Fiche 1

Imprégnation aux PFAS des travailleur·euse·s de l'industrie fluorochimique

N. Ghoroubi[2] • G. Le Naour[6] • É. Counil[2] • K. Chikh[3] • E. Martinais[4] • V. Thomas[5] • M. Jeanjean[1]
pour le collectif PFAST fiche 0

[1] Institut Ecocitoyen pour la Connaissance des Pollutions
[2] Institut national d'études démographiques
[3] Hospices Civils de Lyon
[4] École Nationale des Travaux Publics de L'État
[5] Centre National de la Recherche Scientifique
[6] Sciences Po Lyon

RÉSUMÉ

Après ajustement sur l'âge et le sexe, les concentrations sanguines de plusieurs PFAS historiques (PFNA, PFUnDA, PFOA et PFHxS) étaient plus élevées chez les salarié·es et ancien·ne·s salarié·e·s lyonnais·es de l'étude OPAL que dans la population générale française. À Salindres, les concentrations étaient au contraire généralement plus faibles qu'en population générale.

PFAS détectés chez les participant·e·s d'OPAL et comparaison avec la population générale française

Parmi les 37 PFAS[1] recherchés dans l'étude OPAL en 2025 (voir Fiche 0), neuf ont été détectés chez au moins 99 % des salarié·es et ancien·ne·s salarié·es : le TFA, le PFHxS, le PFHpS, le PFOS linéaire et total, le PFOA, le PFNA, le PFDA et le PFUnDA. Le PFPeS a été détecté chez 58 % des participant·e·s à Lyon, contre 12 % à Salindres.

Sept PFAS ont également été mesurés dans le programme de biosurveillance de la population générale française ESTEBAN, mené en 2014-2016 : le PFHxS, le PFHpS, le PFOS total, le PFOA, le PFNA, le PFDA et le PFUnDA. La Figure 1 compare leurs moyennes géométriques ajustées (MGa – cf définition page 2) sur l'âge et le sexe dans les trois populations. Cet ajustement permet de comparer les populations comme si elles avaient le même âge et la même proportion d'hommes et de femmes, afin que les différences observées ne soient pas dues à ces deux facteurs.

En complément de la comparaison substance par substance, la somme des sept PFAS[2] retenue par les *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (NASEM) a été calculée, afin d'apprécier l'imprégnation cumulée de ces substances et de guider une prise en charge médicale. Ces sept PFAS ayant été dosés à la fois dans OPAL et dans ESTEBAN, le Tableau 1 présente les moyennes géométriques ajustées de la somme de leurs concentrations chez les participant·es de Lyon et de Salindres et dans la population générale française.

Des niveaux de PFAS historiques[3] plus élevés chez les salarié·es lyonnais·e·s qu'en population générale

Les concentrations de PFHxS, de PFOA, de PFNA et de PFUnDA étaient plus élevées chez les participant·es d'OPAL à Lyon que dans la population générale française. L'écart le plus important concernait le PFNA : sa moyenne géométrique ajustée était plus de trois fois supérieure à Lyon, avec 2,8 ng/mL contre 0,9 ng/mL dans ESTEBAN. La concentration de PFOS total était du même ordre de grandeur dans les deux populations. Les concentrations de PFHpS et de PFDA étaient en revanche plus faibles à Lyon (Figure 1).

La moyenne géométrique ajustée de la somme des sept PFAS était près de 70 % plus élevée à Lyon que dans ESTEBAN : 18,0 ng/mL contre 10,7 ng/mL (Tableau 1). Environ 50 % des salarié·es lyonnais·es dépassent le seuil NASEM (≥ 20 ng/mL), recommandant une surveillance clinique renforcée. Ce seuil est une valeur d'aide à la décision publique, et non de toxicité.

Des niveaux globalement plus faibles chez les ancien·ne·s salarié·es de Salindres pour les PFAS comparables à ESTEBAN

Les concentrations ajustées étaient plus faibles à Salindres que dans l'étude ESTEBAN pour tous les PFAS comparables, à l'exception du PFOS total, dont les concentrations ne différaient pas entre les deux études (Figure 1).

La moyenne géométrique ajustée de la somme des sept PFAS était également plus faible à Salindres, avec 7,0 ng/mL contre 10,7 ng/mL dans ESTEBAN (Tableau 1).

[1] **37 PFAS :** TFA, PFPrA, TFMS, PFEtS, PFPrS, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS linéaire et total, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTrDS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFTeDA, PFOSA, NMeFOSAA, NEtFOSAA, GenX, DONA, F53B major, F53B minor, Capstone A, Capstone B, 6:2FTS

[2] **Somme des sept PFAS :** addition des concentrations sanguines de PFHxS, de PFOS, de PFOA, de PFNA, de PFDA, de PFUnDA et de NMeFOSAA

[3] **PFAS historiques** : PFAS anciennement produits et largement utilisés, régulièrement mesurés dans les études de biosurveillance. Ils comprennent notamment des acides perfluoroalkylcarboxyliques, tels que le PFOA, le PFNA, le PFDA et le PFUnDA, et des acides perfluoro-alkylsulfoniques, tels que le PFOS, le PFHxS et le PFHpS. Ils se distinguent des PFAS émergents ou de substitution, développés ou suivis plus récemment, comme le GenX, le DONA, ou le 6:2 FTS.

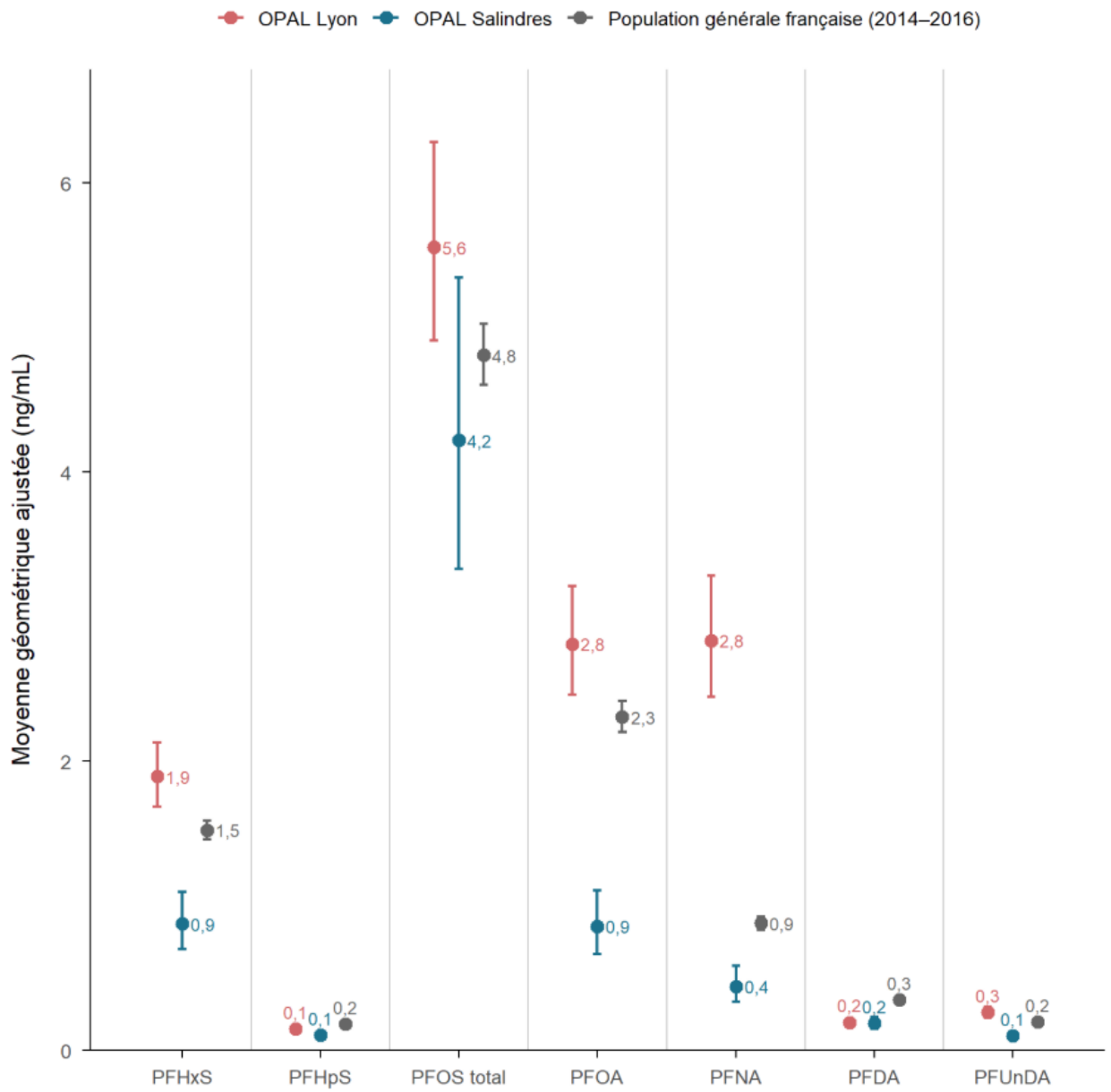

Figure 1. Comparaison des moyennes géométriques ajustées des PFAS chez les travailleur·euse·s de l'industrie fluorochimique et dans la population générale française

OPAL Lyon : 100 salarié·es et ancien·ne·s salarié·e·s ayant travaillé sur les sites d'Arkema ou de Daikin à Lyon, ou dans des entreprises sous-traitantes intervenant sur ces sites.
OPAL Salindres : 26 salarié·es et ancien·ne·s salarié·e·s ayant travaillé sur le site Solvay de Salindres.
Population générale française (2014–2016) : 744 adultes inclus dans l'étude ESTEBAN, programme national de biosurveillance mené en France métropolitaine. Ces résultats sont utilisés comme point de comparaison avec les participant·e·s d'OPAL.
Exemple de lecture : pour le PFHxS, la **Moyenne Géométrique ajustée (MG_a)**[1] était de 1,9 ng/mL à Lyon, contre 1,5 ng/mL chez les adultes de l'étude ESTEBAN et 0,9 ng/mL à Salindres. Les intervalles de confiance à 95 % (barres verticales) ne se chevauchent pas, ce qui suggère que les différences observées entre les trois groupes sont statistiquement significatives

Tableau 1. Moyennes géométriques ajustées de la somme des concentrations des sept PFAS (NASEM)

Population d'étude	*OPAL Lyon*	*OPAL Salindres*	*Population générale française (2014–2016)*
MG_a [IC95%][1]	18,0 [16,1-20,2]	7,0 [5,6-8,6]	10,7 [10,3-11,1]

[1] **MG_a = Moyenne Géométrique ajustée** - La MG_a est un type de moyenne communément utilisé qui sert ici d'indicateur central lorsque les valeurs varient beaucoup. Les moyennes géométriques sont représentées en ng/mL avec leurs intervalles de confiance (IC) à 95%. Cet ajustement permet de comparer les populations comme si elles avaient le même âge et la même proportion d'hommes et de femmes, afin que les différences observées ne soient pas dues à ces deux facteurs.