

DOCUMENT PROVISOIRE

**DÉPARTEMENT
ENVIRONNEMENT AQUATIQUE ET ATMOSPHERIQUE**

6, QUAI WATIER - 78400 CHATOU

TÉL. : 071 72 44

B. MILLANCOURT - G. MAFFIOLO

ETUDE DE L'EXPOSITION AUX COMPOSES DU VANADIUM
D'AGENTS INTERVENANT DANS LES GENERATEURS DE VAPEUR
DE CENTRALE A FUEL-OIL:
RESULTATS OBTENUS A LA CENTRALE DE PORCHEVILLE B
(TRANCHE 4) EN AOUT ET SEPTEMBRE 1981

RAPPORT
HE/33 - 82.01

Résumé

A la demande du Service Général de la Médecine du Travail (Département TOXICOLOGIE), la Division EEPC a procédé d'une part à des prélèvements et à des analyses de particules atmosphériques recueillies à l'extérieur et à l'intérieur du générateur de vapeur, et d'autre part à des analyses d'urines des agents intervenant dans le générateur de vapeur.

La méthodologie de la collecte des échantillons et les résultats des analyses sont décrits en détail. Les données relatives aux analyses d'urine mettent en évidence des écarts importants entre les agents intervenant dans le générateur de vapeur et une population de référence. Toutefois, l'interprétation de ces résultats se heurte à des difficultés par suite de la méconnaissance de nombreux paramètres.

Quelques incidents sanitaires relevés lors d'interventions d'agents dans les générateurs de vapeur de centrale à fuel-oil à l'arrêt, ont conduit la Médecine du Travail à établir un plan d'étude visant à estimer le rôle du vanadium dans ces effets.

Parmi les actions envisagées, il avait été décidé que la Division ETUDES ET ESSAIS PHYSICOCHEMISTIQUES de la Direction des ETUDES et RECHERCHES se chargerait d'une part de mesurer après prélèvement, les teneurs en vanadium dans les particules en suspension dans l'atmosphère des générateurs de vapeur, et d'autre part, assisterait M. CHINARDET dans l'analyse des teneurs en vanadium présentes dans les urines du personnel d'intervention.

La première série d'essais qui s'est déroulée en Mars - Avril 81 lors de l'arrêt programmé de la tranche 2 de la Centrale de SAINT-OUEN, a montré l'extrême difficulté pour les médecins, d'établir des relations entre les résultats des analyses de particules d'une part, et ceux relatifs aux analyses d'urines d'autre part ; cette difficulté paraissait d'être, en particulier, aux différences de fréquence d'échantillonnage.

Cette expérience a néanmoins mis en évidence les différences importantes de teneurs pondérales globales et de teneurs en vanadium et plomb dans les particules prélevées à l'extérieur et l'intérieur du générateur de vapeur.

La deuxième campagne de mesure a été effectuée en Août et Septembre 1981 à la Centrale de PORCHEVILLE B lors de l'intervention des agents de l'ORI de SAINT-DENIS sur la tranche 4.

Les résultats obtenus par la Division EEPC qui a assuré l'ensemble des analyses, sont ici présentés et étudiés en particulier par comparaison avec ceux relevés lors d'analyses d'urines provenant d'une population de référence.

1 - PRELEVEMENTS D'ECHANTILLONS

1.1 Echantillonnage des particules atmosphériques

Les prélèvements ont été opérés entre le 12 Août et le 11 Septembre en deux points distincts, par deux appareils SARTORIUS type COLLECTRON, équipés de filtre GELMAN-METRICEL (GA 6 0,45 μ m en ester de cellulose) et de compteur à gaz.

Les filtres étaient séchés et pesés à 0,1 mg près avant et après essai, puis soumis à une analyse élémentaire par fluorescence X dispersive d'énergie (Annexe 1), afin de connaître les concentrations en plomb et vanadium dans les particules captées.

Les prélèvements ont été réalisés à la cote 34,4 mètres, respectivement à l'extérieur du générateur de vapeur, en particulier avant intervention des agents de l'ORI, et à l'intérieur du générateur de vapeur à proximité immédiate des postes de travail.

Les durées d'échantillonnage, de l'ordre de quelques jours pour les prélèvements extérieurs, correspondaient pour les prélèvements unitaires opérés à l'intérieur, à la durée de travail (8 heures) des deux équipes du matin et de l'après-midi de l'ORI.

1.2 Echantillonnage des urines

1.2.1 A PORCHEVILLE B

Entre le 19 Août et le 11 Septembre, et plus particulièrement au cours de la semaine du 24 Août correspondant au début des travaux dans le générateur de vapeur, des échantillons provenant de chacun des 12 agents de l'ORI ont été collectés avant et après le poste de travail par l'infirmerie de la Centrale qui en déterminait le volume total, mesurait la densité, prélevait 50 cm³ environ qui étaient acidifiés pour en permettre la conservation (HNO₃ 1 %).

Les échantillons étaient ensuite stockés au réfrigérateur puis analysés par spectrométrie d'absorption atomique à CHATOU (Annexe 1) afin d'en déterminer les teneurs en plomb et vanadium.

1.2.2 A CHATOU

En ce qui concerne les particules, les niveaux des résultats obtenus à l'intérieur du générateur de vapeur peuvent être situés par rapport à ceux relevés à l'extérieur par exemple. Dans le cas des urines au contraire, les points de comparaison sont inexistantes.

Il est donc apparu indispensable d'effectuer, parallèlement, des analyses d'urines provenant d'une population de "référence" n'intervenant pas dans les générateurs de vapeur.

Par commodité, la Division EEPC a été choisie et les échantillons des 13 agents volontaires ont été recueillis le matin et le soir au cours de la semaine du 5 Octobre. Ces échantillons ont été traités comme ceux provenant de PORCHEVILLE.

2 - PRESENTATION DES RESULTATS

L'ensemble des résultats a été représenté schématiquement sur les planches I, II et III, les données détaillées étant fournies dans les annexes II, III et IV. Sur les planches I et II, figurent les résultats de PORCHEVILLE respectivement pour les agents référencés 1 à 6 et 7 à 12.

Pour chacune de ces deux planches, ont été représentés en fonction de la date placée en abscisse :

- en haut du graphique et en échelle logarithmique, les résultats des analyses de particules : teneur pondérale globale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en trait plein, teneur en vanadium ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en trait pointillé. Les niveaux correspondant aux deux prélèvements simultanés opérés par les deux appareils COLLECTRON ont été reliés entre eux,

- en bas du graphique et pour chaque agent, les quantités de vanadium exprimées en ng (produits concentration X volume) contenues dans les échantillons d'urine. Les résultats des analyses d'échantillons recueillis au cours d'une même journée ont été reliés entre eux afin de visualiser la différence de quantités de vanadium rejetées avant et après le poste de travail.

REMARQUE :

Le choix de la représentation de la quantité de vanadium et non de sa concentration résulte de la nécessité de tenir compte du volume d'échantillon. Le seuil de mesure de la technique analytique s'exprimant en terme de teneur ($2 \mu\text{g/litre}$), nous avons choisi de maximiser les quantités de vanadium dans les échantillons où il n'est pas possible d'en mesurer la teneur (teneur inférieure à $2 \mu\text{g/litre}$) en multipliant le volume par $2 \mu\text{g/litre}$.

Compte tenu des volumes maxima (400 ml), seules les quantités supérieures à 800 ng de vanadium sont sûrement significatives. Dans le cas de quantité inférieure, il convient d'interpréter avec prudence les chiffres résultant d'une concentration inférieure à $2 \mu\text{g/litre}$ (résultats représentés par ■ sur les graphiques).

Sur la planche III se rapportant aux analyses d'urine de la population de référence, la représentation pour les agents répertoriés A à M est identique à celle de la partie inférieure des planches I et II.

A noter qu'après l'expérience de SAINT-OUEN⁽¹⁾ qui avait conduit à des teneurs en plomb relativement importantes à la fois dans l'atmosphère du générateur de vapeur et dans les urines des agents, les analyses de plomb ont été reconduites sur tous les échantillons.

(1) Voir CR EXPRESS EEPC N° 81-16

Les résultats, bien que figurant dans les annexes, n'ont pas été représentés sur les planches du fait des faibles niveaux relevés.

Enfin, afin de pouvoir étudier et comparer les résultats d'analyses d'urines, les données présentées sur les planches I, II et III ont fait l'objet d'autres représentations sur la figure 1 d'une part, et le tableau 1 et la figure 2 d'autre part.

La figure 1 traduit l'histogramme des différences de quantités de vanadium dans les urines recueillies après et avant le poste de travail.

Le tableau 1 illustré par la figure 2 permet une comparaison des résultats de PORCHEVILLE et de CHATOU.

3 - DISCUSSION DES RESULTATS

3.1 Résultats des analyses des particules

Les prélèvements réalisés à l'extérieur du générateur de vapeur mettent en évidence des teneurs pondérales en particules quasi systématiquement inférieures à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et des concentrations maximales de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en vanadium et plomb (sauf dans un cas). Ces différentes valeurs sont du même ordre de grandeur que celles relevées à SAINT-OUEN.

A l'intérieur du générateur de vapeur, les concentrations en plomb ne sont, contrairement à SAINT-OUEN, que très légèrement supérieures aux teneurs extérieures, les teneurs globales et celles en vanadium étant en moyenne 10 fois supérieures. Notons qu'en proportions relatives, il n'y a pas plus de vanadium dans les particules à l'intérieur qu'à l'extérieur du générateur de vapeur.

3.2 Résultats des analyses des urines

En ce qui concerne le plomb, les résultats de PORCHEVILLE se

situent entre 20 et 100 $\mu\text{g/litre}$ avec un maximum d'échantillons autour de 40 $\mu\text{g/litre}$.

Le résultat moyen de CHATOU est environ deux fois plus élevé avec un maximum de 170 $\mu\text{g/litre}$.

Cette différence qui s'accroît davantage encore si l'on tient compte des volumes d'échantillons généralement plus grands à CHATOU qu'à PORCHEVILLE, s'explique probablement par l'environnement urbain de CHATOU caractérisé par une circulation automobile importante (influence des additifs des carburants). Notons que les résultats de SAINT-OUEN étaient comparables à ceux de CHATOU.

L'essai d'interprétation des résultats obtenus pour le vanadium peut se résumer à deux interrogations :

a) la teneur en vanadium dans les urines recueillies à PORCHEVILLE ~~avant~~^{après} le poste de travail est-elle systématiquement supérieure à celle contenue dans les urines recueillies ~~après~~^{avant} ?

b) les teneurs relevées dans les échantillons provenant de PORCHEVILLE sont-elles en moyenne supérieures à celles des échantillons de référence ?

En ce qui concerne les conséquences du séjour dans le générateur de vapeur sur les quantités de vanadium présent dans les urines recueillies avant et après le poste de travail, la figure 1 permet de mettre en évidence que les pourcentages de diminution (44 %) et d'augmentation (56 %) sont comparables. Notons également que l'histogramme n'est pas très dissymétrique.

De manière à pouvoir comparer les résultats de PORCHEVILLE à ceux d'une population de référence, le tableau I illustré par la figure 2 a été établi agent par agent.

Plusieurs observations découlent de ces différentes représentations :

- la différence importante entre les deux histogrammes est particulièrement mise en évidence par le fait qu'à PORCHEVILLE, le tiers des résultats dépasse 800 ng contre 2 % à CHATOU,

- les deux populations se distinguent nettement, seuls les agents 4 et E présentent une moyenne comparable à celle de la population dont il ne font pas partie,

- les valeurs moyennes PORCHEVILLE/CHATOU se situent dans le rapport 2,

- Notons enfin que l'étude détaillée des résultats (annexe III et IV) montre que 10 % des échantillons de PORCHEVILLE B présentent des teneurs en vanadium inférieures à 2 µg/litre contre 50 % environ pour CHATOU.

Toutefois, la très grande disparité des résultats illustrée par des écarts-types importants interdit d'aller au-delà d'une interprétation statistique purement descriptive.

Cette limitation est d'autant plus impérative que d'autres causes non prises en compte, autres qu'un séjour dans un générateur de vapeur (mode de vie, alimentation par exemple) pourraient être à l'origine de la présence de vanadium dans les urines. Le choix d'une population de référence mériterait donc une étude beaucoup plus approfondie que celle qui a été réalisée.

Enfin, le processus d'élimination du vanadium devrait être mieux appréhendé afin d'utiliser une méthodologie de collecte d'échantillons surement adaptée.

CONCLUSION

Les analyses réalisées à PORCHEVILLE B (tranche 4) sur les particules atmosphériques ont permis de mettre nettement en évidence les différences de teneurs en vanadium entre l'extérieur et l'intérieur du générateur de vapeur (rapport de 1 à 10 environ).

statistiquement
significatif

Les résultats des analyses d'urines recueillies sur les agents avant et après le poste de travail ont montré d'une part aucun accroissement systématique de la teneur en vanadium dû au séjour dans le générateur de vapeur, et d'autre part un niveau moyen deux fois plus élevé pour les agents de l'ORI que pour une population choisie comme population de référence (DER-EEPC).

L'interprétation de cette différence paraît difficile compte tenu des paramètres extérieurs susceptibles d'intervenir (lieux de travail et de domicile, mode de vie, alimentation, etc...).