuvent être utilisées en matière de gestion de risque, pour construire des limites maximales de résidus dans les aliments et éviter l'apparition de pathologies dans la population humaine, dans la majorité des cas, elles n'apportent que peu d'éléments en terme de santé publique et ne permettent pas de fixer des niveaux de risque liés aux expositions environnementales.

Les évolutions actuelles consistent à utiliser le plus souvent des modèles d'extrapolation de l'animal à l'homme, élaborés à partir des données connues de cinétique et de dynamique chez les différentes espèces, et permettant d'ajuster (en les réduisant ou en les augmentant) les facteurs d'incertitude inter espèces, et parfois inter individuels.

Limites des VTR sans seuil

Les principales limites sont liées à l'application des modèles dans le domaine des faibles doses. En effet, si les modèles utilisés, qu'ils soient statistiques ou mécanistes, ajustent généralement bien les données expérimentales, l'extrapolation dans les faibles doses peut conduire à des

résultats différents selon les modèles, sans que l'on puisse situer le vrai niveau de risque. Aussi, ces incertitudes ne sont pas quantifiables et les marges d'erreurs possibles sont rarement connues.

Par ailleurs, l'application des modèles peut parfois être limitée par la pauvreté des données expérimentales.

Enfin, la variabilité inter individuelle humaine, qui est importante, n'est que rarement prise en compte. En effet, la variabilité inter individuelle chez les animaux de laboratoire est généralement prise en compte par l'identification d'un intervalle de confiance sur la relation dose-réponse. Cependant, cette variabilité est faible puisque les animaux sont sains et sont choisis pour être les plus semblables possibles.

Parmi les organismes qui construisent des VTR, l'US-EPA est celui qui a le plus développé et largement appliqué l'approche d'extrapolation aux faibles doses et l'utilisation du modèle LMS.

Pourtant, elle n'a pas été reprise, loin s'en faut, par d'autres organismes qualifiés. L'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ne construit pas de VTR spécifique pour les effets cancérogènes sans seuil ; ses VTR (MRL pour minimal risk levels) sont destinés à prévenir les risques pour les seuls effets à seuil. Par ailleurs, Santé-Canada fixe des doses ou des concentrations tumorigènes pour une incidence généralement de 5 % dans la population. Les évaluateurs de risque ne veulent pas endosser une extrapolation à des risques plus faibles pour lesquelles les méthodes mises en oeuvre actuellement ne permettent pas l'observation. L'interprétation est établie en comparant la dose ou concentration d'exposition avec cette dose ou concentration tumorigène ; la valeur numérique du ratio est interprétée pour apprécier l'importance du risque en santé publique.

Le JECFA a posé une réflexion de même nature en préférant remettre la responsabilité sur le gestionnaire du risque, en stipulant que la finalité est de diminuer autant que faire se peut les doses d'exposition de la population humaine et générale ou de groupes d'individus particulièrement sensibles. Depuis peu, le JECFA a adopté la position de l'EFSA pour la proposition d'une marge d'exposition (MOE) annexée à la dose critique calculée, puisqu'il a proposé cette méthode pour l'évaluation de l'acrylamide.

Annexe 16 : Exemples de solutions pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des travailleurs

- Asservir la ventilation aux critères de qualité de l'air prédéfinis (ex : valeur limite d'un ou plusieurs indicateurs de pollution). La stratégie peut consister à varier la vitesse de ventilation régulée en fonction de différentes valeurs limites d'un ou plusieurs indicateurs de pollution. Des systèmes de ventilation récents sont équipés de variateurs de vitesse et permettent ainsi une ventilation proportionnelle aux concentrations mesurées ;
- Améliorer le contrôle localisé des niveaux de polluants, par exemple avec des systèmes de ventilation double flux multidirectionnelle dont la conception et maintenance sont appropriées ;
- Améliorer localement la qualité de l'air, par exemple en insufflant un excédent d'apport en air frais au niveau des zones fréquentées (hall d'ascenseur, zones piétonnes, ...) ;
- Réduire l'impact des émissions sur la qualité de l'air du parc, par exemple en privilégiant la combinaison d'une ventilation par dilution et d'une stratégie d'extraction de l'air au niveau des pots d'échappement dans les zones de fortes émissions (rampes de circulation, zones de circulation critique, points de stationnement). Les orifices locaux d'extraction peuvent *de facto* réduire la puissance nécessaire du système de ventilation par dilution ;
- Réduire l'exposition des travailleurs en favorisant le développement des moyens automatisés permettant de réduire la présence des travailleurs dans les parcs de stationnement couverts tels que la télégestion (télésurveillance, télégestion de plusieurs parcs à partir d'un seul), bornes automatiques de péage, systèmes automatisés de location de véhicules (auto-partage, ...).
- Etudier au préalable de la mise en œuvre d'une stratégie de ventilation son rapport coût énergétique / efficacité de ventilation ;
- Réduire les émissions des véhicules dans le parc en optimisant la circulation des véhicules afin notamment de limiter la congestion du trafic :
 - o réduction de la durée de circulation des véhicules dans le parc (signalisation directionnelle, signalisation de places disponibles) ;
 - o facilitation de la sortie des véhicules (émissions froides généralement plus émettrices) ;
 - o limitation de la possibilité de vitesse excessive, d'accélération et de décélération brutales (règles de circulation, agencement et dimensionnement des voies de circulation).

Par exemples, un parc conçu avec de nombreux niveaux peut rendre plus complexe la recherche d'une place libre et accroître de fait la durée de circulation dans le parc. Certaines caractéristiques d'agencement peuvent améliorer la circulation telle que les stratégies de circulation à sens uniques et des largeurs de voies importantes. Cependant de larges voies sur de longues lignes droites peuvent encourager les vitesses excessives. Un dimensionnement restreint des places de stationnement et voies de circulation tend à augmenter les durées de manœuvre de stationnement et contribue à ralentir le trafic.

- S'assurer de l'efficacité de la ventilation dans les locaux de travail équipés d'une ventilation mécanique indépendante ;

- Développer une norme d'audit de la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts intégrant la qualité de l'air dans les locaux équipés d'une ventilation indépendante. Une série de normes AFNOR propose déjà une démarche d'audit de la qualité de l'air intérieur dans différents environnements⁴⁸ ;
- A termes, intégrer à tout projet de conception ou de modification d'un parc de stationnement couvert, avant sa réalisation, un plan de gestion de la qualité de l'air et le porter à la connaissance d'une autorité compétente et indépendante.

⁴⁸ Par exemples : bâtiments à usage de bureaux et locaux analogues (norme X43-401), habitat (norme X43-403), moyens collectifs de transport et gares (norme X43-105) et bâtiments à usage d'enseignement (XP X43-407)

Notes



Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
27-31 avenue du Général Leclerc
94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr

