

Biomonitoring humain spécifique aux PFAS dans les communes où des surexpositions environnementales de la population sont présumées

- BMH-PFAS -

Rapport d'analyses des imprégnations en PFAS des résidents de la zone du Feeder du Hainaut

Rapport n° : RP1-RAP-25-02703

30 octobre 2025

Correction coquilles (12/11/2025)



Table des matières

Avant-propos	10
1 Contexte	11
2 Objectifs	13
3 Substances d'intérêt : PFAS	14
3.1 Matrice biologique et types de prélèvements	15
3.2 Méthode analytique du dosage des PFAS sanguins	15
3.3 Valeurs de référence d'exposition wallonnes, établies en population générale	18
3.4 Valeurs de référence sanitaire	20
3.4.1 Définition des valeurs de référence sanitaire	20
3.4.2 Application des valeurs de référence sanitaire à l'étude BMH-Wal	21
4 Zones d'étude et populations cibles	23
4.1 Zones d'étude	23
4.2 Publics cibles	24
5 Résultats : Imprégnations en PFAS	26
5.1 Feeder du Hainaut- Zone A	27
5.1.1 Description de la population testée	27
5.1.2 Description des concentrations en PFAS de la population de la zone A du Feeder du Hainaut (intra-zone)	28
5.1.3 Comparaison avec les valeurs de référence sanitaire	32
5.1.4 Comparaison avec la population générale wallonne	35
5.1.5 Profils PFAS dans le sang des résidents et eau de distribution	45
5.2 Feeder du Hainaut- Zone B	47
5.2.1 Description de la population testée	47
5.2.2 Description des concentrations en PFAS de la population de la zone B du Feeder du Hainaut (intra-zone)	48
5.2.3 Comparaison avec les valeurs de référence sanitaire	52
5.2.4 Comparaison avec la population générale wallonne	55
5.2.5 Profils PFAS dans le sang des résidents et eau de distribution	65
5.3 Feeder du Hainaut- Zone C	67
5.3.1 Description de la population testée	67
5.3.2 Description des concentrations en PFAS de la population de la zone C du Feeder du Hainaut (intra-zone)	68
5.3.3 Comparaison avec les valeurs de référence sanitaire	72
5.3.4 Comparaison avec la population générale wallonne	75
5.3.5 Profils PFAS dans le sang des résidents et eau de distribution	85
5.4 Comparaison entre les zones A, B, C du Feeder du Hainaut	87
5.4.1 Fréquence de quantification	87
5.4.2 Valeurs de référence sanitaire	87
5.4.3 Imprégnations en PFAS	89

6	Conclusions générales et recommandations préliminaires	92
7	Bibliographie	95
8	Annexes	98
8.1	Méthodologie d'analyse des échantillons de sang prélevés au bout du doigt.	98
8.2	Résultats des tests statistiques exploratoires sur les données PFOS tot, PFOA tot, PFHxS tot	101
8.3	Tableaux des statistiques descriptives des PFAS dans le sang des résidents de la zone du Feeder du Hainaut (zones A, B, C).....	103
8.4	Profils PFAS de l'imprégnation en PFAS des résidents des zones A, B et C du Feeder du Hainaut, selon la classe d'âge	125

En appendice : rapport de laboratoire

Liste des figures

Figure 1.	Localisation de la zone d'étude	24
Figure 2.	Pyramide des âges des participants de la zone A du Feeder du Hainaut	27
Figure 3.	Moyennes géométriques et percentiles du PFOA total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut	30
Figure 4.	Moyennes géométriques et percentiles du PFOS total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut	30
Figure 5.	Moyennes géométriques et percentiles du PFHxS total, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut	31
Figure 6.	Moyennes géométriques et percentiles du PFNA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut.....	31
Figure 7.	Moyennes géométriques et percentiles du PFDA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut.....	31
Figure 8.	Moyennes géométriques et percentiles du PFHpS, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut.....	32
Figure 9.	Répartition de la population de la zone A -Feeder du Hainaut dans les trois catégories de sommes NAS, tous âges et sexes confondus.....	33
Figure 10.	Pourcentage de dépassement des valeurs seuils HBM I du PFOA (gauche) et PFOS (droite) des participants de la Zone A du Feeder du Hainaut	34
Figure 11:	Comparaison des imprégnations en PFOA linéaire entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95	36
Figure 12.	Comparaison des imprégnations en PFOS linéaire entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95	36

Figure 13. Comparaison des imprégnations en PFHxS entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	37
Figure 14. Comparaison des imprégnations en PFNA entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	37
Figure 15. Comparaison des imprégnations en PFDA entre les résidents de zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	38
Figure 16: Corrélations entre les imprégnations en PFAS mesurées dans le sang des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut (haut) et de la population générale wallonne (bas) pour adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans). Corrélations de Spearman (p < 0,05). La couleur représente l'intensité de la corrélation (plus la case est rouge, plus la corrélation est forte ; plus la case est jaune-vert, plus la corrélation est faible).	44
Figure 17: Profil moyen de l'imprégnation en PFAS des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut.....	46
Figure 18. Pyramide des âges des participants de la zone B du Feeder du Hainaut	47
Figure 19. Moyennes géométriques et percentiles du PFOA total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut	50
Figure 20. Moyennes géométriques et percentiles du PFOS total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut	50
Figure 21. Moyennes géométriques et percentiles du PFHxS total, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut	51
Figure 22. Moyennes géométriques et percentiles du PFNA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum)- Zone B du Feeder du Hainaut.....	51
Figure 23. Moyennes géométriques et percentiles du PFDA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut.....	51
Figure 24. Moyennes géométriques et percentiles du PFHpS, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut.....	52
Figure 25. Répartition de la population de la zone B - Feeder du Hainaut dans les trois catégories de sommes NAS, tous âges et sexes confondus.....	53
Figure 26. Pourcentage de dépassement des valeurs seuils HBM I du PFOA (gauche) et PFOS (droite) des participants de la Zone B du Feeder du Hainaut	54
Figure 27: Comparaison des imprégnations en PFOA linéaire entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.....	56
Figure 28. Comparaison des imprégnations en PFOS linéaire entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.....	56
Figure 29. Comparaison des imprégnations en PFHxS entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	57

Figure 30. Comparaison des imprégnations en PFNA entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	57
Figure 31. Comparaison des imprégnations en PFDA entre les résidents de zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	58
<i>Figure 32: Corrélations entre les imprégnations en PFAS mesurées dans le sang des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut (haut) et de la population générale wallonne (bas) pour adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans). Corrélation de Spearman (p < 0,05). La couleur représente l'intensité de la corrélation (plus la case est rouge, plus la corrélation est forte ; plus la case est jaune-vert, plus la corrélation est faible).</i>	64
Figure 33. Profil moyen de l'imprégnation en PFAS des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut	66
Figure 34. Pyramide des âges des participants de la zone C du Feeder du Hainaut	67
Figure 35. Moyennes géométriques et percentiles du PFOA total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut	70
Figure 36. Moyennes géométriques et percentiles du PFOS total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut	70
Figure 37. Moyennes géométriques et percentiles du PFHxS total, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut	71
Figure 38. Moyennes géométriques et percentiles du PFNA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum)- Zone C du Feeder du Hainaut.....	71
Figure 39. Moyennes géométriques et percentiles du PFDA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut.....	71
Figure 40. Moyennes géométriques et percentiles du PFHpS, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut.....	72
Figure 41. Répartition de la population de la zone C - Feeder du Hainaut dans les trois catégories de sommes NAS, tous âges et sexes confondus.....	73
Figure 42. Pourcentage de dépassement des valeurs seuils HBM I du PFOA (gauche) et PFOS (droite) des participants de la Zone C du Feeder du Hainaut	74
Figure 43: Comparaison des imprégnations en PFOA linéaire entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95	76
Figure 44. Comparaison des imprégnations en PFOS linéaire entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95	76
Figure 45. Comparaison des imprégnations en PFHxS entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	77
Figure 46. Comparaison des imprégnations en PFNA entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	77

Figure 47. Comparaison des imprégnations en PFDA entre les résidents de zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.	78
Figure 48: Corrélations entre les imprégnations en PFAS mesurées dans le sang des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut (haut) et de la population générale wallonne (bas) pour adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans). Corrélation de Spearman (p < 0,05). La couleur représente l'intensité de la corrélation (plus la case est rouge, plus la corrélation est forte ; ; plus la case est jaune-vert, plus la corrélation est faible)).	84
Figure 49. Profil moyen de l'imprégnation en PFAS des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut.....	86
Figure 50. Comparaison des imprégnations en PFOA total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn (p < 0,05). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.	89
Figure 51. Comparaison des imprégnations en PFOS total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn (p < 0,05). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.	90
Figure 52. Comparaison des imprégnations en PFHxS total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn (p < 0,05). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.	90
Figure 53. Comparaison des imprégnations en PFNA total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn (p < 0,05). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.	90
Figure 54. Comparaison des imprégnations en PFDA total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn (p < 0,05). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.	91

Liste des tableaux

Tableau 1: Incertitude de mesure pour le sérum	17
Tableau 2. Médiane (P50) et valeurs de référence d'exposition (VR95), établie chez les adolescents '12-19 ans', jeunes adultes '20-39 ans' (2019-2020), et adultes '40-59 ans' (2023) en Wallonie.	18
Tableau 3. Statistiques descriptives des PFAS dans le sang (sérum) des adolescents (12-19 ans), jeunes adultes (20-39 ans) et adultes (40-59 ans), selon le sexe, en population wallonne (BMH-Wal) et par sexe.	19
Tableau 4. Valeurs de référence sanitaire utilisées dans l'étude BMH-PFAS (CSI).....	21
Tableau 5. Pourcentage de dépassement des valeurs HBM I pour le PFOA et PFOS des adolescentes (12-19 ans), jeunes adultes (20-39 ans) et adultes (40-59 ans) de la population générale wallonne, selon le sexe (BMH-Wal, Jacques et al.,2023c & 2025).....	21
Tableau 6. Répartition des adolescentes (12-19 ans), jeunes adultes (20-39 ans) et adultes (40-59 ans) de la population générale wallonne, dans les trois catégories « somme NAS _{wal} », selon le sexe.	22

Tableau 7: Zones de distribution d'eau wallonnes desservies par le Feeder du Hainaut (Source : VIVAQUA, NGW, 06/02/2024)	23
Tableau 8. Répartition des participants de la zone A – Feeder du Hainaut par catégorie d'âge et selon le sexe..	27
Tableau 9. Fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la catégorie d'âge – Zone A du Feeder du Hainaut.....	29
Tableau 10: Répartition des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut dans les trois catégories « somme PFAS NAS », selon la classe d'âge et le sexe	33
Tableau 11. Pourcentage de dépassement des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOA et le PFOS, selon la catégorie d'âge et le sexe – Zone A du Feeder du Hainaut.....	34
Tableau 12. Comparaison de la proportion de dépassements des valeurs de référence d'exposition de chaque PFAS dans les deux populations étudiées (zone A du Feeder du Hainaut et BMH-Wal), selon la catégorie d'âge et le sexe. Les dépassements sont exprimés en pourcentage. Le nombre de personnes dépassant la VR95 (ou P95) et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Z-test ou test exact de Fisher ($p < 0.001$).....	40
Tableau 13. Comparaison de la répartition des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, dans les trois groupes de la somme PFAS NASwal ($\leq 2 \mu/L$, $2-20 \mu g/l$, $>20 \mu g/l$) selon la catégorie d'âge et le sexe. Les proportions sont exprimées en pourcentage, le nombre de personnes présentes dans la catégorie concernée et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Test du χ^2 ou test exact de Fisher ($p < 0,001$).	42
Tableau 14: Répartition des participants de la zone B – Feeder du Hainaut par catégorie d'âge et selon le sexe	47
Tableau 15. Fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la catégorie d'âge – Zone B du Feeder du Hainaut	49
Tableau 16: Répartition des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut dans les trois catégories « somme PFAS NAS », selon la classe d'âge et le sexe	53
Tableau 17. Pourcentage de dépassement des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOA et le PFOS, selon la catégorie d'âge et le sexe – Zone B du Feeder du Hainaut.....	54
Tableau 18. Comparaison de la proportion de dépassements des valeurs de référence d'exposition de chaque PFAS dans les deux populations étudiées (zone B du Feeder du Hainaut et BMH-Wal), selon la catégorie d'âge et le sexe. Les dépassements sont exprimés en pourcentage. Le nombre de personnes dépassant la VR95 (ou P95) et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Z-test ou test exact de Fisher ($p < 0.001$).....	60
Tableau 19. Comparaison de la répartition des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, dans les trois groupes de la somme PFAS NASwal ($\leq 2 \mu/L$, $2-20 \mu g/l$, $>20 \mu g/l$) selon la catégorie d'âge et le sexe. Les proportions sont exprimées en pourcentage, le nombre de personnes présentes dans la catégorie concernée et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Test du χ^2 ou test exact de Fisher ($p < 0,001$).	62
Tableau 20. Répartition des participants de la zone C – Feeder du Hainaut par catégorie d'âge et selon le sexe	67
Tableau 21. Fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la catégorie d'âge – Zone C du Feeder du Hainaut	69
Tableau 22: Répartition des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut dans les trois catégories « somme PFAS NAS », selon la classe d'âge et le sexe	73
Tableau 23. Pourcentage de dépassement des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOA et le PFOS, selon la catégorie d'âge et le sexe – Zone C du Feeder du Hainaut.....	74

Tableau 24. Comparaison de la proportion de dépassements des valeurs de référence d'exposition de chaque PFAS dans les deux populations étudiées (zone C du Feeder du Hainaut et BMH-Wal), selon la catégorie d'âge et le sexe. Les dépassements sont exprimés en pourcentage. Le nombre de personnes dépassant la VR95 (ou P95) et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Z-test ou test exact de Fisher ($p < 0.001$).....	80
Tableau 25. Comparaison de la répartition des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, dans les trois groupes de la somme PFAS NASwal ($\leq 2 \mu/L$, $2-20 \mu g/l$, $>20 \mu g/l$) selon la catégorie d'âge et le sexe. Les proportions sont exprimées en pourcentage, et le nombre de personnes présentes dans la catégorie concernée et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Test du χ^2 ou test exact de Fisher ($p < 0,001$).	82
Tableau 26. Synthèse des fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la zone du Feeder du Hainaut pour chaque catégorie d'âge étudiée.	88
Tableau 27. Synthèse de la répartition des résidents de chaque zone dans les trois catégories NAS, selon la classe d'âge	88

Ce document est un rapport intermédiaire du projet BMH-PFAS, ayant pour mission la mise en place d'un biomonitoring spécifique aux PFAS dans les communes où des surexpositions environnementales de la population sont présumées.

Les avis, opinions et recommandations délivrés dans le cadre de ce rapport sont établis sur base des données scientifiques et techniques et d'informations disponibles à ce jour. Dans la mesure du possible, leur source est clairement mentionnée. Certaines données sont également reprises intégralement en annexe. Bien que l'ISSeP procède à une vérification minutieuse de leur fiabilité, il ne pourra être tenu responsable des erreurs susceptibles de les affecter.

Les avis, opinions et recommandations délivrés par l'ISSeP dans le cadre de ce rapport ne constituent qu'une aide à la décision fournie aux pouvoirs publics, et ne préjugent en rien de l'utilisation finale qui en sera faite.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

Auteurs

Institut Scientifique de Service Public (ISSeP)

RUTHY Ingrid, Chargée de projets, Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques

GISMONDI Eric, Chargé de projets, Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques

JACQUES Aline, Chargée de projets, Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques

LEJEUNE Dima, Chargée de projets, Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques

LECLERCQ Alexandra, Collaboratrice, Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques

JACQUEMIN Pierre, Responsable, Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques.

Contact : biomonitoring@issep.be

Remerciements

Nous tenons à remercier l'ensemble des résidents des zones du Feeder du Hainaut qui ont participé à l'étude BMH-PFAS ainsi que les bourgmestres des communes concernées et leurs agents pour l'aide apportée dans la phase d'information des citoyens et de mise en place des séances de prélèvements.

Merci également à tous les collègues de l'ISSeP, notamment des cellules Environnement-Santé, Communication et Support informatique pour leurs précieuses contributions.

Enfin, merci aux membres du Consortium BMH-Wal, nos partenaires dans ce projet, aux membres du Comité d'accompagnement et du Comité Scientifique pour leur appui scientifique. Nous remercions aussi les experts du Conseil Scientifique Indépendant PFAS (CSI) pour les échanges et leurs travaux sur les valeurs seuils santé, sur les recommandations pour le suivi médical, sur la communication vers les participants et les professionnels de la santé, etc.

Avant-propos

Le présent document constitue un rapport intermédiaire sur l'interprétation des résultats d'imprégnation aux PFAS des habitants wallons de la zone desservis par l'adduction d'eau « Feeder du Hainaut » ayant participé à l'étude BMH-PFAS. Beaucoup de données ont été recueillies dans le cadre de cette étude, les données sur le dosage des PFAS dans le sang et les données collectées via le questionnaire. Une partie des données, seulement, est exploitée ici. Dans un second temps, le travail portera sur l'étude des déterminants de l'exposition suite à l'analyse croisée des résultats des biomarqueurs d'exposition et des réponses aux questionnaires.

L'équipe de l'ISSeP est accompagnée par des comités (comité d'accompagnement & comité technique et scientifique) dans la cadre de cette mission, confiée par le Gouvernement wallon, en date du 7 décembre 2023. Un Conseil Scientifique Indépendant PFAS (CSI) a également été mis en place par le Gouvernement wallon le 23 novembre 2023. Ce dernier a, entre autres, pour mission de proposer des valeurs de référence sanitaire et des normes environnementales, de formuler des recommandations générales (ou affiner celles existantes), de fournir des informations utiles et des recommandations pour la communication vers les participants et les médecins, etc.

1 Contexte

Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS) sont un groupe de substances chimiques fabriquées par l'Homme qui sont utilisées dans une grande variété d'applications en raison de leurs propriétés hydrofuges, anti-graisse et anti-salissures. Cette famille de composés chimiques, caractérisés par une chaîne carbonée portant des atomes de fluor, compte plus de 4700 molécules différentes, tous d'origine humaine (OECD, 2021). Ils sont utilisés depuis les années 1950 dans de nombreuses applications industrielles et produits de consommation (textiles, emballages, cosmétiques, poêles...) (OECD, 2022).

Les PFAS sont connus sous le nom de « produits chimiques éternels » car ils sont extrêmement persistants dans notre environnement et dans notre corps. Dans l'environnement, on les retrouve dans différents milieux tels que les eaux superficielles et souterraines, l'air, les sols ou encore dans la chaîne alimentaire.

En plus de cette propriété de persistance, les PFAS sont également bio-accumulables dans le corps humain, les animaux, les plantes. Les PFAS, principalement les composés perfluoroalkylés acides tels que l'acide perfluorooctane sulfonique (PFOS), l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) ou l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), peuvent avoir des effets néfastes sur les humains, les animaux et l'environnement. Ces effets peuvent différer d'un PFAS à l'autre, bien que les effets toxiques des PFAS acides soient similaires. En outre, il existe de nombreux PFAS qui n'ont pas encore été suffisamment étudiés et dont nous ne connaissons pas les effets indésirables.

De récents scandales, en Belgique (en 2021, usine 3M à Zwijndrecht), en France (en 2022, la plateforme chimique de Pierre-Bénite au sud de Lyon), les ont projetés sur le devant de la scène. La carte, éditée par le journal Le Monde¹ en février 2023, issue d'une enquête collaborative internationale, pointant les usines de production de PFAS, certains sites où ils sont utilisés et les sites où une contamination a été détectée ou présumée en Europe, a renforcé l'intérêt des autorités et des citoyens envers la problématique des PFAS.

En Wallonie, plusieurs actions ont été initiées pour mieux appréhender cet enjeu sociétal et environnemental. Bien que la Wallonie ne compte pas de producteurs de PFAS sur son territoire mais uniquement des sites qui utilisent des PFAS, un cadastre complet des sites "à risques PFAS" a été sollicité auprès de l'Administration (SPW-ARNE). Les sites utilisateurs les plus à risques visés par ce cadastre sont les suivants : les bases militaires, les casernes de pompiers, les sites de broyage de métaux, les sites industriels utilisant ou ayant utilisé des PFAS et les anciens centres d'enfouissement technique. Ces sites font l'objet d'une attention particulière en raison de l'usage de PFAS dans leurs procédés industriels (par exemple, des mousses d'extinction d'incendies, contenant souvent des PFAS) ou bien suite à la présence de déchets de biens de consommation contenant des PFAS (poêles antiadhésives, vêtements techniques, emballages alimentaires, etc.). Ce sont les sites où les risques sont les plus importants.

Des projets environnementaux ont été lancés pour investiguer spécifiquement les sites à risques PFAS, avec notamment des analyses dans les sols et les eaux souterraines. Dans le cadre des investigations prévues par le Décret Sols, lors du renouvellement de permis d'environnement ou lors de l'étude de

¹https://www.lemonde.fr/en/les-decodeurs/article/2023/02/23/forever-pollution-explore-the-map-of-europe-s-pfas-contamination_6016905_8.html#

pollutions, les PFAS font désormais partie des substances à surveiller. Dans le cadre du réseau de surveillance de la qualité des masses d'eau de surface, les PFAS sont recherchés dans les cours d'eau. Les masses d'eau souterraines sont également investiguées. Depuis septembre 2023, les PFAS sont monitorés dans l'eau de distribution pour la consommation humaine.

En novembre 2023, l'émission de la RTBF, #Investigation, a mis sous le feu des projecteurs des hotspots environnementaux PFAS en Wallonie. Plusieurs zones ont été épinglées du fait de teneurs élevées en PFAS dans l'environnement : Chièvres, Feluy, Nimy. Ainsi, dans la région de Chièvres, l'eau potable distribuée entre octobre 2021 et mars 2023 dans les communes desservies par le puits de Chièvres contenait des PFAS en quantité supérieure à la future norme de 100 ng/l PFAS-20², entrée en vigueur par la suite, en date du 20 février 2025³. Le monitoring PFAS des eaux de distribution wallonnes, confié à la SWDE, a commencé en septembre 2023 (SPW-ARNE, 2024). Le monitoring a été accéléré de manière à pouvoir disposer d'une vue exhaustive de la situation avant la fin de l'année 2023. Ainsi, lors de ce monitoring, des dépassements de la future norme PFAS-20 ont été mesurés dans l'eau potable distribuée dans quatre zones de distribution dont trois sont desservies par la conduite d'adduction d'eau potable, appelée le Feeder du Hainaut, gérée par VIVAQUA⁴. Ces dépassements observés sur les eaux du Feeder du Hainaut n'ont pas été confirmés par les contre-analyses (SPW-ARNE, 2024). Cependant, d'après les données de VIVAQUA⁵ sur les eaux brutes de ses captages et réservoirs, des dépassements de la valeur paramétrique de 100 ng/l PFAS-20 ont été mesurés sur le Feeder du Hainaut, entre 2021 et 2022. Depuis janvier 2023, les concentrations en PFAS mesurées par VIVAQUA sur le Feeder du Hainaut respectent la norme PFAS-20.

Le 22 novembre 2023, le Gouvernement wallon a mis en place un Conseil Scientifique Indépendant PFAS (CSI), composé d'experts, dont la mission générale est de conseiller le Gouvernement et d'examiner les conséquences des PFAS sur la santé et l'environnement. Pour les zones contaminées en PFAS, nommées 'zones d'investigation prioritaires' (ZIP) par l'Administration, des études environnementales ont démarré en décembre 2023.

En outre, les autorités wallonnes ont confié à l'ISSEP la mission de mettre en place des campagnes d'analyses sanguines pour objectiver l'exposition et l'éventuelle surexposition de la population de ces zones.

Le biomonitoring consiste en la mesure de substances (ou de leurs métabolites) dans des fluides ou tissus humains (sang, urine, sang de cordon ombilical, cheveux, etc.) dans un échantillon de la population ciblée, représentatif de celle-ci. Il permet d'obtenir une estimation de l'exposition réelle et globale des personnes aux substances, toutes sources et voies d'exposition confondues et ainsi, d'établir des conclusions pour l'ensemble de la population ciblée.

A ce titre, le biomonitoring est particulièrement utile pour le suivi des substances largement distribuées dans l'environnement intérieur et extérieur (eau, air, sol) mais également dans l'alimentation et les

2 Le paramètre 'PFAS-20' est le résultat de l'addition des concentrations de 20 PFAS dosés individuellement, à savoir, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBA, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTrDS. Paramètre pour l'eau destinée à la consommation humaine

3 Selon la Directive européenne 2020/2184 qui constitue aujourd'hui le cadre réglementaire européen en matière d'eau potable, cette norme devait entrer en vigueur au 1er janvier 2026. Le Gouvernement wallon a adopté l'arrêté avançant à 2025 la norme PFAS fixant à 100 ng/l (0,10 µg/l) dans l'eau de distribution. Cette norme entre en vigueur le 20 février 2025.

4 VIVAQUA, société bruxelloise productrice et distributrice d'eau potable, exploite divers sites de production d'eau en Région wallonne pour fournir la Région bruxelloise et une partie des Régions wallonne et flamande en eau potable <https://www.vivaqua.be>

5 PFAS-Situation de l'adduction d'eau de VIVAQUA à travers le Hainaut (Feeder du Hainaut). Note au Gouvernement wallon, 06/02/2024

produits de la vie quotidienne (matériaux, produits de nettoyage, jouets, etc.). Les biomonitorings menés en population générale permettent d'avoir une vue globale de l'exposition de toute une population. Cet outil de surveillance peut aussi être déployé pour mener des biomonitorings spécifiques dans des zones particulières (hotspots), sur des populations vulnérables ou encore suite à des événements ponctuels accidentels de pollution. Les résultats de tels projets permettent de mettre en évidence une surexposition éventuelle des populations qui résident dans ces hotspots ou des populations vulnérables, mais aussi de réaliser une évaluation des risques pour leur santé, dans la mesure où des valeurs de référence sanitaires existent pour les substances étudiées.

En 2018, le Gouvernement wallon a initié le programme de biomonitoring humain wallon, BMH-Wal. L'objectif premier de ce programme est la détermination de valeurs de référence d'exposition⁶ pour chaque substance chimique analysée. Aujourd'hui, la Wallonie dispose ainsi de valeurs de référence d'exposition en population générale pour plusieurs substances chimiques et polluants présents dans l'environnement et pour sept catégories d'âge : les nouveau-nés, les enfants de 3-5 ans et de 6-11 ans, les adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans) (rapports ISSeP - Jacques *et al.*, 2023 a, b, c). Les PFAS font partie des substances qui ont été analysées sur les échantillons de sang de cordon des nouveau-nés et les échantillons de sang des adolescents et adultes. Chez les enfants de 3-5 ans et de 6-11 ans, le dosage des PFAS n'a pas été possible en raison de l'absence de prélèvement sanguin.

2 Objectifs

L'objectif global de ce biomonitoring humain ciblé est d'**objectiver l'exposition aux PFAS** de la population ayant été alimentée à un moment donné par de l'eau de consommation dont la concentration en PFAS a dépassé ou approché la future norme de 100 ng/l PFAS-20, ainsi que de la population riveraine des zones d'investigation prioritaires (ZIP). Plusieurs zones sont concernées en Wallonie dont la zone desservie en eau par le Feeder du Hainaut, objet du présent rapport.

Les niveaux d'imprégnation en PFAS mesurés chez les habitants de ces zones seront **comparés à ceux mesurés en population générale wallonne**, avec les valeurs de référence sur l'exposition des Wallons déterminées via le programme BMH-Wal. Les données seront aussi **comparées aux valeurs de référence sanitaires disponibles, recommandées par le Conseil Scientifique Indépendant PFAS**.

Grâce aux dosages et à l'analyse des questionnaires des participants, cette étude devrait permettre d'**affiner les recommandations** émises précédemment pour réduire l'exposition des populations étudiées, en concertation avec le Conseil Scientifique Indépendant PFAS.

Toutes les communes desservies par la conduite du Feeder du Hainaut n'en reçoivent pas la même part d'eau, que ce soit aujourd'hui ou hier (point explicité au 4.1). Ce contexte particulier de la distribution d'eau pour la zone du Feeder du Hainaut a conduit à définir un objectif supplémentaire pour cette zone, à savoir : est-ce que les différents historiques et scénarios d'alimentation en eau impliquent une exposition différente et *in fine* une imprégnation en PFAS différente des habitants de cette région ?

⁶ Une valeur de référence renseigne sur le niveau d'imprégnation d'une population ciblée, à une substance chimique à un moment donné. Elle fixe une limite arbitraire entre le « bruit de fond » d'exposition à la substance d'intérêt dans la population d'étude et la partie supérieure des niveaux d'exposition.

3 Substances d'intérêt : PFAS

Les PFAS sont des substances chimiques synthétisées depuis les années 1950. Elles forment un groupe hétérogène de molécules aliphatiques dont les chaînes de carbone peuvent être entièrement fluorées (appelés perfluorés) ou partiellement fluorées (appelés polyfluorés). Les PFAS englobent une grande variété de molécules ayant des propriétés physiques et chimiques et des poids moléculaires différents, avec des groupements perfluoroalkyles comme caractéristique structurelle commune.

Leurs propriétés exceptionnelles se traduisent par un nombre considérable d'applications diverses dans de nombreux secteurs : électrolytes dans les batteries lithium, surfactants, formulation de pesticides et de mousses anti-incendie, réfrigérants, imperméabilisants textiles, agents anti-graisse dans les emballages alimentaires, tensioactifs dans les produits de nettoyage industriels, etc. (OECD, 2022 in Fiche n°8-SFSE, 2023). Etant donné leurs propriétés hydro-oléofuges, ces substances sont également utilisées dans les surfaces antiadhésives pour les ustensiles et batteries de cuisine, le traitement antitache de tapis et tissus et comme agent tensioactif, mouillant, émulsifiant ou dispersant de certaines crèmes cosmétiques (ATSDR, 2018 ; Kissa, 2001; Lindstrom *et al.*, 2011). Les PFAS sont également utilisés dans un grand nombre de secteurs industriels comme l'industrie des semi-conducteurs et des composants électroniques, l'aérospatiale et l'aviation, l'industrie du textile et du cuir, les matériaux de construction, mais aussi l'industrie automobile qui fait partie des principaux utilisateurs de PFAS entre autres pour la carrosserie (utilisés pour la durabilité de la peinture et l'allègement du véhicule), les liquides de lave-glace et de refroidissement, les composants du moteur ou de la direction, les plaquettes de freins, les composants électroniques, etc. (Buslon et al., 2023 ; Glüge et al., 2020).

L'utilisation des PFOS, PFOA et PFHxS a été réduite suite à leur classification en tant que polluant organique persistant (POP) selon la Convention de Stockholm, respectivement en 2009, 2020 et 2022. En effet, leur liaison carbone-fluor est l'une des plus fortes en chimie organique, leur conférant une grande stabilité. Lorsqu'ils se retrouvent dans l'environnement, les PFAS sont extrêmement persistants, capables d'être transportés sur de longues distances et de se bioaccumuler dans les êtres vivants. Une fois qu'ils ont pénétré dans l'organisme par ingestion, inhalation ou contact dermique, les PFAS se lient aux protéines du sang. Du fait que ces composés ne sont pas métabolisés et sont très lentement éliminés, ils s'accumulent dans l'organisme à des niveaux variables selon le composé et sa demi-vie. Leur dosage dans le sang reflète généralement une exposition à long terme.

L'exposition aux PFAS a été reliée à une série d'effets néfastes pour la santé, sans toutefois qu'un lien causal ne soit toujours confirmé, comme des maladies de la thyroïde, une augmentation du taux de cholestérol, des effets sur le système immunitaire, la reproduction et la fertilité, des dommages au foie, des cancers du rein et des testicules (ASTDR, 2018 ; EFSA, 2020). Certains PFAS dont le PFOA, le PFNA, le PFDA ou le PFHxS sont inclus dans la liste des substances extrêmement préoccupantes dans le cadre du règlement REACH en raison de leurs propriétés très persistantes, bioaccumulables, toxiques, cancérigènes, mutagènes, et reprotoxiques. Les quatre effets potentiels sur la santé, ayant un niveau de preuve jugé suffisant par les National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM), sont : la diminution de la réponse immunitaire à la vaccination, la dyslipidémie, la baisse du poids de naissance et l'augmentation du risque de cancer du rein (NASEM, 2022). Le Centre international de Recherche sur le Cancer (IARC, International Agency for Research on Cancer) classe, dès 2014, le PFOA comme un cancérigène possible pour l'Homme (Groupe 2B), notamment pour les cancers des reins et des testicules (Benbrahim-Tallaa, 2014). En novembre 2023, le groupe de travail de l'IARC réévalue les

effets cancérigènes du PFOA et PFOS et classe le PFOA comme « cancérigène » (Groupe 1) et le PFOS comme « cancérigène possible » (Groupe 2B) (Zahm *et al.* 2024).

Dans le cadre du biomonitoring BMH-PFAS mené dans les zones ayant été alimentées, à un moment donné, par une eau de distribution dont les concentrations en PFAS ont dépassé/approché la future norme de 100 ng/l PFAS-20, 19 composés PFAS différents ont été recherchés et analysés dans les échantillons de sang (sérum) prélevé par ponction veineuse. La liste des 19 composés PFAS est la suivante :

- PFOA linéaire
- PFOA ramifiés
- PFOA total
- PFOS linéaire
- PFOS ramifiés
- PFOS total
- PFHxS linéaire
- PFHxS ramifiés
- PFHxS total
- PFHxA
- PFHpA
- PFHpS
- PFNA
- PFDA
- PFBA
- PFUnda
- PFPeA
- PFBS
- PFDoDA

3.1 Matrice biologique et types de prélèvements

Comme indiqué précédemment, les PFAS se lient aux protéines du sang une fois dans le corps. De ce fait, l'analyse des concentrations en PFAS dans la matrice sanguine, et plus précisément dans le sérum, est la méthode la plus adéquate pour évaluer l'imprégnation en PFAS d'un individu. Le prélèvement sanguin par ponction veineuse, c'est-à-dire la prise de sang classique, est privilégié, car il permet d'obtenir un volume plus important (plusieurs ml de sang) et notamment la quantité minimale requise, soit 2 ml. Le surplus d'échantillon de sang prélevé permet de refaire l'analyse, le cas échéant (suite, par exemple, à un problème analytique), ou encore de conserver une partie de l'échantillon en biobanque pour d'éventuels dosages futurs (selon les termes de l'attestation de consentement).

Cependant, les prises de sang chez les jeunes enfants sont parfois difficiles car les veines sont de petite taille, d'autant plus suite au stress et à l'agitation de l'enfant. Dès lors, une méthode alternative de prélèvement sanguin est proposée, à savoir un prélèvement de sang capillaire au bout du doigt (ou éventuellement du talon). Ce type de prélèvement est une méthode simple et peu invasive qui consiste à effectuer une piqûre transcutanée dans le doigt (ou le talon) afin de prélever une goutte de sang. Ce prélèvement se fait à l'aide d'un dispositif de micro-prélèvement volumétrique par adsorption Mitra® (VAMS). Cette méthode est souvent moins stressante pour les enfants et peut être réalisée rapidement et en toute sécurité. Ces actes médicaux sont menés par un professionnel de la santé qualifié et spécialement formé.

3.2 Méthode analytique du dosage des PFAS sanguins

Les composés PFAS sont mesurés dans le sérum sanguin, obtenu (par centrifugation) du sang veineux prélevé par la prise de sang classique. La plupart des composés perfluorés existent uniquement sous forme linéaire. Cependant, certains, comme le PFOS, le PFOA et le PFHxS, existent sous forme de mélanges d'isomères linéaires et ramifiés, que l'on retrouve aussi bien dans l'environnement que dans les organismes humains.

Les 19 composés PFAS suivants ont été analysés dans le sang veineux :

- Acide perfluorobutanoïque (PFBA)
- Acide perfluoropentanoïque (PFPeA)
- Acide perfluorohexanoïque (PFHxA)
- Acide perfluoroheptanoïque (PFHpA)
- Acide perfluorooctanoïque (PFOA) – forme linéaire, forme ramifiées et formes linéaires + ramifiées

- Acide perfluorononanoïque (PFNA)
- Acide perfluorodécanoïque (PFDA)
- Acide perfluoroundécanoïque (PFUnDA)
- Acide perfluorododécanoïque (PFDoDA)
- Acide perfluorobutanesulfonique (PFBS)
- Acide perfluorohexanesulfonique (PFHxS) – forme linéaire, forme ramifiées et formes linéaires + ramifiées
- Acide perfluoroheptanesulfonique (PFHpS)
- Acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) – forme linéaire, forme ramifiées et formes linéaires + ramifiées

Les paramètres techniques suivants s'appliquent à tous les composés PFAS dans le sérum veineux :

- Limite de détection (LOD) et limite de quantification (LOQ) sont égales à 0,1 µg/l
- Linéarité (y compris dilution) et intervalle de mesure jusqu'à 2 500 µg/l
- Incertitude de mesure : ≤ 30 % (pour les formes linéaires)

Préparation et analyse de l'échantillon

Après réception par le laboratoire des échantillons, les tubes de sang sont immédiatement centrifugés (1 000 g ; 10 min). Ensuite, le sérum est récupéré et aliquoté dans un tube en polystyrène correctement scellé à l'aide de bouchons sans PFAS. Les aliquots ont été conservés à -20°C jusqu'à leur analyse.

Après décongélation et homogénéisation, un mélange de standards internes (IS) est ajouté à un volume de 50 µl de sérum aliquoté. Ce mélange IS est composé des isotopes PFAS suivants : ¹³C₄ PFBA; ¹³C₅ PFPeA; ¹³C₅ PFHxA; ¹³C₄ PFHpA; ¹³C₈ PFOA; ¹³C₉ PFNA; ¹³C₆ PFDA; ¹³C₇ PFUnDA; ¹³C₃ PFBS; ¹³C₃ PFHxS; ¹³C₈ PFOS.

Ensuite, les protéines du sérum sont précipitées à l'aide de méthanol (rapport méthanol:sérum de 4:1) puis le surnageant est récupéré après centrifugation pour l'analyse des PFAS. Un aliquot de 5 µl de l'extrait est analysé par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (UPLC-MS/MS, Waters Acquity Xevo TQ Absolute avec ionisation électrospray négative). Une chromatographie en phase inverse avec élution en gradient est utilisée.

Une colonne chromatographique Waters Acquity UPLC HSS T3 (1,8 µm, 2,1 mm x 100 mm) est utilisée. Des modifications spécifiques sont apportées au système LC-MS/MS pour éliminer les contaminations inhérentes à l'instrument. En effet, les tubes en Téflon sont remplacés par des tubes en PEEK et une colonne de retard est installée entre la chambre de mélange et l'injecteur. La détection par spectrométrie de masse a été effectuée en mode Multiple Reaction Monitoring (MRM), avec au moins deux transitions surveillées pour chaque composant PFAS, excepté pour le PFBA et le PFPeA.

L'intervalle de mesure de la méthode (sans dilution) est fixé entre 0,10 et 500 µg/l. Les échantillons dont les concentrations dépassaient cet intervalle (> 500 µg/l) sont réanalysés après dilution d'un aliquote. Les séries de mesure comprennent jusqu'à 77 échantillons, dont un est analysé en double. Chaque série inclut des standards de calibration et des échantillons de contrôle qualité au début et à la fin de la séquence d'analyse. Les critères d'acceptation pour les contrôles qualité primaires sont définis lors de la procédure technique. En cas de non-conformité, l'impact est évalué afin de déterminer si une réanalyse est nécessaire.

Validation de la méthode et incertitude de mesure

Les paramètres de validation et les critères de performance ont été établis selon la directive ICH M10 concernant la validation des méthodes bio-analytiques.

Pour la quantification des isomères ramifiés (PFOS ramifié, PFOA ramifié et PFHxS ramifié), la calibration a été effectuée sur base de leur forme linéaire respective. Plusieurs isomères ramifiés peuvent être présents pour un même composant PFAS. À ce jour, il n'existe pas de protocole standardisé pour la quantification des formes ramifiées, et la mesure basée sur la forme linéaire reste courante. Chaque méthode possédant des paramètres spécifiques, cela peut influencer la détection des isomères ramifiés, et entraîner des différences entre les laboratoires.

L'incertitude de mesure indique la précision d'une mesure et l'intervalle dans lequel la valeur dite « réelle » est susceptible de se situer. Elle est exprimée sous forme d'intervalle de confiance à 95 %, ce qui signifie que l'on estime avec 95 % de certitude que la valeur réelle se trouve dans cet intervalle. Pour les composants linéaires, une incertitude de mesure ≤ 30 % était requise. Comme mentionné précédemment, il n'existe pas de protocole standardisé pour la quantification des isomères ramifiés (PFOS ramifiés, PFOA ramifiés et PFHxS ramifiés). Par conséquent, aucune exigence ne peut être formulée concernant l'incertitude de mesure pour ces composés.

L'incertitude élargie de la méthode (U ; facteur de couverture $k=2$) a été surveillée en continu à l'aide de cartes de contrôle et évaluée périodiquement. L'incertitude de mesure pour les composants PFAS analysés est présentée dans le Tableau 1.

Tableau 1: Incertitude de mesure pour le sérum

Incertitude élargie de mesure pour le sérum (% ; $k=2$)							
PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA linéaire	PFOA ramifiés (*)	PFNA	PFDA
22,86	23,63	13,10	14,06	9,77		17,89	15,98
PFUnDA	PFDaA	PFBS	PFHxS linéaire	PFHxS ramifiés (*)	PFHpS	PFOS linéaire	PFOS ramifiés (*)
19,22	32,05	12,01	9,92		20,79	12,24	

(*) En raison de la nature semi-quantitative des formes ramifiées, aucune exigence ne peut leur être appliquée.

La méthodologie pour l'échantillon de sang capillaire (piqûre dans le bout du doigt) est relativement similaire. Elle est présentée à l'annexe 8.1.

Les détails méthodologiques, pour les deux types de prélèvement sanguins, sont présentés en appendice, dans le rapport de laboratoire.

3.3 Valeurs de référence d'exposition wallonnes, établies en population générale

Depuis mai 2023, via le programme BMH-Wal⁷, la Wallonie dispose de valeurs de référence d'exposition (établies en population générale) pour 7 PFAS, pour les nouveau-nés, les adolescents (12-19 ans), les adultes (20-39 ans et 40-59 ans) (Jacques *et al.*, 2023c & 2025). Les valeurs de référence (VR95), ainsi que le percentile (P50, médiane) utilisés pour la comparaison avec les imprégnations mesurées chez les populations étudiées dans le projet BMH-PFAS, sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2. Médiane (P50) et valeurs de référence d'exposition (VR95), établie chez les adolescents '12-19 ans', jeunes adultes '20-39 ans' (2019-2020), et adultes '40-59 ans' (2023) en Wallonie.

PFAS (µg/l) – Sang veineux	12-19 ans		20-39 ans		40-59 ans	
	P50	VR95	P50	VR95	P50	VR95
PFHxA	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PFHpA	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PFHxS linéaire	0,45	1,60	0,60	1,60	0,79	2,00
PFOA linéaire	1,12	2,00	1,12	2,00	1,06	2,50
PFNA	0,28	0,71	0,35	0,71	0,40	0,97
PFOS linéaire	1,66	6,60	1,96	6,60	2,51	8,60
PFDA	0,16	0,43	0,16	0,43	0,17	0,49

Les statistiques descriptives de la population wallonne (3 catégories d'âge) sont présentées dans le Tableau 3. Pour chacun des 7 composés PFAS dosés dans BMH-Wal, le nombre de participants (N), la limite de quantification (LOQ) et le pourcentage de valeurs inférieures à la limite de quantification (N<LOQ), le minimum, le maximum, la moyenne géométrique (MG) et son intervalle de confiance à 95%, les percentiles P5, P25, P50, P75, P95 et son intervalle de confiance à 95% ont été déterminés.

⁷ Programme wallon de biomonitoring humain, BMH-Wal : www.issep.be/bmh-wal/

Méthodologie d'élaboration et d'analyse des résultats BMH-Wal <https://www.issep.be/wp-content/uploads/Methodologie-BMH-Wal.pdf>

Synthèse des résultats des phases 1-2-3 : résumé : https://www.issep.be/wp-content/uploads/RESUME-phase-123_VF-1.pdf

Tableau 3. Statistiques descriptives des PFAS dans le sang (sérum) des adolescents (12-19 ans), jeunes adultes (20-39 ans) et adultes (40-59 ans), selon le sexe, en population wallonne (BMH-Wal) et par sexe.

Catégorie d'âge	Genre	N	LOQ	N<LOQ	Min-Max	MG	P5	P25	P50	P75	P90	P95	p-value
						[95% CI]						[95% CI]	
PFOS linéaire (µg/L)													
12-19 ans	F	137	0,5	2,2%	<0,5-17,19	1,62 [1,28-1,96]	0,57	1,02	1,59	2,48	3,85	4,78 [3,98-12,69]	0,148
	H	139	0,5	2,9%	<0,5-69,72	1,88 [1,49-2,27]	0,58	1,09	1,71	2,96	5,61	7,36 [5,8-14,71]	
20-39 ans	F	152	0,5	3,3%	<0,5-17,62	1,86 [1,53-2,20]	0,53	1,34	1,94	2,74	4,23	5,26 [4,53-11,63]	0,676
	H	103	0,5	2,9%	<0,5-39,06	1,97 [1,54-2,40]	0,59	1,31	1,99	2,83	4,60	8,32 [4,84-11]	
40-59 ans	F	157	0,5	5,1%	<0,5-26,22	2,04 [1,68-2,39]	<0,5	1,33	2,09	3,47	5,19	6,55 [5,44-10,93]	0,001
	H	145	0,5	1,4%	<0,5-12,64	2,8 [2,46-3,14]	0,81	1,74	2,83	4,26	7,26	9,52 [7,49-11,36]	
PFOA linéaire (µg/L)													
12-19 ans	F	137	0,5	0,7%	<0,5-5,07	1,02 [0,77-1,28]	0,59	0,81	0,99	1,23	1,63	1,91 [1,66-3,27]	< 0,0001
	H	139	0,5	0%	0,58-4,26	1,24 [1,00-1,47]	0,74	1,01	1,18	1,45	1,84	2,2 [1,88-3,16]	
20-39 ans	F	152	0,5	11,8%	<0,5-4,07	0,92 [0,63-1,22]	<0,5	0,71	0,98	1,36	1,76	2 [1,84-2,93]	< 0,0001
	H	103	0,5	4,9%	<0,5-4,33	1,22 [0,90-1,55]	<0,5	0,97	1,30	1,64	1,96	2,38 [2,01-3,49]	
40-59 ans	F	157	0,5	11,5%	<0,5-11,16	0,92 [0,62-1,23]	<0,5	0,68	0,96	1,30	1,92	2,42 [2,16-3,58]	0,004
	H	145	0,5	11,7%	<0,5-5,9	1,08 [0,75-1,41]	<0,5	0,80	1,18	1,67	2,15	2,83 [2,29-3,66]	
PFHxS linéaire (µg/L)													
12-19 ans	F	137	0,2	0%	<0,15-19,58	0,41 [<0,15-0,73]	0,19	0,28	0,37	0,52	0,76	1,19 [0,81-2,39]	< 0,0001
	H	139	0,2	0%	0,22-14,23	0,62 [0,28-0,97]	0,27	0,41	0,51	0,84	1,47	2,02 [1,55-10,78]	
20-39 ans	F	152	0,2	2,6%	<0,15-9,3	0,52 [0,21-0,83]	0,19	0,36	0,52	0,82	1,04	1,42 [1,13-2,13]	< 0,0001
	H	103	0,2	1,9%	<0,15-8,23	0,69 [0,33-1,06]	0,22	0,55	0,70	0,91	1,29	1,73 [1,3-3,33]	
40-59 ans	F	157	0,2	5,1%	<0,15-4,14	0,58 [0,25-0,90]	<0,15	0,38	0,61	0,94	1,31	1,74 [1,33-2,21]	< 0,0001
	H	145	0,2	2,1%	<0,15-4,98	0,9 [0,58-1,23]	0,28	0,65	1,02	1,33	1,75	2,23 [1,80-3,35]	
PFNA (µg/L)													
12-19 ans	F	137	0,1	2,9%	<0,1-1,37	0,26 [<0,1-0,55]	0,11	0,19	0,26	0,37	0,52	0,67 [0,54-0,75]	0,007
	H	139	0,1	1,4%	<0,1-1,3	0,31 [<0,1-0,58]	0,14	0,23	0,29	0,41	0,50	0,64 [0,51-1,10]	
20-39 ans	F	152	0,1	5,3%	<0,1-1,57	0,32 [<0,1-0,62]	<0,10	0,24	0,34	0,46	0,66	0,75 [0,68-1,35]	0,487
	H	103	0,1	2,9%	<0,1-1,13	0,33 [<0,1-0,68]	0,12	0,24	0,37	0,46	0,58	0,71 [0,60-1,04]	
40-59 ans	F	157	0,1	3,8%	<0,1-2,12	0,36 [<0,1-0,67]	0,11	0,26	0,39	0,52	0,72	0,99 [0,87-1,34]	0,398
	H	145	0,1	1,4%	<0,1-1,3	0,39 [0,10-0,68]	0,16	0,27	0,39	0,53	0,75	0,95 [0,76-1,22]	
PFDA (µg/L)													
12-19 ans	F	137	0,1	21,2%	<0,1-11,74	0,14 [<0,1-0,51]	<0,10	0,10	0,15	0,21	0,30	0,39 [0,34-0,52]	0,114
	H	139	0,1	18%	<0,1-0,96	0,16 [<0,1-0,5]	<0,10	0,11	0,16	0,26	0,36	0,49 [0,36-0,86]	
20-39 ans	F	152	0,1	18,4%	<0,1-1,11	0,17 [<0,1-0,49]	<0,10	0,13	0,19	0,27	0,35	0,43 [0,36-0,69]	0,089
	H	103	0,1	30,1%	<0,1-0,74	0,14 [<0,1-0,56]	<0,10	<0,1	0,17	0,25	0,32	0,4 [0,33-0,73]	
40-59 ans	F	157	0,1	21%	<0,1-8,45	0,17 [<0,1-0,53]	<0,10	0,11	0,17	0,28	0,40	0,54 [0,45-1,21]	0,421
	H	145	0,1	22,8%	<0,1-0,72	0,15 [<0,1-0,49]	<0,10	0,11	0,17	0,24	0,36	0,42 [0,39-0,58]	
PFHpA (µg/L)													
12-19 ans	F	137	0,1	92%	<0,1-0,25	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,11 [<0,10-0,25]	0,156
	H	139	0,1	87,1%	<0,1-0,94	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,15 [0,12-0,34]	
20-39 ans	F	152	0,1	96,1%	<0,1-0,54				<0,10				
	H	103	0,1	100%					<0,10				
40-59 ans	F	157	0,1	100%					<0,10				
	H	145	0,1	99,3%					<0,10				
PFHxA													
12-19 ans	F	137	0,1	100%					<0,10				
	H	139	0,1	100%					<0,10				
20-39 ans	F	152	0,1	100%					<0,10				
	H	103	0,1	100%					<0,10				
40-59 ans	F	157	0,1	98,7%					<0,10				
	H	145	0,1	100%					<0,10				

Les p-value significatives sont indiquées en gras (test de Mann-Whitney, p<0.05)

3.4 Valeurs de référence sanitaire

3.4.1 Définition des valeurs de référence sanitaire

Les valeurs de référence sanitaire (VRS) permettent d'évaluer le risque sanitaire associé à une exposition. Elles sont déterminées par des groupes d'experts à partir des résultats d'études épidémiologiques et/ou toxicologiques. Elles sont fondées sur les informations scientifiques disponibles au moment de leur élaboration et peuvent donc être revues en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques. Il existe différents types de VRS qui n'ont pas exactement la même signification selon leur méthode de détermination.

Sur base des meilleures références scientifiques actuelles, les experts du Conseil Scientifique Indépendant PFAS⁸ (CSI) ont retenu, mi-avril 2024, les valeurs-seuils santé en lien avec l'exposition humaine aux PFAS, définies par la Commission Nationale de Biomonitoring allemande (Apel *et al*, 2017) et National Academies of Sciences (NAS) (NASEM, 2022) (CSI, 2025⁹).

Les valeurs HBM sont des VRS proposées par la Commission Nationale de Biomonitoring allemande (Apel *et al*, 2017) sont dérivées de données épidémiologiques ou toxicologiques selon des méthodes scientifiques clairement décrites et sont régulièrement actualisées en fonction de l'évolution des connaissances. Les valeurs HBM sont établies pour la population générale, pour une exposition durant une vie entière à la concentration considérée, mais aussi pour des groupes de population ou des périodes particulières de la vie (femmes en âge de procréer, enfants, adolescents, etc.).

Il existe deux niveaux de valeurs HBM : les valeurs HBM I et les valeurs HBM II. Elles peuvent être utilisées pour interpréter des données individuelles et déterminent le besoin d'action. Elles sont définies de la manière suivante (Apel *et al*, 2017) :

- **HBM I** : concentration d'une substance dans une matrice biologique à laquelle et en dessous de laquelle, compte tenu des connaissances actuelles, il n'y a pas de risque d'effets néfastes sur la santé et par conséquent pas de nécessité d'action ;
- **HBM II** : concentration d'une substance dans une matrice biologique à laquelle et au-dessus de laquelle des effets néfastes peuvent apparaître. Des conseils pour réduire l'exposition sont nécessaires ainsi qu'un avis médical.

Pour les niveaux de concentration situés entre les valeurs HBM I et HBM II, les effets néfastes ne peuvent pas être exclus avec suffisamment de certitude. La valeur HBM I est considérée comme une valeur de vérification (contrôle) et la valeur HBM II comme un niveau d'action¹⁰. Des valeurs HBM existent pour le PFOA et le PFOS dans le sang.

Les valeurs seuils définies par les NAS, à savoir 2 µg/l et 20 µg/l, pour la somme de plusieurs PFAS, qui est l'addition des concentrations en PFOA (linéaire et ramifiés), PFOS (linéaire et ramifiés), PFHxS, PFNA, PFDA, PFUnDA et MeFOSAA.

⁸ Ce conseil d'experts indépendants a été mis en place, en novembre 2023, par le Gouvernement wallon

⁹ Rapport PFAS – Conseil Scientifique Indépendant : <https://environnement.wallonie.be/home/gestion-environnementale/environnement-sante/risques-pour-la-sante/pfas/rapport-du-csi-pfas.html>

¹⁰ <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/science-recherche-et-donnees/equivalents-biosurveillance-outil-evaluation-donnees-echelle-population.html#a421>

Pour une somme PFAS NAS inférieure à 2 µg/l, il n’y pas d’effet néfaste attendu suite à l’exposition aux PFAS. Il existe un risque d’effets indésirables, entre 2 et 20 µg/l, en particulier chez les populations sensibles, et un risque accru d’effets indésirables au-delà de 20 µg/l.

Comme convenu avec l’autorité et le CSI, l’ISSEP a utilisé ces valeurs seuils santé pour le présent rapport (Tableau 4).

Tableau 4. Valeurs de référence sanitaire utilisées dans l’étude BMH-PFAS (CSI)

Matrice	Substance	Valeur de référence sanitaire [µg/l]		Sources
		HBM I	NASEM	
Sang	PFOA	2	Apel <i>et al.</i> 2017	
	PFOS	5		
	Somme PFAS NAS*		2	20
*PFOA (linéaire et ramifiés) + PFOS (linéaire et ramifiés) + PFHxS + PFNA + PFDA + PFUnDA + MeFOSAA				

3.4.2 Application des valeurs de référence sanitaire à l’étude BMH-Wal

Ces VRS ont été appliquées aux données d’imprégnation obtenues lors des différentes phases du programme BMH-Wal en population générale (Tableau 2). Les résultats montrent les pourcentages de la population, selon l’âge et le sexe, ayant des concentrations en PFOA et PFOS, inférieures et supérieures à leur valeur HBM I respective (Tableau 5). L’analyse de ces résultats met en évidence que les adultes de 40-59 ans présentent les taux de dépassement les plus élevés, pouvant atteindre presque 20%, notamment pour le PFOS chez les hommes (Jacques *et al.*, 2023c & 2025).

Tableau 5. Pourcentage de dépassement des valeurs HBM I pour le PFOA et PFOS des adolescentes (12-19 ans), jeunes adultes (20-39 ans) et adultes (40-59 ans) de la population générale wallonne, selon le sexe (BMH-Wal, Jacques *et al.*, 2023c & 2025)

Wallonie	≤ HBM I			> HBM I		
	Aucun effet sur la santé n’est attendu			Effets néfastes sur la santé à ne pas exclure		
PFOA						
	<i>Femme</i>	<i>Homme</i>	Tous	<i>Femme</i>	<i>Homme</i>	Tous
12-19 ans	95,6%	92,8%	94,2%	4,4%	7,2%	5,8%
20-39 ans	94,7%	90,3%	93,0%	5,3%	9,7%	7,0%
40-59 ans	91,1%	86,2%	88,7%	8,9%	13,8%	11,3%
PFOS						
	<i>Femme</i>	<i>Homme</i>	Tous	<i>Femme</i>	<i>Homme</i>	Tous
12-19 ans	95,6%	87,8%	91,3%	4,4%	12,2%	8,7%
20-39 ans	94,1%	92,2%	93,0%	5,9%	7,8%	7,0%
40-59 ans	89,8%	80,7%	85,1%	10,2%	19,3%	14,9%

Dans le programme BMH-Wal, seuls 5 composés PFAS, inclus dans le calcul du NAS, ont été analysés. De ce fait, la somme NAS calculée, notée somme NAS_{wal}, comprend PFOS lin PFOA lin, PFHxS, PFNA, PFDA. Les valeurs de la somme NAS calculées en population générale wallonne sont donc sous-estimées (Tableau 6). Certains des 5 PFAS, à prendre en compte dans le calcul de la somme NAS_{wal}, n’ont pas ou peu été quantifiés chez certains individus de la population étudiée. Dès lors, pour suivre

le principe de précaution et selon la méthode d'imputation par la limite haute, les mesures inférieures à la limite de quantification (<LOQ) ont été remplacées par la valeur de la limite de quantification (LOQ).

Tableau 6. Répartition des adolescentes (12-19 ans), jeunes adultes (20-39 ans) et adultes (40-59 ans) de la population générale wallonne, dans les trois catégories « somme NAS_{wal} », selon le sexe.

Wallonie	Somme NAS _{wal}								
	≤2 µg/l			entre 2 et 20 µg/l			> 20 µg/l		
	Femme	Homme	Tous	Femme	Homme	Tous	Femme	Homme	Tous
12-19 ans	8,0%	1,4%	4,7%	90,5%	95,7%	93,1%	1,5%	2,9%	2,2%
20-39 ans	7,9%	2,9%	5,9%	91,4%	96,1%	93,3%	0,7%	1,0%	0,8%
40-59 ans	8,3%	3,4%	5,9%	90,4%	96,6%	93,4%	1,3%	0,0%	0,7%

4 Zones d'étude et populations cibles

Le projet BMH-PFAS est une étude en population générale, *a priori* plus exposée de par le lieu de résidence proche d'une zone contaminée en PFAS ou desservie par de l'eau de distribution où a dépassé/approché le seuil de 100 ng/l PFAS-20.

4.1 Zones d'étude

Le présent rapport concerne les résultats des communes (ayant été) alimentées, totalement ou partiellement, par l'adduction d'eau potable 'Feeder du Hainaut'. Par simplification, dans la suite du document, cette zone est appelée : Feeder du Hainaut (Figure 1). Dix communes hennuyères et brabançonnaises sont alimentées, en tout ou en partie, par la conduite d'eau 'Feeder du Hainaut'. Il s'agit de : Braine-l'Alleud, Braine-Le-Château, Braine-Le-Comte, Ecaussinnes, Ittre, Le Roeulx, Seneffe, Soignies, Tubize et Waterloo.

Ces communes relèvent de six zones de distribution d'eau (ZDE) (Tableau 7) : 4 ZDE reçoivent uniquement de l'eau du Feeder, 1 ZDE reçoit un mélange d'eau du Feeder et d'autres sources et 1 ZDE qui ne reçoit plus d'eau du Feeder (zone C), depuis mi-novembre 2023. Toutes les zones étudiées ont reçu de l'eau issue du Feeder mais leur historique d'alimentation est différent.

Dans le cadre de cette étude, la zone à investiguer a donc été divisée en 3 -zones (A, B et C) selon le scénario d'alimentation en eau en provenance du Feeder. Ce choix a été fait en partant de l'hypothèse que les niveaux d'imprégnation en PFAS des résidents de ces ZDE pourraient être différents selon l'historique et le scénario d'alimentation.

Certaines communes sont couvertes par plusieurs zones de distribution d'eau et peuvent ainsi être concernées par une ou deux des zones, A, B ou C, définies dans ce projet (Figure 1).

Tableau 7: Zones de distribution d'eau wallonnes desservies par le Feeder du Hainaut (Source : VIVAQUA, NGW, 06/02/2024)

ZONES Feeder - BMH-PFAS	Zones de distribution d'eau ZDE (distributeur)	Communes concernées (parties)	Part fournie par VIVAQUA Avant mi-nov 2023	% VIVAQUA depuis mi-nov 2023
Zone A - alimentée aujourd'hui à 100 % par de l'eau du Feeder	ZW1102 (SWDE)	Braine-le-Comte, Seneffe, Ittre	100 %	100 %
	ZW1106 (SWDE)	Tubize, Ittre	100 %	100 %
	ZW1478 (SWDE)	Braine-le-Comte, Braine-le-Château, Ittre	100 %	100 %
	ZIECBW5 (InBW)	Braine-le-Château, Braine-l'Alleud, Waterloo	100 %	100 %
Zone B – alimentée aujourd'hui à 40 % par de l'eau du Feeder	ZW1147 (SWDE)	Braine-le-Château, Ittre, Braine-l'Alleud	60-80 %	40 %
Zone C – n'est plus alimentée aujourd'hui par de l'eau du Feeder (0 %)	ZW1360 (SWDE)	Le Roeulx, Soignies, Braine-le-Comte, Ecaussinnes, Seneffe	70-80 % (avant 2022); 40 % depuis 2022	0 %

Source : VIVAQUA, NGW, 06/02/2024 & SWDE, InBW

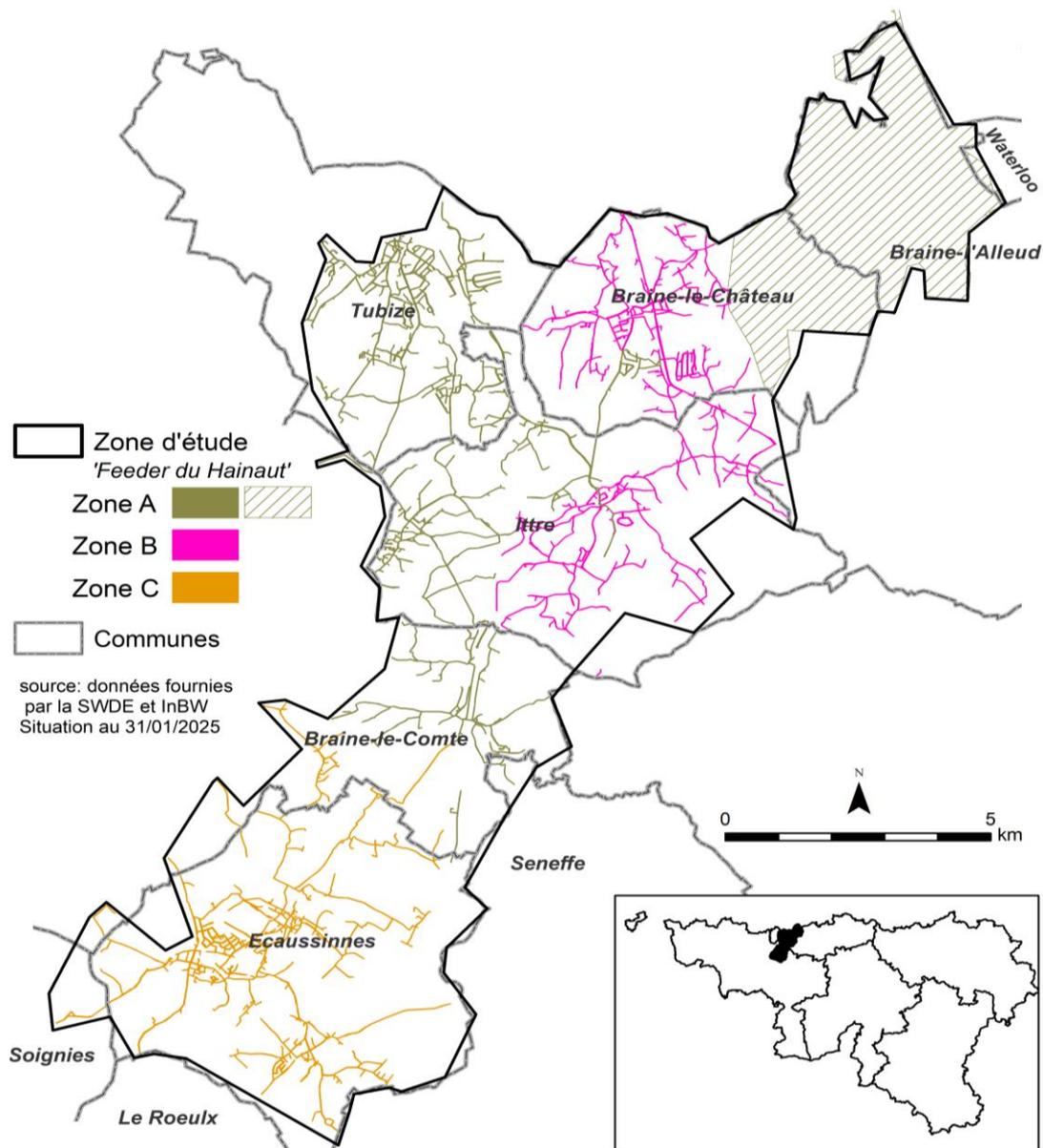


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

4.2 Publics cibles

L'étude de ces zones dans le cadre du projet BMH-PFAS va suivre la méthodologie du programme de biomonitoring humain wallon, BMH-Wal. Ainsi, l'étude est axée sur **3 catégories d'âge : 12-19 ans, 20-39 ans et 40-59 ans**. Elle concerne les **résidents de ces zones**. Cet échantillon représentatif de la population donne des indications sur la situation collective de l'exposition des populations aux PFAS.

Le choix de ces trois tranches d'âge repose sur la disponibilité de valeurs de référence d'exposition en PFAS pour la population générale wallonne (voir 3.3).

Dans le cadre du biomonitoring humain PFAS, BMH-PFAS, mené dans la zone du Feeder, un effectif maximal de 300 participants volontaires, par catégorie d'âge et par scénario d'alimentation en eau, était visé, soit un total de 2700 citoyens pour l'ensemble de la zone, en essayant au maximum à avoir une parité des genres et une distribution homogène des âges dans chaque groupe.

Les périmètres exacts, liste des rues et numéros d'habitations desservies, ont été communiqués à l'équipe-projet par la SWDE et inBW, distributeurs d'eau dans cette zone, afin de cibler uniquement les citoyens résidant dans la zone impactée.

La vérification des coordonnées effectuée, chaque participant doit donner son accord de participation écrit à la totalité de l'étude, c'est-à-dire accepter de réaliser le volet enquête par questionnaire, le prélèvement sanguin, les analyses, le stockage des échantillons en biobanque, en signant une attestation de consentement. Lorsque le participant est mineur, l'accord est demandé au parent/tuteur légal.

De son côté, l'équipe-projet, via cette attestation de consentement, s'engage aussi envers le participant, notamment, sur la confidentialité des données collectées (Règlement général sur la protection des données, RGPD), en signant le même document d'attestation de consentement.

Les zones de distribution d'eau desservies par le Feeder du Hainaut ont un historique et un scénario d'alimentation différents. Ainsi, trois zones (A, B, C) sont définies sur base de ce critère. Les résidents, hommes et femmes, âgés de 12 à 59 ans, sont le public visé pour cette étude (afin de permettre la comparaison avec les données issues du programme wallon de biomonitoring, BMH-Wal).

5 Résultats : Imprégnations en PFAS

La campagne d'information des citoyens alimentés par l'eau issue du Feeder du Hainaut a été lancée en février 2025. Dix communes hennuyères et brabançonnaises étaient concernées (voir Figure 1). Les séances de prélèvements sanguins ont eu lieu entre mai et juillet 2025. Au total, sur l'ensemble de la zone desservie en eau par le Feeder du Hainaut, 1276 résidents ont participé.

Les échantillons sanguins ont été prélevés par prises de sang classiques (sang veineux). Cependant, un prélèvement de sang au bout du doigt (sang capillaire) a été réalisé. Aucun traitement et aucune interprétation collective ne peuvent être tirés de cette seule donnée. De ce fait, uniquement 1275 échantillons de sang veineux ont été exploités dans le présent rapport.

Une banque de données a été créée afin d'organiser de manière structurée le set conséquent de données collectées. Les données sont classées par classe d'âge et par zone. Pour rappel, les 3 classes d'âge retenues sont 12-19 ans, 20-39 ans et 40-59 ans, identiques à celles retenues dans le programme BMH-Wal (voir 4.2). Les 3 zones ont été définies sur base du scénario d'alimentation (voir 4.1).

Ce chapitre du rapport est consacré à l'analyse préliminaire des données d'imprégnation en PFAS des populations (ayant été) desservies par l'eau du Feeder du Hainaut. Chaque zone du Feeder du Hainaut (désignées par les lettres A, B et C) est traitée séparément. Ce choix est justifié par le résultat de tests statistiques exploratoires (ANCOVA), réalisés sur les concentrations en PFOS total, PFOA total et PFHxS total en tenant compte de la zone, du sexe et de l'âge et qui ont mis en évidence l'influence de ces 3 variables sur les imprégnations en PFAS (voir Annexe 8.1).

Le traitement des données d'imprégnation et les analyses statistiques sont basés sur la méthodologie élaborée dans le programme BMH-Wal (Jacques *et al.*, 2023d).

Dans un premier temps, une analyse descriptive des biomarqueurs d'exposition analysés est réalisée afin de déterminer pour chaque PFAS : la fréquence de quantification, la moyenne géométrique, les minimum-maximum et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

Ensuite, une analyse comparative est réalisée par rapport aux valeurs de référence sanitaire (HBM I et somme NAS), préconisées par le CSI, afin d'évaluer les pourcentages de la population testée dépassant ces VRS et les éventuelles conséquences de cette exposition sur la santé de la population étudiée.

Une comparaison avec les valeurs de référence d'exposition établies dans le cadre du programme BMH-Wal¹¹ permet d'évaluer si la population testée présente une surexposition. Pour ce faire, des analyses statistiques sont réalisées afin de confronter les niveaux d'imprégnation observés chez les habitants de la zone du Feeder du Hainaut à ceux de la population générale wallonne, qui sert de référence. Des tests de Mann-Whitney sont effectués pour déterminer s'il existe une différence statistique de distribution des valeurs d'imprégnation entre les populations d'intérêts. De même, des Z-tests (ou tests exacts de Fisher si effectifs trop faibles) sont réalisés pour évaluer une éventuelle surexposition, en tenant compte comme référentiel de la valeur de référence 95 (VR95) établie en population générale wallonne (BMH-Wal). Le seuil de significativité est fixé à $p < 0,05$ pour les tests Mann-Whitney et $p < 0,001$ pour les Z-tests ou tests exacts de Fisher.

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel XLStat (Addinsoft, 2022).

¹¹ Pour information, aucun participant à l'étude sur le Feeder du Hainaut n'a participé au programme BMH-Wal. Dans le cas contraire, les citoyens ayant participé aux deux études, BMH-Wal et BMH-PFAS, auraient été retirés du jeu de données du groupe de référence pour éviter d'avoir des données appariées dans la même catégorie d'âge.

5.1 Feeder du Hainaut- Zone A

Pour rappel, cette zone est alimentée à 100 % par de l'eau en provenance du Feeder du Hainaut.

5.1.1 Description de la population testée

Au total, 435 habitants dans la zone A du Feeder du Hainaut ont participé à l'étude. La répartition de la population échantillonnée dans la zone A selon la catégorie d'âge et le sexe est présentée dans le Tableau 8 et la Figure 2. Globalement, le rapport femme/homme est relativement équilibré, bien que plus de femmes aient participé à l'étude dans les classes d'âge 20-39 ans et 40-59 ans. Cette dernière catégorie d'âge comprend le plus grand effectif.

Tableau 8. Répartition des participants de la zone A – Feeder du Hainaut par catégorie d'âge et selon le sexe

Catégorie d'âge	Femme	Homme
12-19ans	N=25	
	48,0%	52,0%
20-39ans	N=136	
	55,1%	44,9%
40-59ans	N=274	
	53,3%	46,7%

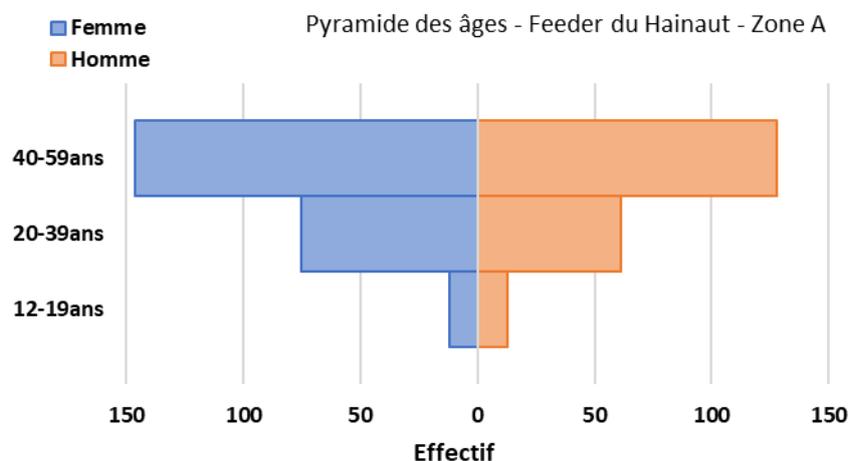


Figure 2. Pyramide des âges des participants de la zone A du Feeder du Hainaut

- **435 résidents de la zone A du Feeder du Hainaut ont participé.**
- **La parité femme/homme est relativement respectée.**
- **La catégorie d'âge '40-59 ans' est la plus représentée. Les adolescents, 12-19 ans, les moins nombreux**

5.1.2 Description des concentrations en PFAS de la population de la zone A du Feeder du Hainaut (intra-zone)

5.1.2.a Fréquence de quantification

Les fréquences de quantification (%N>LOQ) des prélèvements de sang veineux sont reprises dans le Tableau 9. Sur les 19 composés PFAS analysés, 5 sont peu ou pas retrouvés dans le sang des habitants de la zone A, quel que soit l'âge (%N>LOQ inférieur à 10%, sauf pour le PFHpA chez les adolescents). Il s'agit du PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA et PFDODA. A l'opposé, 8 composés PFAS sont retrouvés chez la grande majorité des participants, des plus jeunes aux plus âgés (%N>LOQ supérieur à 95%, voire égal à 100%). Il s'agit du PFOA (linéaire et total), du PFHxS (linéaire et total) et du PFOS (linéaire, ramifiés et total) et du PFNA. Enfin, les PFDA, PFUnDa, PFHxS ramifiés et PFHpS sont également quantifiés dans la plupart des échantillons.

On observe, pour plusieurs composés PFAS qui ne sont pas quantifiés à 100 % dans tous les âges, que le taux de quantification augmente avec l'âge. Ceci est particulièrement visible pour le PFUnDA ou le PFHpS.

Toutes les statistiques descriptives, pour les 19 composés PFAS analysés dans les échantillons prélevés par prise de sang veineux, par catégorie d'âge et selon le sexe, sont reprises en annexe. Ces tableaux comprennent, pour chaque PFAS, la moyenne géométrique, les minimum et maximum et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

Tableau 9. Fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la catégorie d'âge – Zone A du Feeder du Hainaut

Cat.âge	N	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA lin	PFOA ram	PFOA total	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS lin	PFHxS ram	PFHxS total	PFHpS	PFOS lin	PFOS ram	PFOS total
12-19ans	25	4,0	0,0	0,0	12,0	100,0	20,0	100,0	96,0	68,0	12,0	4,0	12,0	100,0	60,0	100,0	28,0	100,0	100,0	100,0
20-39ans	136	2,9	0,0	0,0	5,1	100,0	13,2	100,0	97,1	65,4	19,9	1,5	8,1	100,0	52,9	100,0	42,6	100,0	99,3	100,0
40-59ans	274	3,6	0,0	0,0	8,8	99,6	16,1	99,6	98,2	77,0	39,4	4,0	12,4	99,6	73,4	99,6	73,7	100,0	99,6	100,0

Vert foncé : Fréquence de quantification > 40%

Vert clair : Fréquence de quantification < 40%

Les PFAS indiqués en gras sont les PFAS analysés dans le programme BMH-Wal

5.1.2.b Distribution des concentrations en PFAS

Les distributions des concentrations des PFAS les plus quantifiés (fréquence de quantification > 40%), par classe d'âge pour la zone A du Feeder du Hainaut sont présentées sur les Figure 3 à Figure 8. Sur chaque graphique sont repris la moyenne géométrique (MG) et les percentiles (P5-25-50-75-95). Quel que soit le PFAS considéré, les adolescents et les jeunes adultes de 20-39 ans sont moins imprégnés que les adultes de 40-59 ans. Cette augmentation de la concentration sérique avec l'âge a également été observée dans le programme BMH-Wal et rapportée dans de nombreuses études (Bjeremo et al., 2013 ; Ingelido et al., 2010 ; Pirard et al., 2020). En effet, les PFAS sont connus pour se bioaccumuler au cours de la vie.

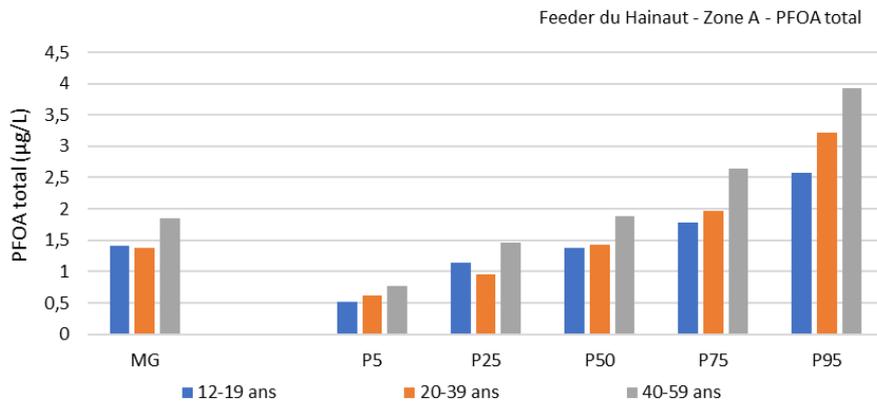


Figure 3. Moyennes géométriques et percentiles du PFOA total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut

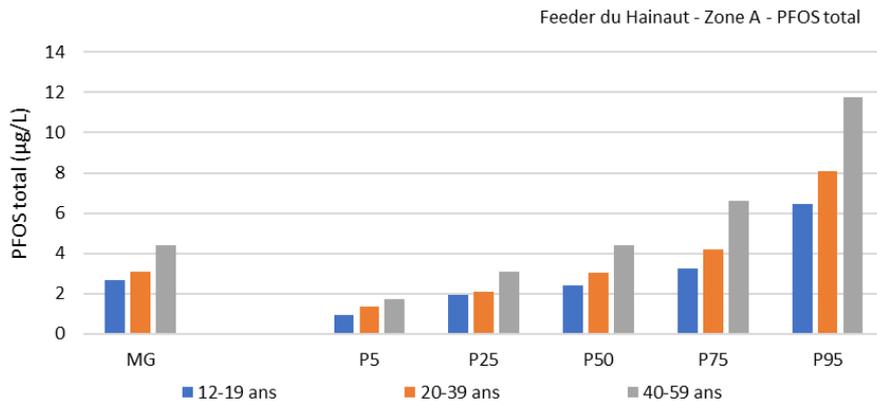


Figure 4. Moyennes géométriques et percentiles du PFOS total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut

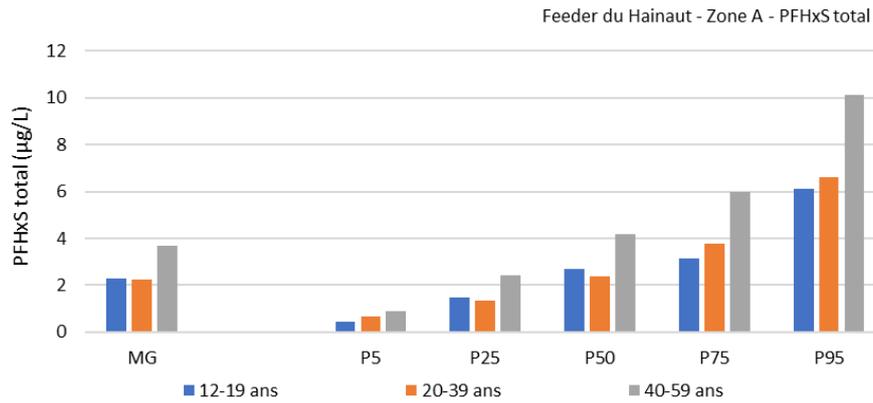


Figure 5. Moyennes géométriques et percentiles du PFHxS total, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut

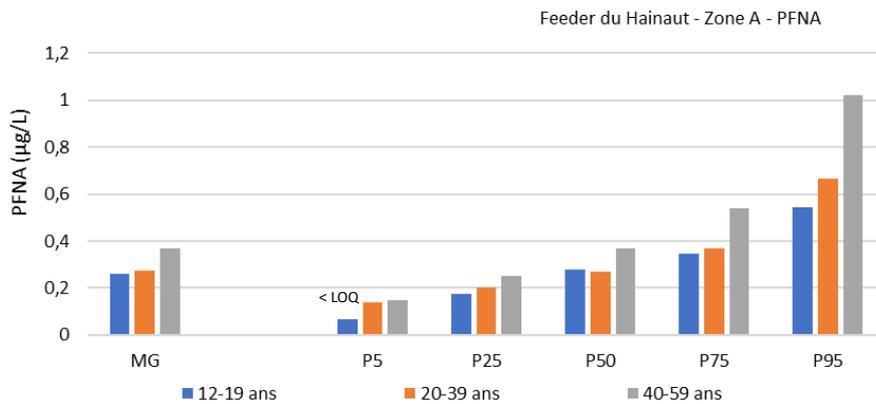


Figure 6. Moyennes géométriques et percentiles du PFNA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut

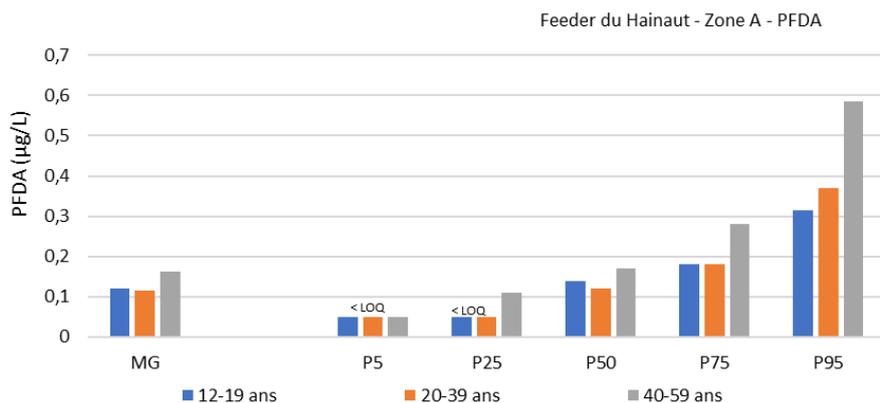


Figure 7. Moyennes géométriques et percentiles du PFDA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut

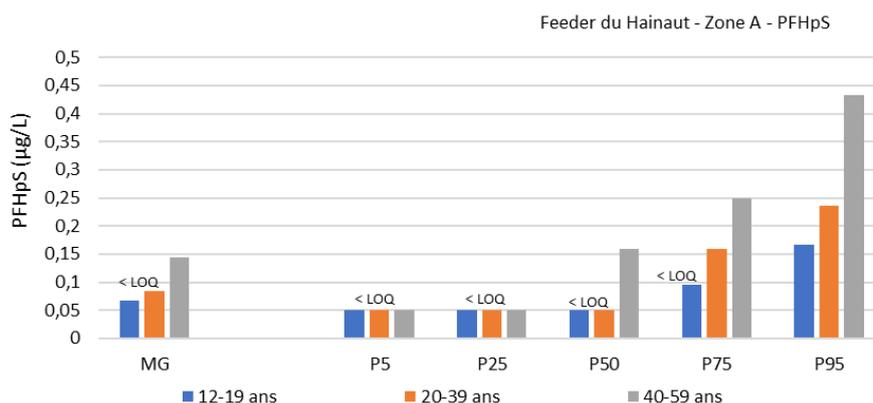


Figure 8. Moyennes géométriques et percentiles du PFHpS, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone A du Feeder du Hainaut

Sur base des données disponibles pour la zone A du Feeder du Hainaut

- PFOS, PFOA, PFHxS très fréquemment détectés, quelle que soit la catégorie d'âge
- PFHxA, PFPeA, PFBA et PFDoDA très peu voire jamais détectés
- Les plus âgés sont les plus imprégnés.
- Constat similaire fait à l'échelle de la Wallonie et d'autres études internationales, et expliqué par le fait que les PFAS sont bioaccumulés au cours de la vie.

5.1.3 Comparaison avec les valeurs de référence sanitaire

5.1.3.a Somme PFAS NAS

L'évaluation du risque sanitaire associé à l'exposition aux PFAS est basée sur l'utilisation de la somme PFAS NAS retenue par le Conseil Scientifique Indépendant PFAS (CSI, 2025). Dans le cadre de ce biomonitoring, le calcul de cette somme PFAS NAS n'est pas complet puisqu'un des PFAS repris dans la somme n'a pas été dosé, à savoir le MeFOSAA. Ainsi, les composés PFAS inclus dans la somme NAS de cette étude sont PFOA (linéaire et ramifiés), PFOS (linéaire et ramifiés), PFHxS, PFNA, PFDA et PFUnDA.

Pour rappel, deux valeurs seuils sont définies pour la somme PFAS NAS : 2 et 20 µg/l. Sous 2 µg/l, il n'y pas d'effet néfaste attendu suite à l'exposition aux PFAS. Il existe un risque d'effets indésirables, entre 2 et 20 µg/l, en particulier chez les populations sensibles, et un risque accru d'effets indésirables au-delà de 20 µg/l.

Afin de prendre en considération le "principe de précaution", lors du calcul de la somme NAS, les concentrations inférieures à la limite de quantification (<LOQ) ont été remplacées par la valeur de la LOQ, à savoir 0,1 µg/l.

La répartition des sommes PFAS NAS dans les trois catégories des participants de la zone A du Feeder du Hainaut est présentée en Figure 9. La somme PFAS NAS minimale mesurée est de 1,13 µg/l pour un homme de 40-59 ans, alors que la valeur maximale observée est de 49,31 µg/l pour une femme de cette même classe d'âge.

Tous âges et sexes confondus, 0,7 % des participants ne dépassent pas le seuil de 2 µg/l, 90,8 % se situent entre 2 et 20 µg/l et 8,5 % sont au-delà du seuil de 20 µg/l (Figure 9). En tenant compte de la

catégorie d'âge, il est observé qu'aucun homme et aucune femme âgés de 12 à 39 ans n'a une somme NAS inférieure à 2 µg/l, alors que seulement 1 femme et 2 hommes de 40-59 ans ne dépassent pas le seuil de 2 µg/l. Par ailleurs, toujours selon la classe d'âge, 91,8% à 100% des femmes et 79,7% à 100% des hommes ont une somme NAS comprise entre 2 et 20 µg/l. Enfin, le seuil de 20 µg/l n'est dépassé par aucune femme de 12 à 39 ans et aucun adolescent (homme 12-19 ans). Ce seuil est dépassé pour 3,3% des jeunes hommes (20-39 ans). Concernant les adultes âgés de 40 à 59 ans, le seuil 20 µg/l est dépassé par 7,5% des femmes et 18,8% des hommes, soit presque un homme sur cinq. Cette répartition des participants en fonction des seuils de la somme NAS, selon le sexe et l'âge, met en évidence que les participants les plus âgés sont plus nombreux à dépasser le seuil de 20 µg/l (Tableau 10).

Les statistiques descriptives de la somme NAS par catégorie d'âge et selon le sexe sont reprises en annexe. Les tableaux comprennent, les minimum-maximum, la moyenne géométrique, et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

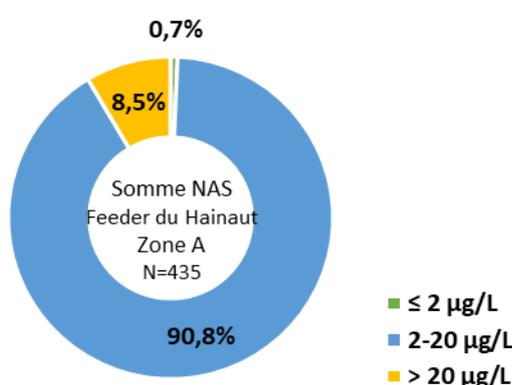


Figure 9. Répartition de la population de la zone A -Feeder du Hainaut dans les trois catégories de sommes NAS, tous âges et sexes confondus

Tableau 10: Répartition des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut dans les trois catégories « somme PFAS NAS », selon la classe d'âge et le sexe

Feeder du Hainaut - Zone A	Somme PFAS NAS - Zone A Feeder du Hainaut					
	≤2 µg/l		entre 2 et 20 µg/l		> 20 µg/l	
	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme
12-19 ans (F=12;H=13)	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%
20-39 ans (F=75;H=61)	0,0%	0,0%	100,0%	96,7%	0,0%	3,3%
40-59 ans (F=146;H=128)	0,7%	1,6%	91,8%	79,7%	7,5%	18,8%

5.1.3.b Valeur de référence sanitaire HBM I

Les imprégnations en PFOS et PFOA de la population de la zone A du Feeder du Hainaut ont été mises en perspective de leur valeur de référence sanitaire HBM I respectives, globalement et en tenant compte de la catégorie d'âge et du sexe.

Les résultats soulignent que 35,4% et 12% de l'ensemble de la population testée dans la zone A du Feeder du Hainaut dépassent respectivement les valeurs seuils HBM I pour le PFOA et le PFOS (Figure 10).

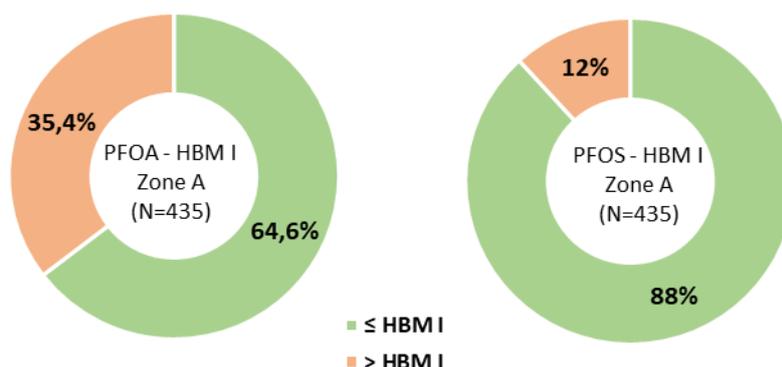


Figure 10. Pourcentage de dépassement des valeurs seuils HBM I du PFOA (gauche) et PFOS (droite) des participants de la Zone A du Feeder du Hainaut

De manière générale, les pourcentages de dépassement, quels que soient la catégorie d'âge et le sexe, se situent entre 16% et 44% pour le PFOA et entre 7% et 15% pour le PFOS (Tableau 11). Le pourcentage de dépassement des seuils HBM I augmente avec l'âge, quel que soit le sexe considéré (excepté pour le PFOS chez les femmes de 20-39 ans). Dans chacune des tranches d'âge considérées, pour le PFOA comme pour le PFOS, le pourcentage de dépassement de la VRS, HBM I, est plus élevé pour les hommes. Pour les 40-59 ans de la zone A, plus d'un homme sur deux dépasse la valeur de référence sanitaire, HBM I, pour le PFOA.

Tableau 11. Pourcentage de dépassement des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOA et le PFOS, selon la catégorie d'âge et le sexe – Zone A du Feeder du Hainaut

	> HBM I		
	PFOA		
	Femme	Homme	Tous
12-19 ans (F=12;H=13)	8%	23%	16%
20-39 ans (F=75;H=61)	13%	33%	22%
40-59 ans (F=146 ;H=128)	33%	56%	44%
	PFOS		
	Femme	Homme	Tous
12-19 ans (F=12;H=13)	8%	8%	8%
20-39 ans (F=75;H=61)	4%	10%	7%
40-59 ans (F=146 ;H=128)	12%	17%	15%

Sur base des données disponibles, pour la zone A du Feeder du Hainaut

- 8,5 % des participants dépassent le seuil santé 'somme NAS' de 20 µg/l dans le sang (sérum) retenu par le CSI au-delà duquel il y a un risque accru d'effets indésirables. 90,8 % se situent entre 2 et 20 µg/l et 0,7% ne dépassent pas le premier seuil (2 µg/l).
- Pour les composés linéaires du PFOS et du PFOA, un peu plus d'un participant sur 3 (35,4%) a une valeur supérieure à la valeur-guide HBM I pour le PFOA, et un peu plus d'un sur 10 pour le PFOS (12%).
- De manière générale, les classes d'âges les plus âgées ont tendance à davantage dépasser les valeurs seuils santé que les plus jeunes. Ce même constat est aussi observé entre les hommes et les femmes, plus de dépassements chez les hommes.

5.1.4 Comparaison avec la population générale wallonne

La comparaison des imprégnations en PFAS entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population générale wallonne BMH-Wal tient compte également du sexe, étant donné que des différences significatives entre hommes et femmes ont, généralement, été observées dans l'étude BMH-Wal (Jacques *et al.*, 2023a,b,c, Jacques *et al.*, 2025). La comparaison a été effectuée à l'aide de tests statistiques de Mann-Whitney.

5.1.4.a Comparaison des concentrations sériques

La comparaison des imprégnations entre les deux populations a été réalisée sur 5 PFAS. Les PFHpA et PFHxA ayant été très peu quantifiés dans les deux populations (Jacques *et al.*, 2023c, Jacques *et al.*, 2025), aucune analyse statistique n'a été possible pour ces composés. Les résultats de cette analyse comparative ont mis en évidence que les concentrations en PFOA linéaire sont significativement 1,3 à 1,9 fois plus élevées chez les habitants de la zone A du Feeder du Hainaut par rapport à la population générale wallonne, pour les trois classes d'âge considérées, quel que soit le sexe sauf pour les adolescentes (Figure 11). Il n'y a pas de différence significative pour le PFOS linéaire, excepté pour les femmes de 40 à 59 ans de la zone A du Feeder du Hainaut qui sont 1,3 fois plus imprégnées que les femmes wallonnes du même âge (Figure 12). De plus, les concentrations en PFHxS sont significativement 3,5 à 5,7 fois plus élevées chez les habitants de la zone A du Feeder du Hainaut que celles de la population générale wallonne, selon la classe d'âge (Figure 13).

Enfin, aucune différence significative d'imprégnation en PFNA et PFDA n'a été mise en évidence entre les deux populations étudiées, sauf chez les femmes de 20 à 39 ans (Figure 14, Figure 15).

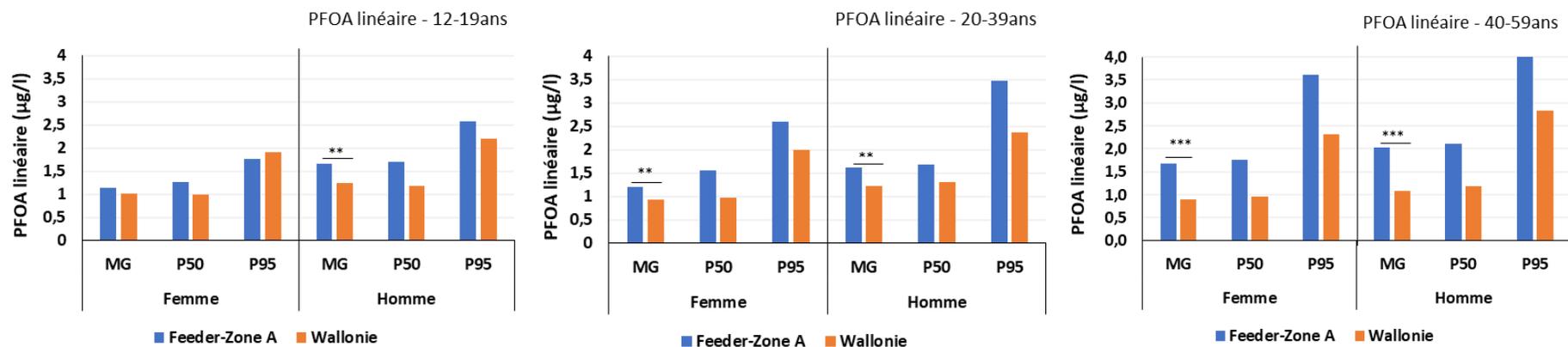


Figure 11: Comparaison des imprégnations en PFOA linéaire entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95

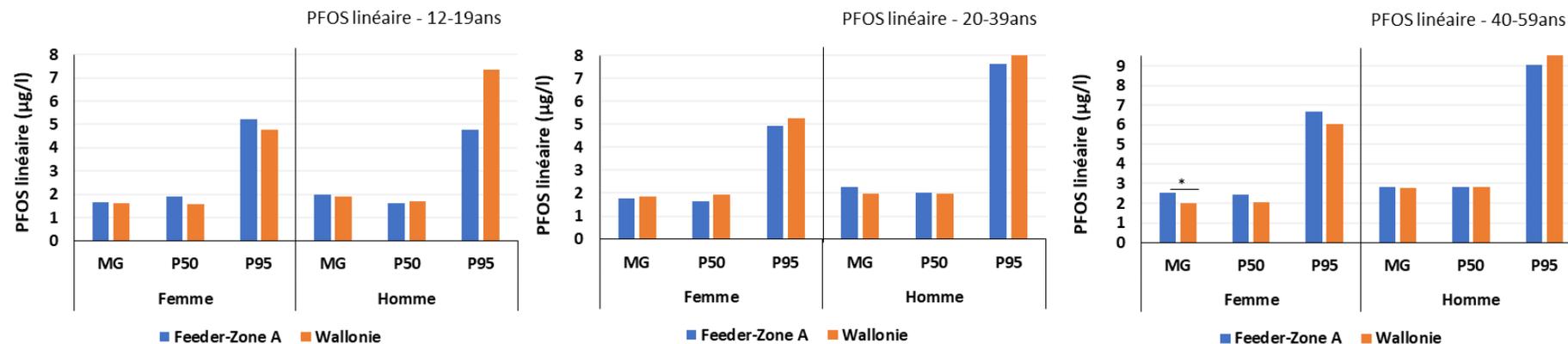


Figure 12: Comparaison des imprégnations en PFOS linéaire entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95

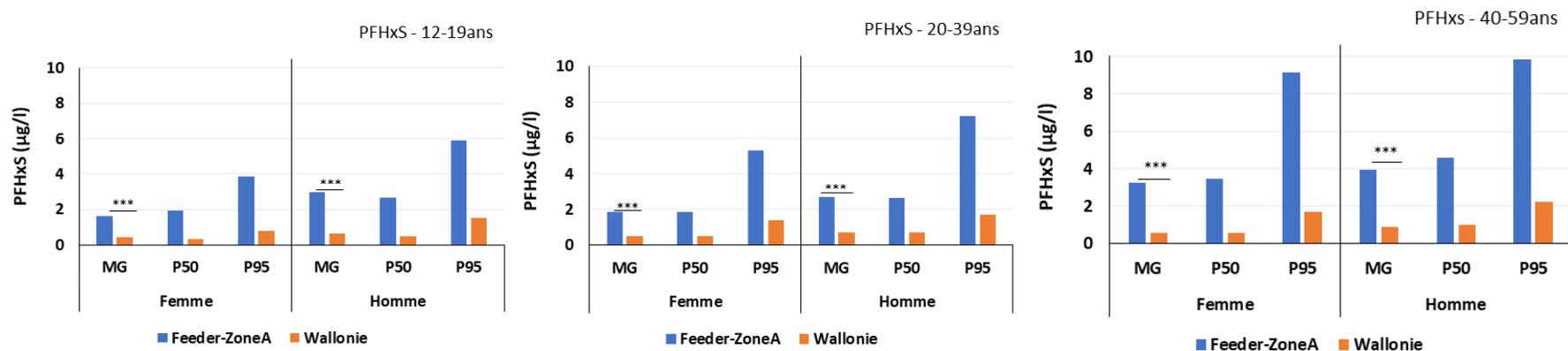


Figure 13. Comparaison des imprégnations en PFHxS entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

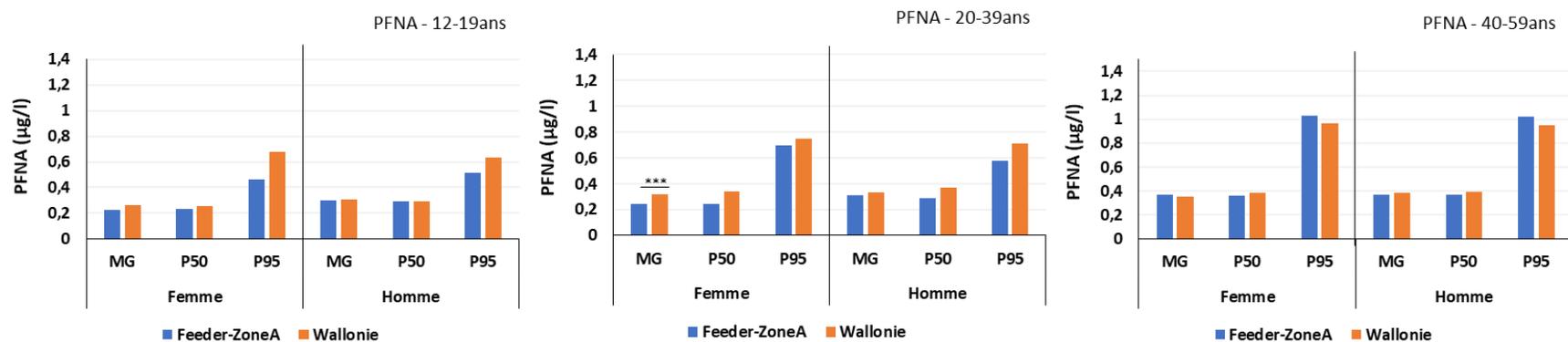


Figure 14. Comparaison des imprégnations en PFNA entre les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

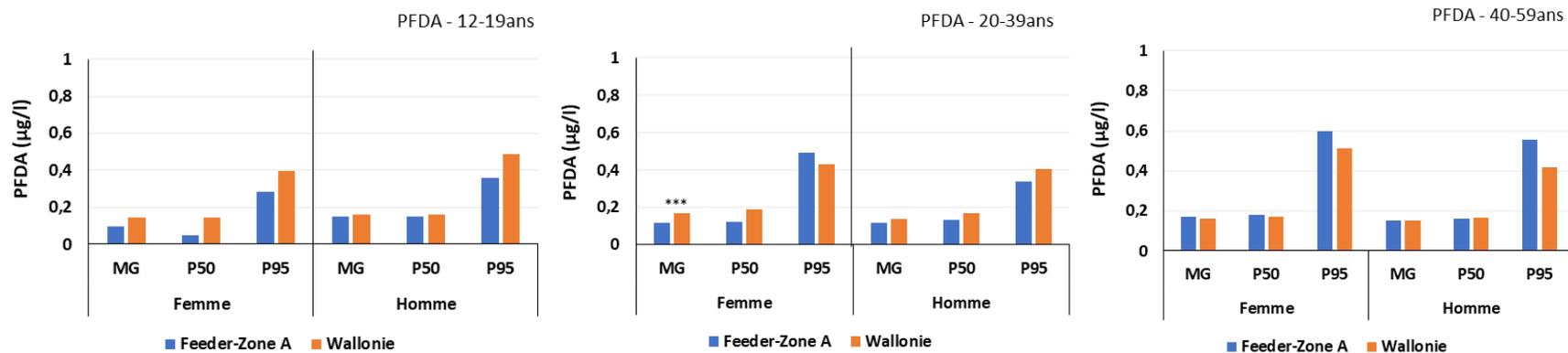


Figure 15. Comparaison des imprégnations en PFDA entre les résidents de zone A du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

Enfin, quelles que soient la population étudiée et la catégorie d'âge, les résultats obtenus soulignent que les hommes tendent à avoir des concentrations en PFAS plus élevées que les femmes adultes (notamment PFHxS, PFOS et PFOA). Cette observation est similaire à celle faite dans de nombreuses études de biomonitoring (Jacques et al., 2023c, 2025 ; Bartolomé et al., 2017 ; Bjeremo et al., 2013 ; Schoeters et al., 2022 ; Ingelido et al., 2010 ; Pirard et al., 2020). Dans son rapport (mai 2025), le Conseil Scientifique Indépendant indique que *les taux de PFAS diminuent plus rapidement chez les femmes que chez les hommes, ceci s'expliquerait par les menstruations, mais également par des différences au niveau de l'élimination rénale. Les menstruations étant suspectées de favoriser l'élimination des PFAS chez la femme, une causation inverse est également envisagée pour expliquer, au moins en partie, les résultats des études associant exposition aux PFAS et survenue de ménarche ou de ménopause précoce (Knox et al., 2011; Taylor et al., 2014) (CSI, 2025).*

Bien que l'analyse comparative ait mis en évidence des différences significatives entre les concentrations en PFAS mesurées chez les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et celles de la population générale wallonne (BMH-Wal), notamment pour PFOA linéaire et PFHxS, il sera intéressant d'aller plus loin dans l'analyse statistique des données collectées de l'étude BMH-PFAS, par l'exploitation des réponses au questionnaire que chaque participant a complété. Ce travail constituera la prochaine étape du projet qui permettra d'établir des modèles statistiques plus précis et pertinents (à l'aide d'analyses multivariées) et ainsi de rechercher les déterminants d'imprégnation.

5.1.4.b Comparaison des dépassements des valeurs de référence d'exposition (VR95)

Des analyses statistiques ont été effectuées afin d'évaluer si les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut sont significativement surexposés, par rapport à la population témoin. Les analyses ont été faites par catégorie d'âge et en tenant compte du sexe mais également en regroupant les hommes et les femmes.

Les résultats mettent en évidence une surexposition significative au PFHxS chez les habitants de la zone A du Feeder du Hainaut par rapport à la population générale wallonne (Tableau 12), quels que soient la catégorie d'âge et le sexe. Par ailleurs, une surexposition au PFOA linéaire de la population de la zone étudiée par rapport à la population générale wallonne est également observée pour la classe d'âge 40-59 ans (hommes et femmes confondus) et chez les jeunes hommes (20-39 ans). En d'autres termes, ces résultats soulignent que le nombre de résidents de la zone A du Feeder du Hainaut dépassant les valeurs de référence d'exposition du PFHxS et PFOA linéaire est plus important que celui dans la population générale wallonne.

Par ailleurs, aucune surexposition statistiquement significative des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut n'a été mise en évidence pour les composés PFHpA, PFNA, PFOS et PFDA, en comparaison à la population générale wallonne.

Tableau 12. Comparaison de la proportion de dépassements des valeurs de référence d'exposition de chaque PFAS dans les deux populations étudiées (zone A du Feeder du Hainaut et BMH-Wal), selon la catégorie d'âge et le sexe. Les dépassements sont exprimés en pourcentage. Le nombre de personnes dépassant la VR95 (ou P95) et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Z-test ou test exact de Fisher ($p < 0.001$)

		12-19ans			20-39ans			40-59ans		
		Wallonie	Zone A - Feeder	P-value	Wallonie	Zone A - Feeder	P-value	Wallonie	Zone A - Feeder	P-value
PFHpA	Femme ^A	3,6% (5/137)	0% (0/12)	0,989	3,9% (6/152)	2,7% (2/75)	0,0808	0% (0/157)	6,8% (10/146)	0,001
	Homme ^A	5,0% (7/139)	7,7% (1/13)	0,364	0% (0/103)	4,9% (3/61)	0,500	0,7% (1/145)	10,2% (13/128)	0,0001
	Tous ^B	10,1% (28/276)	12% (3/25)	0,392	2,4% (6/255)	1,5% (2/136)	0,735	0,3% (1/302)	8,4% (23/274)	<0,0001
PFHxS	Femme ^A	5,1% (7/137)	75% (9/12)	<0,0001	5,3% (8/152)	66,7% (50/75)	<0,0001	5,1% (8/157)	83,6% (122/146)	<0,0001
	Homme ^A	5% (7/139)	76,9% (10/13)	<0,0001	5,8% (6/103)	77% (47/61)	<0,0001	5,5% (8/145)	78,9% (101/128)	<0,0001
	Tous ^B	6,1% (17/276)	76% (19/25)	<0,0001	5,5% (14/255)	31,6% (43/136)	<0,0001	5,3% (16/302)	82,5% (226/274)	<0,0001
PFOA _{lin}	Femme ^A	5,1% (7/137)	8,3% (1/12)	0,347	5,3% (8/152)	12% (9/75)	0,018	4,5% (7/157)	20,5% (50/146)	<0,0001
	Homme ^A	5% (7/139)	23,1% (3/13)	0,064	5,8% (6/103)	18% (11/61)	0,001	5,5% (8/145)	26,6% (34/128)	<0,0001
	Tous ^B	5,8% (16/276)	16% (4/25)	0,086	5,5% (14/255)	6,6% (99/136)	0,330	5% (15/302)	26,6% (73/274)	<0,0001
PFNA	Femme ^A	5,1% (7/137)	0% (0/12)	0,997	4,6% (7/152)	5,3% (4/75)	0,269	5,1% (8/157)	6,2% (9/146)	0,344
	Homme ^A	5% (7/139)	0% (0/13)	0,997	4,9% (5/103)	1,6% (1/61)	0,493	4,8% (7/145)	7,8% (10/128)	0,157
	Tous ^B	3,2% (9/276)	0% (0/25)	0,999	4,7% (12/255)	2,9% (4/136)	0,816	5% (15/302)	6,6% (18/274)	0,206
PFOS _{lin}	Femme ^A	5,1% (7/137)	0% (0/12)	0,960	5,3% (8/152)	4% (3/75)	0,998	5,1% (8/157)	5,5% (8/146)	0,441
	Homme ^A	5% (7/139)	0% (0/13)	0,997	5,8% (6/103)	3,3% (2/61)	0,286	5,5% (8/145)	4,7% (6/128)	0,622
	Tous ^B	5,4% (15/276)	4% (1/25)	0,635	5,5% (14/255)	1,5% (2/136)	0,989	5,3% (16/302)	5,5% (15/274)	0,463
PFDA	Femme ^A	5,1% (7/137)	0% (0/12)	0,997	4,6% (7/152)	6,7% (5/75)	0,269	5,1% (8/157)	6,8% (10/146)	0,260
	Homme ^A	5% (7/139)	0% (0/13)	0,997	5,8% (6/103)	1,6% (1/61)	0,931	4,1% (6/145)	11,7% (15/128)	0,011
	Tous ^B	5,4% (15/276)	4% (1/25)	0,635	5,1% (13/255)	3,7% (5/136)	0,749	4,6% (14/302)	6,6% (18/274)	0,158

^A Les comparaisons ont été faites avec les valeurs P95 respectives de chaque groupe (âge et sexe) déterminées dans BMH-Wal

^B Les comparaisons ont été faites avec les valeurs de référence d'exposition (VR95) respectives déterminées dans BMH-Wal

Pour PFHpA, les comparaisons ont été faites avec la valeur de 0,1 µg/L (=valeur de la LOQ) car une VR95 n'a pas pu être déterminée en raison d'un trop grand nombre de résultats <LOQ.

Les valeurs en grisé sont indicatives car les P95 déterminés dans BMH-Wal sont inférieurs à la LOQ ou qu'une VR95 n'a pas pu être déterminée.

Les p-value en gras indiquent que la différence entre les deux populations (groupes) testées est statistiquement significative.

5.1.4.c Comparaison de la distribution des populations par rapport aux valeurs seuils santé de la somme PFAS NAS

Pour rappel, le CSI a retenu, mi-avril 2024, la somme PFAS NAS comme valeur de référence sanitaire, qui comporte deux seuils : 2 µg/l et 20 µg/l. Dans cette partie de l'analyse descriptive des résultats, une comparaison de la distribution des résidents de la zone du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, par rapport à ces deux valeurs seuils de la somme PFAS NAS a été effectuée. Cette analyse statistique a permis d'évaluer la similarité ou la différence de répartition des habitants de chaque population, par rapport aux deux valeurs seuils délimitant 3 groupes : ≤ 2 µg/l, 2 à 20 µg/l et > 20 µg/l (Tableau 13).

Il est important de noter que lors de l'étude BMH-Wal, 4 composés PFAS repris dans le calcul somme PFAS NAS n'ont été pas dosés (à savoir : MeFOSAA, PFOA linéaire, PFOS ramifiés et PFOA ramifiés). De ce fait, une somme PFAS NAS modifiée¹², appelé par la suite somme PFAS NASwal, a été recalculée pour tenir compte de cette différence et donc ne prenant que les PFAS communs entre les deux études. Pour cette comparaison, les sommes NASwal ont ainsi été calculées en additionnant les concentrations des PFAS suivants : PFHxS linéaire, PFOA linéaire, PFOS linéaire, PFNA et PFDA. De plus, afin d'appliquer le principe de précaution, les concentrations en PFAS inférieures à la LOQ ont été remplacées par la valeur LOQ de l'étude respective.

Les résultats de cette analyse soulignent que la répartition des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut dans les 3 groupes NAS est significativement différente de la répartition dans la population générale wallonne pour les adultes de 40 à 59 ans. Dans ce groupe, il y a plus de résidents de la zone A dans la catégorie > 20 µg/L et moins dans la catégorie ≤ 2 µg/l en comparaison à la population générale wallonne. Pour les jeunes adultes (20-39 ans), des différences, sans être statistiquement significatives, sont observées principalement chez les femmes entre le groupe NAS ≤ 2 µg/l et 2-20 µg/l où les résultats soulignent qu'il y a plus de résidents de la zone A du Feeder du Hainaut dans la catégorie NAS 2-20 µg/l que dans la catégorie < 2 µg/l en comparaison à la population générale. Ces tendances ne s'observent pas chez les adolescents (12-19 ans), sans doute en raison d'un effectif trop faible.

¹² Les sommes PFAS NAS analysés dans ce chapitre sont différentes des précédentes car le nombre de PFAS inclus dans le calcul diffère. De ce fait, aucune comparaison des données du tableau NAS précédent ne peut être faite.

Tableau 13. Comparaison de la répartition des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, dans les trois groupes de la somme PFAS NASwal ($\leq 2 \mu\text{g/L}$, $2-20 \mu\text{g/L}$, $>20 \mu\text{g/L}$) selon la catégorie d'âge et le sexe. Les proportions sont exprimées en pourcentage, le nombre de personnes présentes dans la catégorie concernée et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Test du Chi^2 ou test exact de Fisher ($p < 0,001$).

Groupe NAS	12-19ans			20-39ans			40-59ans			
	Wallonie	Feeder-Zone A	P-value	Wallonie	Feeder-Zone A	P-value	Wallonie	Feeder-Zone A	P-value	
Femme	$\leq 2 \mu\text{g/L}$	8% (11/137)	8% (1/12)	7,9% (12/152)	0% (0/75)		8,3% (13/157)	0,7% (1/146)		
	$2-20 \mu\text{g/L}$	90,5% (124/137)	92% (11/12)	0,915	91,4% (139/152)	100% (75/75)	0,023	90,4% (142/157)	95,2% (139/146)	<0,0001
	$>20 \mu\text{g/L}$	1,5% (2/137)	0% (0/12)		0,7% (1/152)	0% (0/75)		1,3% (2/157)	4,1% (6/146)	
Homme	$\leq 2 \mu\text{g/L}$	1,4% (2/139)	0% (0/13)	2,9% (3/103)	0% (0/61)		3,4% (5/145)	1,6% (2/128)		
	$2-20 \mu\text{g/L}$	95,7% (133/139)	100% (13/13)	0,747	96,1% (99/103)	96,7% (59/61)	0,636	96,6% (140/145)	92,2% (118/128)	0,006
	$>20 \mu\text{g/L}$	2,9% (4/139)	0% (0/13)		1% (1/103)	3,3% (2/61)		0% (0/145)	6,3% (8/128)	
Tous	$\leq 2 \mu\text{g/L}$	4,7% (13/276)	4% (1/25)	5,9% (15/255)	0% (0/136)		6% (18/302)	1,1% (3/274)		
	$2-20 \mu\text{g/L}$	92,1% (257/279)	96% (24/25)	0,745	93,3% (238/255)	98,5% (134/136)	0,031	93,4% (282/302)	93,8% (257/274)	<0,0001
	$>20 \mu\text{g/L}$	2,2% (6/276)	0% (0/25)		0,8% (2/255)	1,5% (2/136)		0,6% (2/302)	5,1% (14/274)	

PFAS inclus de cette somme PFAS NASwal : PFOA linéaire, PFOS linéaire, PFHxS linéaire, PFNA, PFDA

Les p-value en gras indiquent que la différence entre les deux populations testées est statistiquement significative

5.1.4.d *Corrélations entre les imprégnations en PFAS*

Des analyses de corrélations entre les imprégnations en PFAS pour les 3 classes d'âges de la zone A du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, à l'aide de corrélations de Spearman, ont été réalisées (Figure 16). Ces analyses ont été réalisées sur les 5 PFAS mesurés dans les 2 études BMH-PFAS et BMH-Wal, à savoir : PFHxS, PFOA linéaire, PFNA, PFOS linéaire et le PFDA. Le PFHpA et PFHxA ayant été très peu quantifiées dans ces études, l'analyse de corrélations n'a pas tenu compte de ces deux composés.

De fortes corrélations des imprégnations en PFAS chez les résidents de la zone étudiée en comparaison à la population générale wallonne pourraient être en lien avec un source commune de contamination, alors que les corrélations moindres en population générale wallonne pourraient traduire une exposition aux PFAS via des sources multiples.

L'analyse de corrélations dans la zone A du Feeder du Hainaut montre des corrélations significatives entre l'ensemble des imprégnations en PFAS, quelle que soit la classe d'âge, notamment pour les composés PFNA, PFDA, PFOS linéaire. Par ailleurs, les composés PFHxS et PFOA linéaire semblent très fortement corrélés entre eux mais très peu corrélés aux autres composés PFAS, pour l'ensemble des classes d'âge.

En comparaison, les corrélations entre PFAS établies dans la population générale wallonne sont moins importantes que celles de la zone A du Feeder du Hainaut, quelle que soit la classe d'âge, excepté pour le PFHxS qui semble plus corrélé aux autres composés PFAS analysés, dans la population générale (Figure 16).

Les fortes corrélations entre imprégnations en PFAS dans la zone A du Feeder du Hainaut pourraient être en lien avec des sources communes de contamination pour les composés PFNA, PFDA et PFOS linéaire d'une part et PFOA linéaire et PFHxS d'autre part, alors que les corrélations moindres et 'plus homogènes' en population générale wallonne pourraient traduire une exposition aux PFAS via des sources multiples pour l'ensemble des composés PFAS.

Cependant, les résultats de corrélations doivent être investigués davantage, notamment avec l'analyse des questionnaires remplis par les participants, afin de déterminer si possible, les facteurs explicatifs de leur exposition.

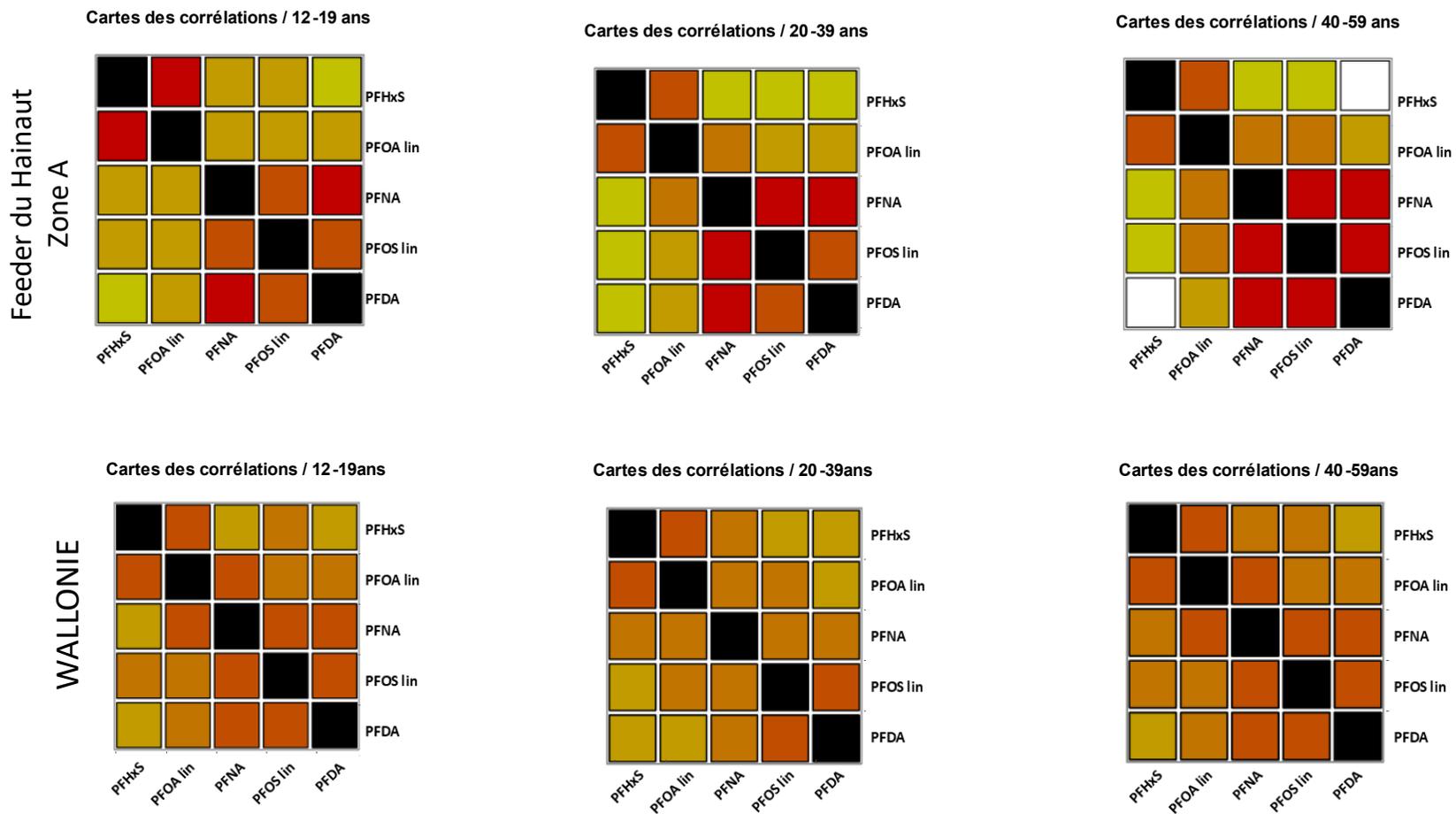


Figure 16: Corrélations entre les imprégnations en PFAS mesurées dans le sang des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut (haut) et de la population générale wallonne (bas) pour adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans). Corrélation de Spearman ($p < 0,05$). La couleur représente l'intensité de la corrélation (plus la case est rouge, plus la corrélation est forte ; plus la case est jaune-vert, plus la corrélation est faible).

Sur base des données disponibles pour la zone A du Feeder du Hainaut

- L'analyse comparative avec la population wallonne a été menée pour les catégories d'âge investiguées dans cette étude : 12-19 ans, 20-39 ans et 40-59 ans.
- Les adolescents (12-19 ans) et les adultes (20-59 ans) de la zone A du Feeder du Hainaut sont 1,3 à 1,9 fois plus imprégnés en PFOA (sauf les adolescentes) et 3,5 à 5,7 fois plus imprégnés en PFHxS que la population générale wallonne. Il n'y a pas de différence d'imprégnation en PFOS entre les deux populations (sauf chez les femmes 40-59 ans).
- La population de la zone A du Feeder du Hainaut dépasse significativement plus la valeur de référence d'exposition (VR95) du PFHxS que la population générale wallonne, quelle que soit la classe d'âge.
- Il y a significativement plus de dépassements de valeurs seuils santé dans la population de la zone A du Feeder du Hainaut que la population wallonne, pour les adultes (20 à 59 ans).
- Certaines imprégnations en PFAS montrent de fortes corrélations entre elles (PFOS lin-PFNA-PFDA et PFHxS-PFOA lin) chez les résidents de la zone A du Feeder du Hainaut en comparaison à la population générale wallonne, suggérant une exposition via plusieurs sources de contamination.

5.1.5 Profils PFAS dans le sang des résidents et eau de distribution

Depuis décembre 2023, plus aucun dépassement de la norme PFAS-20, entrée en vigueur depuis le 20 février 2025, n'est constaté dans les eaux de distribution en Wallonie. L'étude BMH-PFAS a été lancée, en décembre 2023, suite à des problèmes antérieurs de dépassement de cette limite dans l'eau de distribution alimentant des communes wallonnes.

Une approche préliminaire de comparaison du profil PFAS de l'eau distribuée dans la zone concernée et du profil PFAS des résidents de cette zone permettrait d'apporter un premier éclairage sur l'impact de ces dépassements sur la population desservie par cette eau. Cela permettrait également d'évaluer si l'eau de distribution pouvait être une source d'exposition mais sans toutefois pouvoir apporter la preuve irréfutable du lien de causalité. En effet, les PFAS sont omniprésents dans notre quotidien et les sources d'exposition à ces substances sont donc multiples. Il est indispensable de pousser l'exploitation et l'analyse des données plus loin, en réalisant une étude statistique complète croisant les données d'imprégnation de la population avec les variables issues du questionnaire rempli par chaque participant. Cette analyse est en cours et permettra probablement d'apporter des réponses plus précises quant aux sources d'exposition aux PFAS de la population de la zone A du Feeder du Hainaut.

Les données d'analyse d'eau 'PFAS', les plus anciennes, pour les zones de distribution d'eau (ZDE) desservies par le Feeder du Hainaut datent au mieux de septembre 2023 (pour la zone A, 25/09/2023), suite au monitoring (eau du robinet) des eaux distribuées en Wallonie pour évaluer la teneur en PFAS. Cette absence d'un historique de données antérieures à septembre 2023 ainsi que les différents scénarios d'alimentation de chaque ZDE desservie par l'adduction 'Feeder du Hainaut' ne permettent, cependant, pas de dresser un profil tangible de l'eau ayant alimentée les résidents de ces ZDE.

Le profil PFAS moyen dans le sang des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut est présenté à la Figure 17. Ces profils mettent en évidence la présence, essentiellement, de 3 PFAS dans le sang, à savoir : PFHxS (40%), PFOA (31%), PFOS (20%). Les profils PFAS selon la classe d'âge sont présentés en annexe.

Ces signatures (concentrations relatives) des PFAS dans le sang des résidents de la zone desservie par cette eau doivent être investiguées plus en détail en considérant les propriétés physicochimiques (ex. volatilité, dégradabilité) et toxicocinétiques (absorption, distribution, métabolisme et élimination des PFAS dans l'organisme) mais également à travers l'analyse des questionnaires remplis par les participants, qui permettront d'évaluer les différentes sources possibles d'exposition aux PFAS.

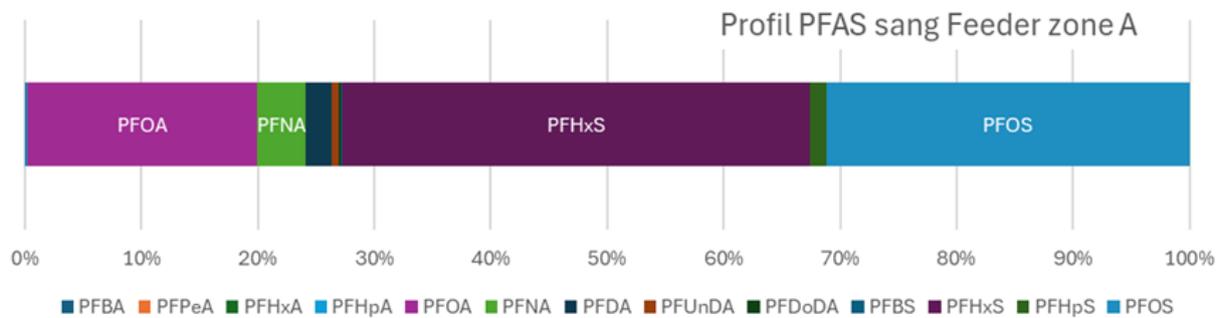


Figure 17: Profil moyen de l'imprégnation en PFAS des résidents de la zone A du Feeder du Hainaut

5.2 Feeder du Hainaut- Zone B

Pour rappel, aujourd’hui, cette zone est alimentée par un mélange d’eau dont 40 % vient du Feeder du Hainaut. Avant novembre 2023, cette part était plus importante, à savoir de l’ordre de 60 à 80%.

5.2.1 Description de la population testée

Au total, 291 habitants dans la zone B du Feeder du Hainaut ont participé à l’étude. La répartition de la population échantillonnée dans la zone B selon la catégorie d’âge et le sexe est présentée dans le Tableau 14 et la Figure 18. Les adolescents, 12-19 ans, sont très peu représentés. Dans les classes d’âge 20-39 ans et 40-59 ans, les femmes sont plus nombreuses. Le rapport homme/femme (40/60) est légèrement déséquilibré en faveur des femmes.

Tableau 14: Répartition des participants de la zone B – Feeder du Hainaut par catégorie d’âge et selon le sexe

Catégorie d’âge	Femme	Homme
12-19ans	N=12	
	41,7%	58,3%
20-39ans	N=100	
	59%	41%
40-59ans	N=179	
	58,1%	47,4%

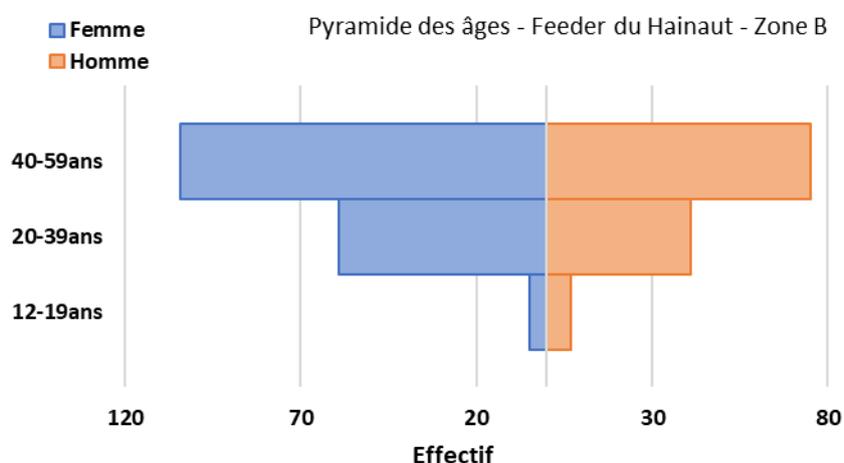


Figure 18. Pyramide des âges des participants de la zone B du Feeder du Hainaut

- **291 résidents de la zone B du Feeder du Hainaut ont participé.**
- **La parité femme/homme est moyennement respectée. Déséquilibre en faveur des femmes**
- **La catégorie d’âge '40-59 ans' est la plus représentée. Les adolescents, 12-19 ans, les moins nombreux**

5.2.2 Description des concentrations en PFAS de la population de la zone B du Feeder du Hainaut (intra-zone)

Ce sous-chapitre présente les résultats du dosage des PFAS recherchés dans le sang des participants de la zone B du Feeder du Hainaut, avec une interprétation des résultats de la zone, y compris vis-à-vis des valeurs de référence sanitaire.

Vu l'effectif réduit pour la catégorie d'âge, 12-19 ans, l'interprétation issue du traitement des données doit être lue avec précaution, pour la zone B du Feeder du Hainaut.

5.2.2.a Fréquence de quantification

Les fréquences de quantification (%N>LOQ) des prélèvements de sang veineux sont reprises dans le Tableau 15. Sur les 19 composés PFAS analysés, 6 sont peu ou pas retrouvés dans le sang des habitants de la zone B, quel que soit l'âge (%N>LOQ inférieur à 10%, sauf pour le PFHpA, PFDoDA et PFBS chez les adolescents). Il s'agit du PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFDoDA et PFBS. A l'opposé, 8 composés PFAS sont retrouvés chez la grande majorité des participants, des plus jeunes aux plus âgés (%N>LOQ supérieur à 95%, voire égal à 100%). Il s'agit du PFOA (linéaire et total), du PFHxS (linéaire et total), PFOS (linéaire, ramifiés et total) et le PFNA. Enfin, les PFDA, PFHxS ramifiés et PFHpS sont également quantifiés dans la plupart des échantillons.

Toutes les statistiques descriptives, pour les 19 composés PFAS analysés dans les échantillons prélevés par prise de sang veineux, par catégorie d'âge et selon le sexe, sont reprises en annexe. Ces tableaux comprennent, pour chaque PFAS, la moyenne géométrique, les minimum et maximum et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

Tableau 15. Fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la catégorie d'âge – Zone B du Feeder du Hainaut

Cat.âge	N	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA lin	PFOA ram	PFOA total	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS lin	PFHxS ram	PFHxS total	PFHpS	PFOS lin	PFOS ram	PFOS total
12-19ans	12	0,0	0,0	0,0	16,7	100,0	25,0	100,0	91,7	58,3	16,7	16,7	16,7	100,0	58,3	100,0	50,0	100,0	91,7	100,0
20-39ans	100	3,0	0,0	0,0	2,0	100,0	8,0	100,0	98,0	70,0	21,0	1,0	6,0	100,0	43,0	100,0	45,0	100,0	99,0	100,0
40-59ans	179	4,5	0,0	0,0	6,7	100,0	14,5	100,0	98,9	89,4	42,5	3,9	8,4	100,0	72,1	100,0	78,2	100,0	99,4	100,0

Vert foncé: Fréquence de quantification > 40%

Vert clair : Fréquence de quantification < 40%

Les PFAS indiqués en gras sont les PFAS analysés dans le programme BMH-Wal

5.2.2.b Distribution des concentrations en PFAS

Les distributions des concentrations des PFAS les plus quantifiés (fréquence de quantification > 40%) dans les prélèvements de sang veineux, par classes d'âge pour la zone B du Feeder du Hainaut sont présentées sur les Figure 19 à Figure 24. Sur chaque graphique sont repris la moyenne géométrique (MG) et les percentiles (P5-25-50-75-95).

Quel que soit le PFAS considéré, les adultes de 40-59 ans sont les plus imprégnés, alors que les adolescents et les jeunes adultes ont des imprégnations relativement similaires. Cette augmentation de la concentration sérique avec l'âge a également été observée dans le programme BMH-Wal et rapportée dans de nombreuses études (Bjermo et al., 2013 ; Ingelido et al., 2010 ; Pirard et al., 2020). En effet, les PFAS sont connus pour se bioaccumuler au cours de la vie.

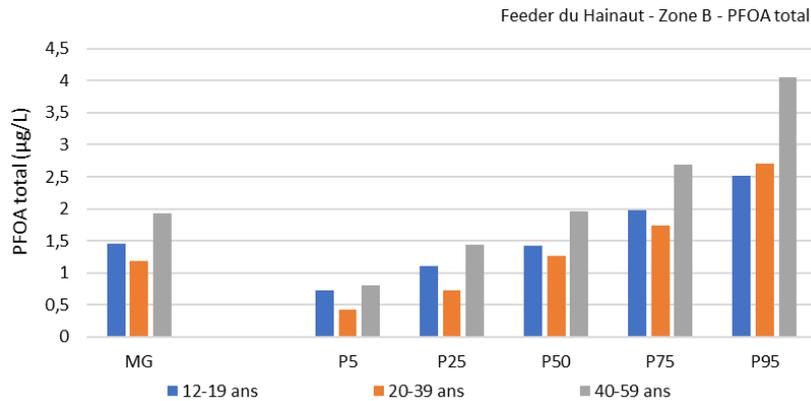


Figure 19. Moyennes géométriques et percentiles du PFOA total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut

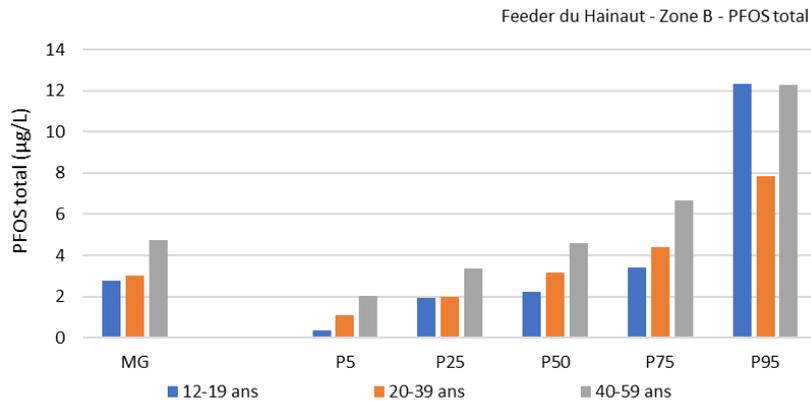


Figure 20. Moyennes géométriques et percentiles du PFOS total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut

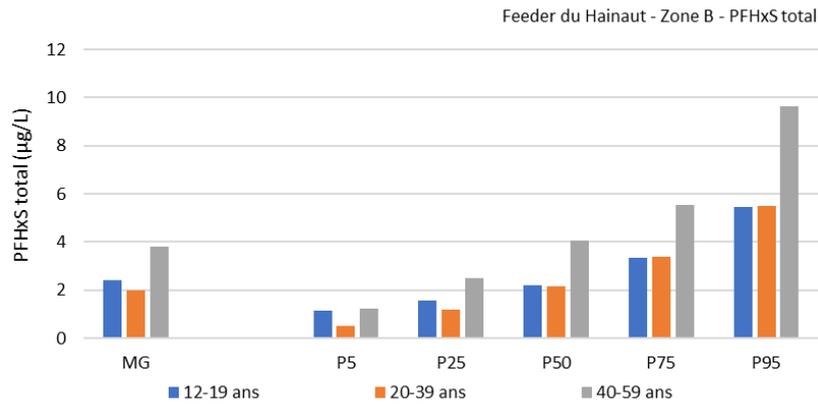


Figure 21. Moyennes géométriques et percentiles du PFHxS total, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut

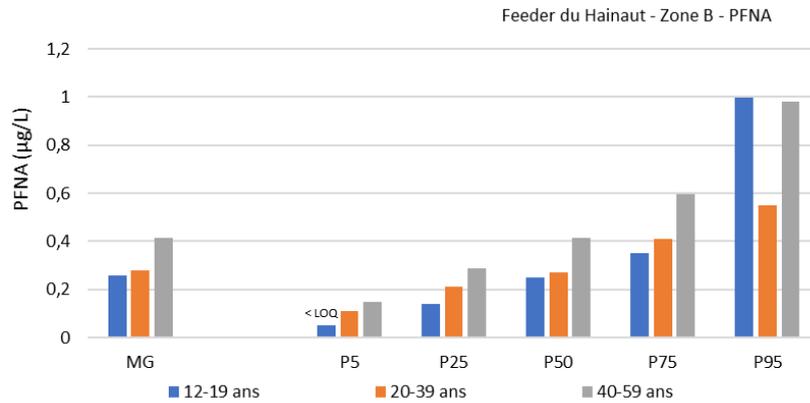


Figure 22. Moyennes géométriques et percentiles du PFNA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut

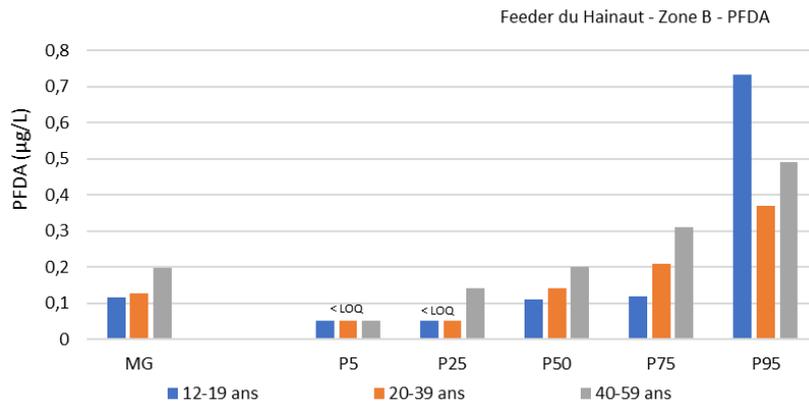


Figure 23. Moyennes géométriques et percentiles du PFDA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut

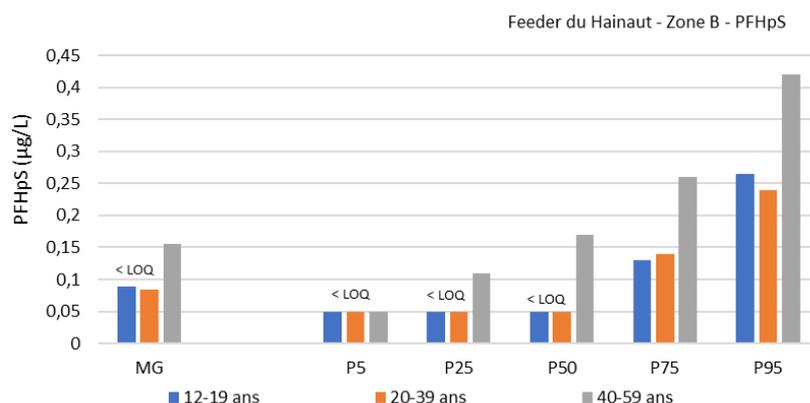


Figure 24. Moyennes géométriques et percentiles du PFHpS, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone B du Feeder du Hainaut

Sur base des données disponibles pour la zone B du Feeder du Hainaut

- PFOS, PFOA, PFHxS très fréquemment détectés, quelle que soit la catégorie d'âge
- PFHxA, PFHpA, PFPeA, PFBA, PFBS et PFDoDA très peu voire jamais détectés, excepté chez les 12-19 ans
- Les plus âgés sont les plus imprégnés
- Constat similaire fait à l'échelle de la Wallonie et d'autres études internationales, et expliqué par le fait que les PFAS sont bioaccumulés au cours de la vie.

5.2.3 Comparaison avec les valeurs de référence sanitaire

5.2.3.a Somme PFAS NAS

L'évaluation du risque sanitaire associé à l'exposition aux PFAS est basée sur l'utilisation de la somme PFAS NAS retenue par le Conseil Scientifique Indépendant PFAS (CSI, 2025). Dans le cadre de ce biomonitoring, le calcul de cette somme PFAS NAS n'est pas complet puisqu'un des PFAS repris dans la somme n'a pas été dosé, à savoir le MeFOSAA. Ainsi, les composés PFAS inclus dans la somme NAS de cette étude sont PFOA (linéaire et ramifiés), PFOS (linéaire et ramifiés), PFHxS, PFNA, PFDA et PFUnDA.

Pour rappel, deux valeurs seuils sont définies pour la somme PFAS NAS : 2 et 20 µg/l. Sous 2 µg/l, il n'y pas d'effet néfaste attendu suite à l'exposition aux PFAS. Il existe un risque d'effets indésirables, entre 2 et 20 µg/l, en particulier chez les populations sensibles, et un risque accru d'effets indésirables au-delà de 20 µg/l.

Afin de prendre en considération le "principe de précaution", lors du calcul de la somme NAS, les concentrations inférieures à la limite de quantification (<LOQ) ont été remplacées par la valeur de la LOQ, à savoir 0,1 µg/l.

La répartition dans les trois catégories des sommes PFAS NAS des participants de la zone B du Feeder du Hainaut est présentée à la Figure 25. La somme PFAS NAS minimale mesurée est de 1,85 µg/l pour une femme de 20-39 ans, alors que la valeur maximale observée est de 59,8 µg/l pour un homme de 40-59 ans.

Tous âges et sexes confondus, 0,3 % des participants ne dépassent pas le seuil de 2 µg/l, 93,8 % se situent entre 2 et 20 µg/l et 5,8 % sont au-delà du seuil de 20 µg/l (Figure 25). Aucun homme et aucune femme âgés de 12 à 59 ans n'a une somme NAS inférieure à 2 µg/l, sauf une femme de 20-39 ans. Par ailleurs, selon la classe d'âge, 93,3% à 100% des femmes et 88% à 100% des hommes ont une somme NAS comprise en 2 et 20 µg/l. Enfin, le seuil de 20 µg/l n'est dépassé par aucun adolescent (12-19 ans) et aucune femme de 12 à 39 ans. Ce seuil est dépassé pour 2,4% des jeunes hommes (20-39 ans). Pour les adultes âgés de 40 à 59 ans, il est dépassé par 6,7% des femmes et 12% des hommes. Cette répartition des participants en fonction des seuils de la somme NAS, selon le sexe et l'âge, met en évidence que les participants les plus âgés sont plus nombreux à dépasser le seuil de 20 µg/l (Tableau 16).

Les statistiques descriptives de la somme NAS par catégorie d'âge et selon le sexe sont reprises en annexe. Les tableaux comprennent, les minimum-maximum, la moyenne géométrique, et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

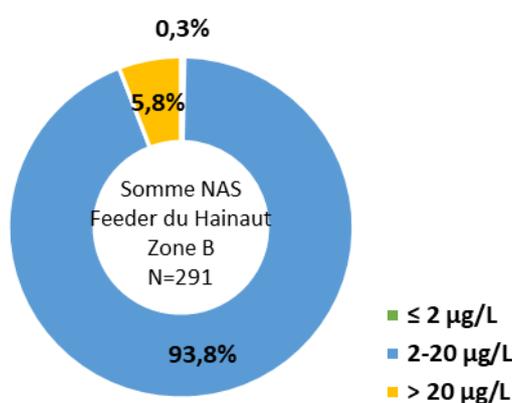


Figure 25. Répartition de la population de la zone B - Feeder du Hainaut dans les trois catégories de sommes NAS, tous âges et sexes confondus

Tableau 16: Répartition des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut dans les trois catégories « somme PFAS NAS », selon la classe d'âge et le sexe

Feeder du Hainaut - Zone B	Somme PFAS NAS - Zone B Feeder du Hainaut					
	≤2 µg/l		entre 2 et 20 µg/l		> 20 µg/l	
	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme
12-19 ans (F=5;H=7)	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%
20-39 ans (F=59;H=41)	1,7%	0,0%	98,3%	97,6%	0,0%	2,4%
40-59 ans (F=104;H=75)	0,0%	0,0%	93,3%	88,0%	6,7%	12,0%

5.2.3.b Valeur de référence sanitaire HBM I

Les imprégnations en PFOS et PFOA de la population de la zone B -Feeder du Hainaut ont été mises en perspective avec les valeurs de référence sanitaire HBM I respectives, globalement et en tenant compte de la catégorie d'âge et du sexe.

Les résultats soulignent que 35,7% et 13,4% de l'ensemble de la population testée dans la zone B du Feeder du Hainaut dépassent respectivement les valeurs seuils HBM I pour le PFOA et le PFOS (Figure 26).

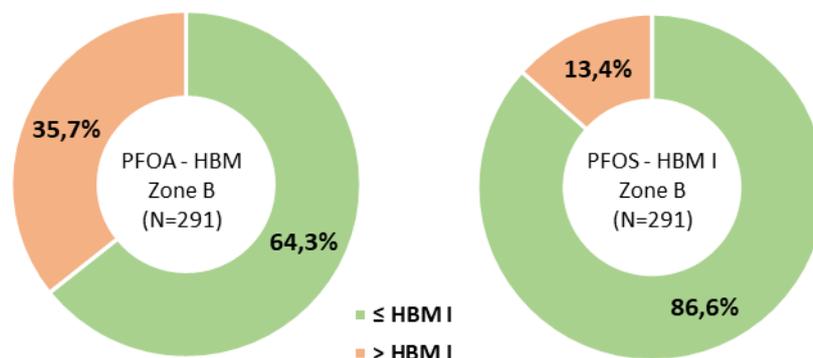


Figure 26. Pourcentage de dépassement des valeurs seuils HBM I du PFOA (gauche) et PFOS (droite) des participants de la Zone B du Feeder du Hainaut

De manière générale, les pourcentages de dépassement des seuils HBM I, pour PFOS et PFOA, sont compris entre 9% et 17% pour l'ensemble des classes d'âge, excepté pour les 40-59ans, dont 48% de la population dépasse le seuil HBM-I du PFOA, soit presque un adulte (40-59 ans) sur deux (Tableau 17).

Tableau 17. Pourcentage de dépassement des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOA et le PFOS, selon la catégorie d'âge et le sexe – Zone B du Feeder du Hainaut

	> HBM I		
	PFOA		
	Femme	Homme	Tous
12-19 ans (F=5;H=7)	0%	29%	17%
20-39 ans (F=59;H=41)	10%	24%	16%
40-59 ans (F=104 ;H=75)	38%	61%	48%
	PFOS		
	Femme	Homme	Tous
12-19 ans (F=5;H=7)	20%	14%	17%
20-39 ans (F=59;H=41)	5%	15%	9%
40-59 ans (F=104 ;H=75)	15%	16%	16%

Sur base des données disponibles, pour la zone B du Feeder du Hainaut

- 5,8 % des participants dépassent le seuil santé 'somme NAS' de 20 µg/l de sang retenu par le CSI au-delà duquel il y a un risque accru d'effets indésirables. 93,8 % se situent entre 2 et 20 µg/l, 0,3% ne dépassent pas le premier seuil (2 µg/l).
- Pour les composés linéaires du PFOS et du PFOA, tous âges et sexes confondus, un peu plus d'un participant sur 10 a une valeur supérieure à la valeur-guide HBM I pour le PFOS (13,4%) et un peu plus d'un participant sur 3 (35,7%) pour le PFOA. Au sein de la tranche d'âges 40-59 ans, c'est presque un sur deux qui dépasse le seuil HBM I pour le PFOA.
- De manière générale, les adultes 40-59 ans ont tendance à davantage dépasser les valeurs seuils santé que les plus jeunes. Ce même constat est aussi observé entre les hommes et les femmes, où généralement plus de dépassements chez les hommes.

5.2.4 Comparaison avec la population générale wallonne

La comparaison des imprégnations en PFAS entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population générale wallonne tient compte également du sexe, étant donné que des différences significatives entre hommes et femmes ont, généralement, été observées dans l'étude BMH-Wal (Jacques *et al.*, 2023a,b,c, Jacques *et al.*, 2025). La comparaison a été effectuée à l'aide de tests statistiques de Mann-Whitney.

5.2.4.a Comparaison des concentrations sériques

La comparaison des imprégnations entre les deux populations a été réalisée sur 5 PFAS. Les PFHpA et PFHxA ayant été très peu quantifiés dans les deux populations (Jacques *et al.*, 2023c, Jacques *et al.*, 2025), aucune analyse statistique n'a été possible pour ces composés. Les résultats obtenus pour les adolescents (12-19 ans) sont à prendre avec précaution du fait du faible effectif dans la zone B du Feeder du Hainaut, d'autant plus lorsque l'on considère le sexe (5 adolescentes, 7 adolescents). Ces résultats sont repris dans les graphes à titre indicatif et non commentés dans le texte.

Les résultats de cette analyse comparative ont mis en évidence que les concentrations en PFOA linéaire sont significativement 2 fois plus élevées chez les adultes 40-59 ans de la zone B du Feeder du Hainaut par rapport à la population générale wallonne (Figure 27). Il n'y a pas de différence significative pour le PFOS linéaire, excepté pour les femmes de 40 à 59 ans de la zone B du Feeder du Hainaut qui sont 1,4 fois plus imprégnées que les femmes wallonnes du même âge (Figure 28). De plus, les concentrations en PFHxS sont significativement plus élevées chez les habitants de la zone B du Feeder du Hainaut que celles de la population générale wallonne, de l'ordre de 3 fois plus chez les jeunes adultes, 20-39 ans, et de 4,6 à 5,9 fois plus chez les habitants âgés de 40 à 59 ans (Figure 29).

Les adultes de 20 à 39 ans de la zone d'étude sont légèrement moins imprégnés en PFNA et PFDA que la population wallonne, notamment pour les femmes (Figure 30 et Figure 31).

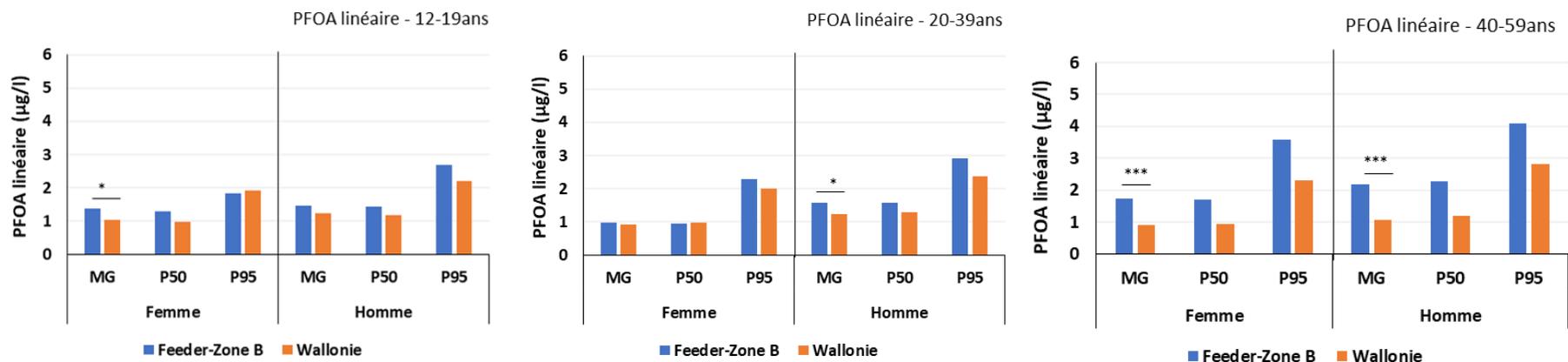


Figure 27. Comparaison des imprégnations en PFOA linéaire entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95

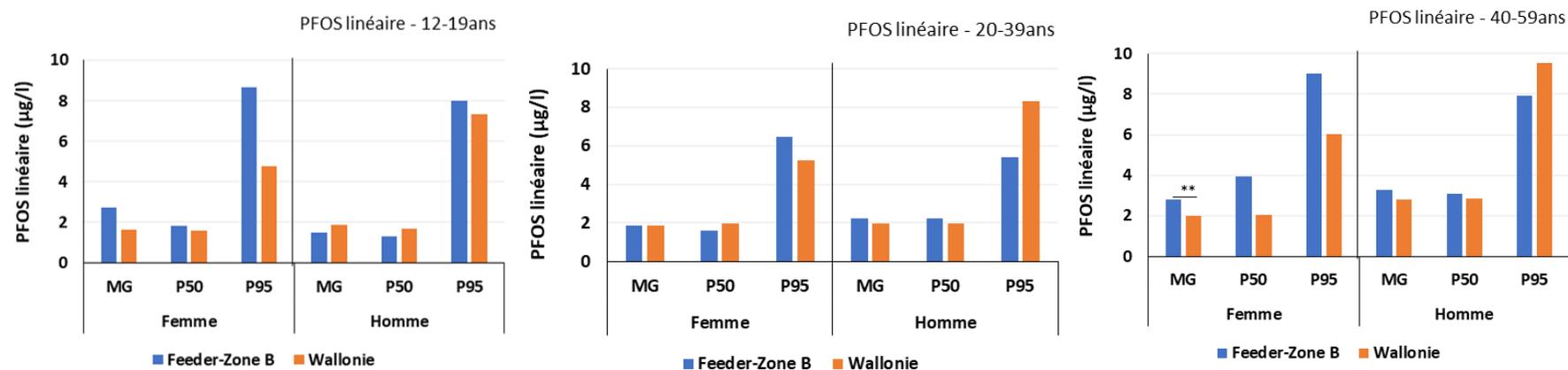


Figure 28. Comparaison des imprégnations en PFOS linéaire entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95

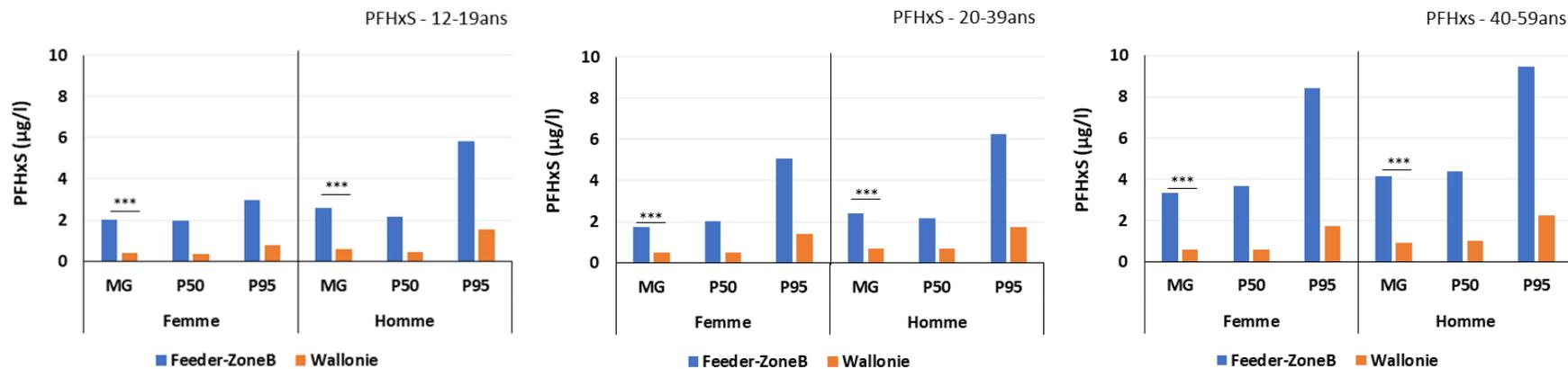


Figure 29. Comparaison des imprégnations en PFHxS entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

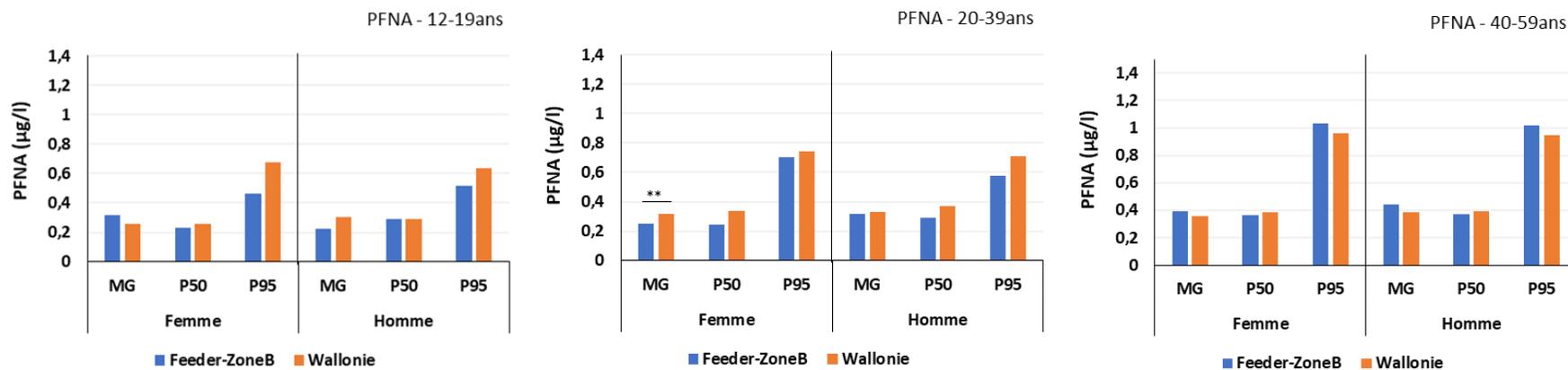


Figure 30. Comparaison des imprégnations en PFNA entre les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

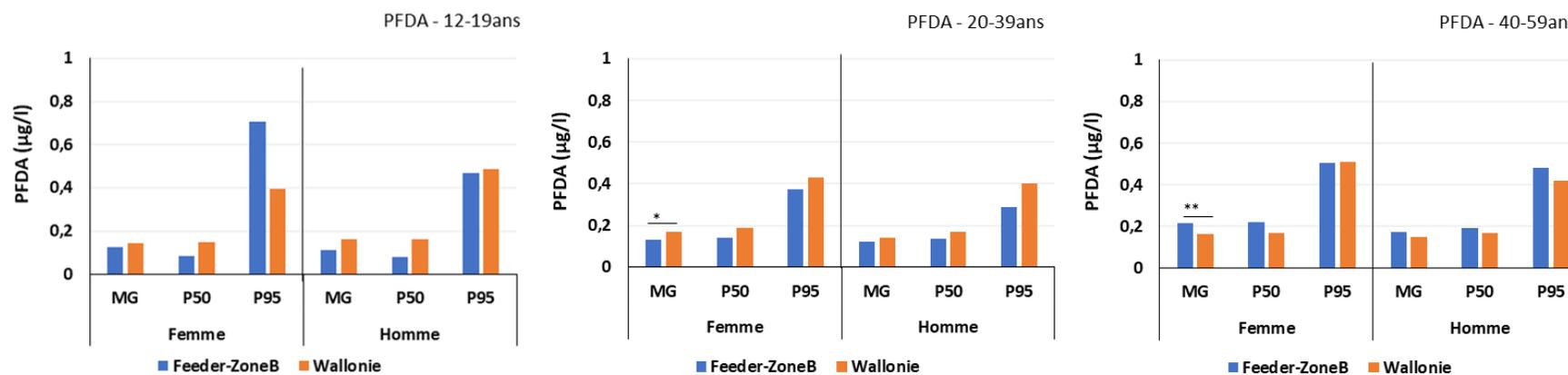


Figure 31. Comparaison des imprégnations en PFDA entre les résidents de zone B du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

Enfin, quelle que soit la classe d'âge, les résultats obtenus soulignent que les hommes tendent à avoir des concentrations en PFAS plus élevées que les femmes (notamment PFHxS, PFOS et PFOA). Cette observation est similaire à celle faite dans de nombreuses études de biomonitoring (Jacques et al., 2023c, 2025 ; Bartolomé et al., 2017 ; Bjeremo et al., 2013 ; Schoeters et al., 2022 ; Ingelido et al., 2010 ; Pirard et al., 2020). Dans son rapport (mai 2025), le Conseil Scientifique Indépendant indique que *les taux de PFAS diminuent plus rapidement chez les femmes que chez les hommes, ceci s'expliquerait par les menstruations, mais également par des différences au niveau de l'élimination rénale. Les menstruations étant suspectées de favoriser l'élimination des PFAS chez la femme, une causation inverse est également envisagée pour expliquer, au moins en partie, les résultats des études associant exposition aux PFAS et survenue de ménarche ou de ménopause précoce (Knox et al., 2011; Taylor et al., 2014, in CSI, 2025).*

Bien que l'analyse comparative ait mis en évidence des différences significatives entre les concentrations en PFAS mesurées chez les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et celles de la population générale wallonne (BMH-Wal), notamment pour PFOA linéaire et PFHxS, il sera intéressant d'aller plus loin dans l'analyse statistique des données collectées de l'étude BMH-PFAS, par l'exploitation des réponses au questionnaire que chaque participant a complété. Ce travail constituera la prochaine étape du projet qui permettra d'établir des modèles statistiques plus précis et pertinents (à l'aide d'analyses multivariées) et ainsi de rechercher les déterminants d'imprégnation.

5.2.4.b Comparaison des dépassements des valeurs de référence d'exposition (VR95)

Des analyses statistiques ont été effectuées afin d'évaluer si les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut sont significativement surexposés, par rapport à la population témoin. Les analyses ont été faites par catégorie d'âge et en tenant compte du sexe mais également en regroupant les hommes et les femmes.

Les résultats mettent en évidence une surexposition significative au PFHxS des habitants de la zone B du Feeder du Hainaut par rapport à la population générale wallonne (Tableau 18), quels que soient la catégorie d'âge et le sexe. Par ailleurs, une surexposition au PFOA linéaire de la population de la zone étudiée par rapport à la population générale wallonne est également observée pour les adultes 40-59 ans. En d'autres termes, ces résultats soulignent que le nombre de résidents de la zone B du Feeder du Hainaut dépassant les valeurs de référence d'exposition du PFHxS et PFOA linéaire est plus important que celui dans la population générale wallonne.

Par ailleurs, aucune surexposition statistiquement significative des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut n'a été mise en évidence pour le PFHpA, PFOS, PFNA et PFDA, en comparaison à la population générale wallonne.

Tableau 18. Comparaison de la proportion de dépassements des valeurs de référence d'exposition de chaque PFAS dans les deux populations étudiées (zone B du Feeder du Hainaut et BMH-Wal), selon la catégorie d'âge et le sexe. Les dépassements sont exprimés en pourcentage. Le nombre de personnes dépassant la VR95 (ou P95) et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Z-test ou test exact de Fisher ($p < 0.001$)

		12-19ans			20-39ans			40-59ans		
		Wallonie	Zone B - Feeder	P-value	Wallonie	Zone B - Feeder	P-value	Wallonie	Zone B - Feeder	P-value
PFHpA	Femme ^A	3,6% (5/137)	0% (0/5)	0,989	3,9% (6/152)	0% (0/59)	0,994	0% (0/157)	2,9% (3/59)	0,039
	Homme ^A	5,0% (7/139)	0% (0/7)	0,997	0% (0/103)	4,9% (2/41)	0,074	0,7% (1/145)	8% (6/41)	0,011
	Tous ^B	10,1% (28/276)	8,3% (1/12)	0,581	2,4% (6/255)	2% (2/100)	0,583	0,3% (1/302)	5% (9/100)	0,002
PFHxS	Femme ^A	5,1% (7/137)	80% (4/5)	<0,0001	5,3% (8/152)	61% (36/59)	<0,0001	5,1% (8/157)	84,6% (88/59)	<0,0001
	Homme ^A	5% (7/139)	57,1% (4/7)	0,003	5,8% (6/103)	58,5% (24/41)	<0,0001	5,5% (8/145)	89,3% (67/41)	<0,0001
	Tous ^B	6,1% (17/276)	66,7% (8/12)	<0,0001	5,5% (14/255)	61% (61/100)	<0,0001	5,3% (16/302)	84,4% (151/100)	<0,0001
PFOA _{lin}	Femme ^A	5,1% (7/137)	20% (1/5)	0,204	5,3% (8/152)	10,2% (6/59)	0,129	4,5% (7/157)	23,1% (24/59)	<0,0001
	Homme ^A	5% (7/139)	14,3% (1/7)	0,244	5,8% (6/103)	14,6% (6/41)	0,07	5,5% (8/145)	30,7% (23/41)	<0,0001
	Tous ^B	5,8% (16/276)	16,7% (2/12)	0,158	5,5% (14/255)	16% (16/100)	0,004	5% (15/302)	30,7% (55/100)	<0,0001
PFNA	Femme ^A	5,1% (7/137)	0% (0/5)	0,997	4,6% (7/152)	3,4% (2/59)	0,662	5,1% (8/157)	3,8% (4/59)	0,686
	Homme ^A	5% (7/139)	14,3% (1/7)	0,244	4,9% (5/103)	2,4% (1/41)	0,774	4,8% (7/145)	6,7% (5/41)	0,294
	Tous ^B	3,2% (9/276)	16,7% (2/12)	0,107	4,7% (12/255)	3% (3/100)	0,785	5% (15/302)	5,6% (10/100)	0,385
PFOS _{lin}	Femme ^A	5,1% (7/137)	20% (1/5)	0,16	5,3% (8/152)	8,5% (5/59)	0,214	5,1% (8/157)	6,7% (7/59)	0,294
	Homme ^A	5% (7/139)	14,3% (1/7)	0,244	5,8% (6/103)	0% (0/41)	0,994	5,5% (8/145)	4% (3/41)	0,696
	Tous ^B	5,4% (15/276)	16,7% (2/12)	0,15	5,5% (14/255)	3% (3/100)	0,869	5,3% (16/302)	5,6% (10/100)	0,447
PFDA	Femme ^A	5,1% (7/137)	20% (1/5)	0,204	4,6% (7/152)	3,4% (2/59)	0,662	5,1% (8/157)	4,8% (5/59)	0,542
	Homme ^A	5% (7/139)	14,3% (1/7)	0,244	5,8% (6/103)	0% (0/41)	0,994	4,1% (6/145)	6,7% (5/41)	0,223
	Tous ^B	5,4% (15/276)	16,7% (2/12)	0,15	5,1% (13/255)	2% (2/100)	0,943	4,6% (14/302)	5% (9/100)	0,424

^A Les comparaisons ont été faites avec les valeurs P95 respectives déterminées dans BMH-Wal

^B Les comparaisons ont été faites avec les valeurs de référence d'exposition (VR95) respectives déterminées dans BMH-Wal

Pour PFHpA, les comparaisons ont été faites avec la valeur de 0,1 µg/L (=valeur de la LOQ) car une VR95 n'a pas pu être déterminée en raison d'un trop grand nombre de résultats <LOQ.

Les valeurs en grisé sont indicatives car les P95 déterminés dans BMH-Wal sont inférieurs à la LOQ ou qu'une VR95 n'a pas pu être déterminée.

Les p-value en gras indiquent que la différence entre les deux populations (groupes) testées est statistiquement significative.

5.2.4.c Comparaison de la distribution des populations par rapport aux valeurs seuils santé de la somme PFAS NAS

Pour rappel, le CSI a retenu, mi-avril 2024, la somme PFAS NAS comme valeur de référence sanitaire, qui comporte deux seuils : 2 µg/l et 20 µg/l. Dans cette partie de l'analyse descriptive des résultats, une comparaison de la distribution des résidents de la zone du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, par rapport à ces deux valeurs seuils de la somme PFAS NAS a été effectuée. Cette analyse statistique a permis d'évaluer la similarité ou la différence de répartition des habitants de chaque population, par rapport aux deux valeurs seuils délimitant 3 groupes : ≤ 2 µg/l, 2 à 20 µg/l et > 20 µg/l (Tableau 19).

Il est important de noter que lors de l'étude BMH-Wal, 4 composés PFAS repris dans le calcul somme PFAS NAS n'ont été pas dosés (à savoir : MeFOSAA, PUnDA, PFOS ramifiés et PFOA ramifiés). De ce fait, une somme PFAS NAS modifiée¹³, appelée par la suite somme NASwal, a été recalculée pour tenir compte de cette différence et donc ne prenant que les PFAS communs entre les deux études. Pour cette comparaison, les sommes NASwal ont ainsi été calculées en additionnant les concentrations des PFAS suivants : PFHxS linéaire, PFOA linéaire, PFOS linéaire, PFNA et PFDA. De plus, afin d'appliquer le principe de précaution, les concentrations en PFAS inférieures à la LOQ ont été remplacées par la valeur LOQ de l'étude respective.

Les résultats de cette analyse soulignent que seuls les adultes de 40-59 ans présentent des différences statistiquement significatives de répartition entre les trois catégories NAS en comparaison à la population générale wallonne. Ces différences sont principalement observées pour les catégories ≤ 2 µg/l et > 20µg/l. En effet, les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut ont tendance à plus dépasser les 2 seuils NAS de 2 et 20 µ/l que la population générale wallonne (Tableau 19). Aucune différence de répartition dans les 3 catégories NAS, statistiquement significative, n'a été mise en évidence pour les adolescents et les jeunes adultes.

¹³ Les sommes PFAS NAS analysés dans ce chapitre sont différentes des précédentes car le nombre de PFAS inclus dans le calcul diffère. De ce fait, aucune comparaison des données du tableau NAS précédent ne peut être faite.

Tableau 19. Comparaison de la répartition des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, dans les trois groupes de la somme PFAS NASwal ($\leq 2 \mu/L$, $2-20 \mu/L$, $>20 \mu/L$) selon la catégorie d'âge et le sexe. Les proportions sont exprimées en pourcentage, le nombre de personnes présentes dans la catégorie concernée et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Test du χ^2 ou test exact de Fisher ($p < 0,001$).

Groupe NAS	12-19ans			20-39ans			40-59ans		
	Wallonie	Feeder-Zone B	P-value	Wallonie	Feeder – Zone B	P-value	Wallonie	Feeder – Zone B	P-value
Femme	$\leq 2 \mu/L$	8% (11/137)	0% (0/5)	7,9% (12/152)	5,0% (3/59)		8,3% (13/157)	0% (0/104)	
	$2-20 \mu/L$	90,5% (124/137)	100% (5/5)	91,4% (139/152)	95,0% (56/59)	0,485	90,4% (142/157)	96,2% (100/104)	0,005
	$>20 \mu/L$	1,5% (2/137)	0% (0/5)	0,7% (1/152)	0% (0/59)		1,3% (2/157)	3,8% (4/104)	
Homme	$\leq 2 \mu/L$	1,4% (2/139)	0% (0/7)	2,9% (3/103)	0% (0/41)		3,4% (5/145)	0% (0/75)	
	$2-20 \mu/L$	95,7% (133/139)	100% (7/7)	96,1% (99/103)	100% (41/41)	0,732	96,6% (140/145)	96% (72/75)	0,015
	$>20 \mu/L$	2,9% (4/139)	0% (0/7)	1% (1/103)	0% (0/41)		0% (0/145)	4% (3/75)	
Tous	$\leq 2 \mu/L$	4,7% (13/276)	0% (0/12)	5,9% (15/255)	3% (3/101)		6% (18/302)	0,5% (0/179)	
	$2-20 \mu/L$	92,1% (257/279)	100% (12/12)	93,3% (238/255)	97% (97/101)	0,174	93,4% (282/302)	96,1% (172/179)	<0,0001
	$>20 \mu/L$	2,2% (6/276)	0% (0/12)	0,8% (2/255)	0% (0/101)		0,6% (2/302)	3,9% (7/179)	

PFAS compris de cette somme PFAS NAS modifiée : PFOA linéaire, PFOS linéaire, PFHxS linéaire, PFNA, PFDA

Les p-value en gras indiquent que la différence entre les deux populations testées est statistiquement significative

5.2.4.d *Corrélations d'imprégnations en PFAS*

Des analyses de corrélations d'imprégnation en PFAS entre les 3 classes d'âges de la zone B du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne ont été réalisées, à l'aide de corrélations de Spearman (Figure 16). Cette analyse a été réalisée sur les 5 PFAS mesurés dans les 2 études BMH-PFAS et BMH-Wal, à savoir : PFHxS, PFOA linéaire, PFNA, PFOS linéaire et le PFDA. Le PFHpA et PFHxA ayant été très peu quantifiées dans ces études, l'analyse de corrélations n'a pas tenu compte de ces deux composés.

De fortes corrélations des imprégnations en PFAS chez les résidents de la zone étudiée en comparaison à la population générale wallonne pourraient être en lien avec un source commune de contamination, alors que les corrélations moindres en population générale wallonne pourraient traduire une exposition aux PFAS via des sources multiples.

L'analyse de corrélations dans la zone B du Feeder du Hainaut ne montre pas de fortes corrélations significatives entre l'ensemble des imprégnations en PFAS, quelle que soit la classe d'âge. Par ailleurs, ces corrélations sont assez similaires à celles établies dans la population générale wallonne (Figure 32).

L'absence de fortes corrélations entre les imprégnations en PFAS dans les deux populations pourrait suggérer que l'exposition des résidents ne serait pas due à une source commune mais plutôt via de multiples sources.

Cependant, les résultats de corrélations doivent être investigués davantage, notamment avec l'analyse des questionnaires remplis par les participants, afin de déterminer si possible, les facteurs explicatifs de leur exposition.

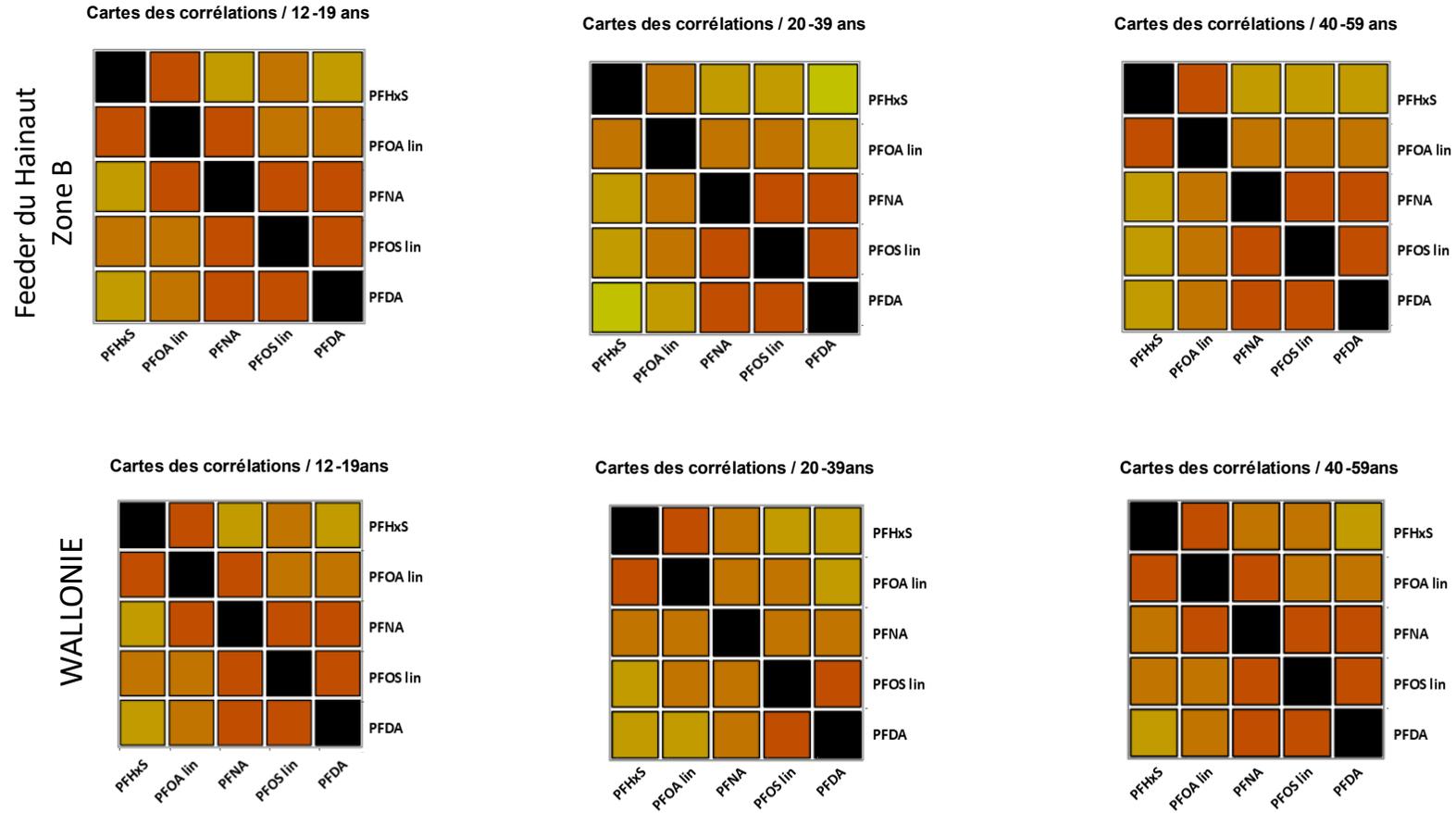


Figure 32: Corrélations entre les imprégnations en PFAS mesurées dans le sang des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut (haut) et de la population générale wallonne (bas) pour adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans). Corrélation de Spearman ($p < 0,05$). La couleur représente l'intensité de la corrélation (plus la case est rouge, plus la corrélation est forte ; plus la case est jaune-vert, plus la corrélation est faible).

Sur base des données disponibles, pour la zone B du Feeder du Hainaut

- **L'analyse comparative avec la population wallonne a été menée pour les catégories d'âge investiguées dans cette étude : 12-19 ans, 20-39 ans et 40-59 ans. Cependant, le faible effectif chez les adolescents ne permet pas des interprétations robustes.**
- **Les hommes de 20 à 39 ans et les adultes 40-59 ans de zone B du Feeder du Hainaut sont, respectivement, 1,3 et 2 fois plus imprégnés en PFOA que la population générale wallonne. L'imprégnation en PFOS est équivalente entre les deux populations, quel que soit l'âge ou le sexe. Les jeunes adultes (20-39 ans) de la zone étudiée sont 3,4 fois plus imprégnés en PFHXS que la population wallonne, ce facteur est de 4,6 à 5,9, selon le sexe, chez les adultes (40-59 ans)**
- **Il y a significativement plus de dépassements de valeurs seuils santé chez les adultes 40-59 ans de la population de la zone B du Feeder du Hainaut que la population wallonne.**
- **Aucune forte corrélation des imprégnations en PFAS n'a été observé chez les résidents de la zone B du Feeder du Hainaut et la population générale wallonne, suggérant que l'exposition aux PFAS de ces deux populations serait liée à des sources multiples.**

5.2.5 Profils PFAS dans le sang des résidents et eau de distribution

Depuis décembre 2023, plus aucun dépassement de la norme PFAS-20, entrée en vigueur depuis le 20 février 2025, n'est constaté dans les eaux de distribution en Wallonie. Cependant, l'étude BMH-PFAS a été lancée, en décembre 2023, suite à des problèmes antérieurs de dépassement de cette limite dans l'eau de distribution alimentant des communes wallonnes.

Une première approche préliminaire de comparaison du profil PFAS de l'eau distribuée dans la zone concernée et du profil PFAS des résidents de cette zone permettrait d'apporter un premier éclairage sur l'impact de ces dépassements sur la population desservie par cette eau. Cela permettrait également d'évaluer si l'eau de distribution pouvait être une source d'exposition mais sans toutefois pouvoir apporter la preuve irréfutable du lien de causalité. En effet, les PFAS sont omniprésents dans notre quotidien et les sources d'exposition à ces substances sont donc multiples. Il est indispensable de pousser l'exploitation et l'analyse des données plus loin, en réalisant une étude statistique complète croisant les données d'imprégnation de la population avec les variables issues du questionnaire rempli par chaque participant. Cette analyse est en cours et permettra probablement d'apporter des réponses plus précises quant aux sources d'exposition aux PFAS de la population de la zone B du Feeder du Hainaut.

Les données d'analyse d'eau 'PFAS', les plus anciennes, pour les zones de distribution d'eau (ZDE) desservies par le Feeder du Hainaut datent au mieux de septembre 2023 (pour la zone B, 21/09/2023), suite au monitoring (eau du robinet) des eaux distribuées en Wallonie pour évaluer la teneur en PFAS. Cette absence d'un historique de données antérieures à septembre 2023 ainsi que les différents scénarios d'alimentation de chaque ZDE desservie par l'adduction 'Feeder du Hainaut' ne permettent, cependant, pas de dresser un profil tangible de l'eau ayant alimentée les résidents de ces ZDE.

Le profil PFAS moyen dans le sang des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut est présenté à la Figure 33. Ces profils mettent en évidence la présence, essentiellement, de 3 PFAS dans le sang, à savoir : PFHxS (38%), PFOS (34%) et PFOA (19%). Les autres PFAS représentent, chacun, moins de 5% de la totalité de la charge PFAS dosée dans le sang des habitants. Les profils PFAS selon la classe d'âge sont présentés en annexe.

Ces signatures (concentrations relatives) des PFAS dans le sang des résidents de la zone desservie par cette eau doivent être investiguées plus en détail en considérant les propriétés physicochimiques (ex. volatilité, dégradabilité) et toxicocinétiques (absorption, distribution, métabolisme et élimination des PFAS dans l'organisme) mais également à travers l'analyse des questionnaires remplis par les participants, qui permettront d'évaluer les différentes sources possibles d'exposition aux PFAS.

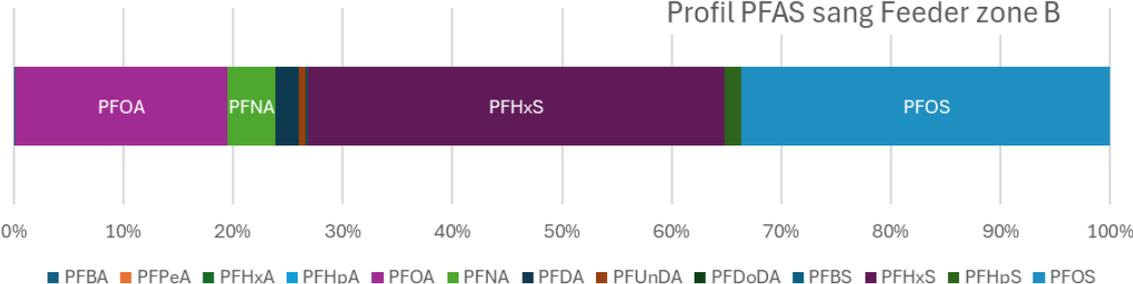


Figure 33. Profil moyen de l'imprégnation en PFAS des résidents de la zone B du Feeder du Hainaut

5.3 Feeder du Hainaut- Zone C

Pour rappel, aujourd’hui, cette zone n’est plus alimentée par de l’eau issue du Feeder du Hainaut. Entre 2022 et novembre 2023, elle était desservie par un mélange dont 40% provenait du Feeder du Hainaut. Avant 2022, cette part était plus importante, de l’ordre de 70 à 80%.

5.3.1 Description de la population testée

Au total, 549 habitants dans la zone C du Feeder du Hainaut ont participé à l’étude. La répartition de la population échantillonnée dans la zone C selon la catégorie d’âge et le sexe est présentée dans le Tableau 20 et la Figure 34. Globalement, le rapport femme/homme est en déséquilibre en faveur des femmes, notamment dans la classe d’âge 20-39 ans.

Tableau 20. Répartition des participants de la zone C – Feeder du Hainaut par catégorie d’âge et selon le sexe

Catégorie d'âge	Femme	Homme
12-19ans	N=38	
	42,1%	57,9%
20-39ans	N=182	
	62,1%	37,9%
40-59ans	N=319	
	52,6%	47,4%

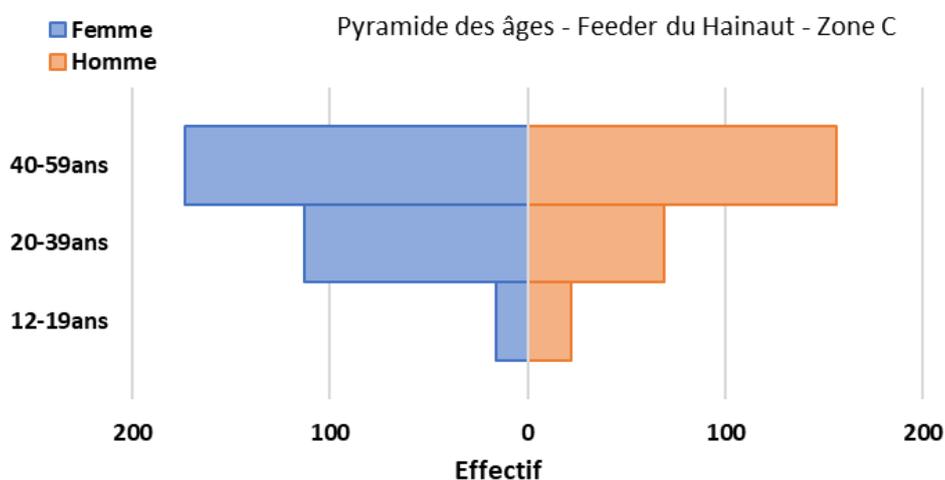


Figure 34. Pyramide des âges des participants de la zone C du Feeder du Hainaut

- 549 résidents de la zone C du Feeder du Hainaut ont participé.
- Excepté chez les 20-39 ans, la parité femme/homme est relativement équilibrée.
- La catégorie d’âge ‘40-59 ans’ est la plus représentée.

5.3.2 Description des concentrations en PFAS de la population de la zone C du Feeder du Hainaut (intra-zone)

5.3.2.a Fréquence de quantification

Les fréquences de quantification (%N>LOQ) des prélèvements de sang veineux sont reprises dans le Tableau 9. Sur les 19 composés PFAS analysés, 7 sont peu ou pas retrouvés dans le sang des habitants de la zone C, quel que soit l'âge (%N>LOQ inférieur à 10%). Il s'agit du PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA ramifiés, PFDoDA et PFBS. A l'opposé, 8 composés PFAS sont retrouvés chez la grande majorité des participants, des plus jeunes aux plus âgés (%N>LOQ supérieur à 95%, voire égal à 100%). Il s'agit du PFOA (linéaire et total), du PFHxS (linéaire et total) et PFOS (linéaire, ramifiés et total) et le PFNA. Enfin, les PFDA, PFUnDA et PFHpS, voire aussi le PFHxS ramifiés, sont également quantifiés dans beaucoup d'échantillons.

On observe, pour plusieurs composés PFAS qui ne sont pas quantifiés à 100 % dans tous les âges, que le taux de quantification augmente avec l'âge. Ceci est particulièrement visible pour le PFNA, PFUnDA ou le PFHpS.

Toutes les statistiques descriptives, pour les 19 composés PFAS analysés dans les échantillons prélevés par prise de sang veineux, par catégorie d'âge et selon le sexe, sont reprises en annexe. Ces tableaux comprennent, pour chaque PFAS, la moyenne géométrique, les minimum et maximum et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

Tableau 21. Fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la catégorie d'âge – Zone C du Feeder du Hainaut

Cat.âge	N	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA linéaire	PFOA ramifié	PFOA total	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS linéaire	PFHxS ramifié	PFHxS total	PFHpS	PFOS linéaire	PFOS ramifié	PFOS total
12-19ans	38	2,6	0,0	0,0	2,6	100,0	0,0	100,0	97,4	63,2	13,2	2,6	0,0	100,0	10,5	100,0	28,9	100,0	100,0	100,0
20-39ans	182	1,1	0,0	0,0	1,6	100,0	1,6	100,0	97,8	74,7	35,7	2,7	0,0	100,0	13,2	100,0	46,7	100,0	100,0	100,0
40-59ans	329	3,3	0,0	0,0	0,9	100,0	2,7	100,0	98,2	85,4	46,8	7,0	0,0	100,0	32,2	100,0	74,5	100,0	100,0	100,0

Vert foncé : Fréquence de quantification > 40%

Vert clair : Fréquence de quantification < 40%

Les PFAS indiqués en gras sont les PFAS analysés dans le programme BMH-Wal

5.3.2.b Distribution des concentrations en PFAS

Les distributions des concentrations des PFAS les plus quantifiés (fréquence de quantification > 40%) dans les prélèvements de sang veineux, par classes d'âge pour la zone C du Feeder du Hainaut sont présentées sur les Figure 35 à Figure 40. Sur chaque graphique sont repris la moyenne géométrique (MG) et les percentiles (P5-25-50-75-95). Généralement, quel que soit le PFAS considéré, les adolescents et les jeunes adultes de 20-39 ans sont moins imprégnés que les adultes de 40-59 ans. Cette augmentation de la concentration sérique avec l'âge a également été observée dans le programme BMH-Wal et rapportée dans de nombreuses études (Bjermo et al., 2013 ; Ingelido et al., 2010 ; Pirard et al., 2020). En effet, les PFAS sont connus pour se bioaccumuler au cours de la vie.

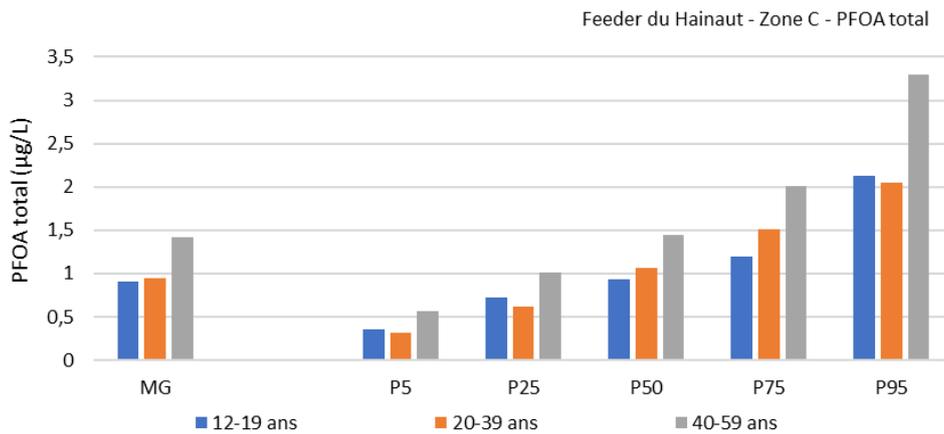


Figure 35. Moyennes géométriques et percentiles du PFOA total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut

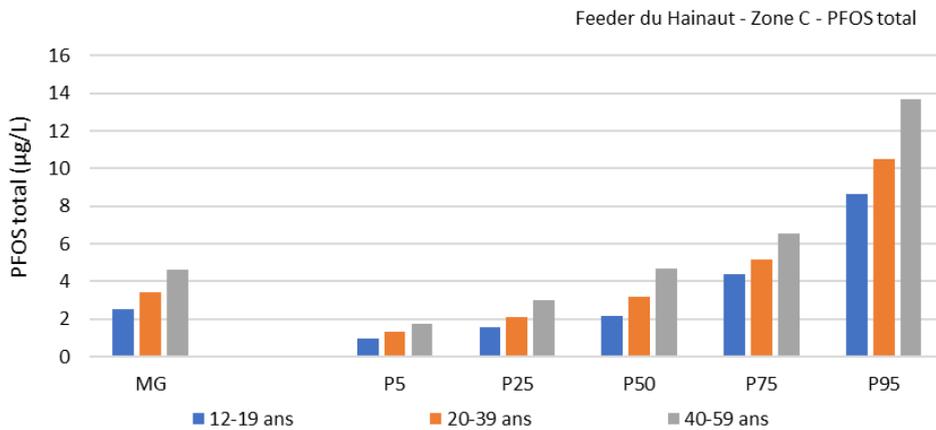


Figure 36. Moyennes géométriques et percentiles du PFOS total, par catégories d'âge, dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut

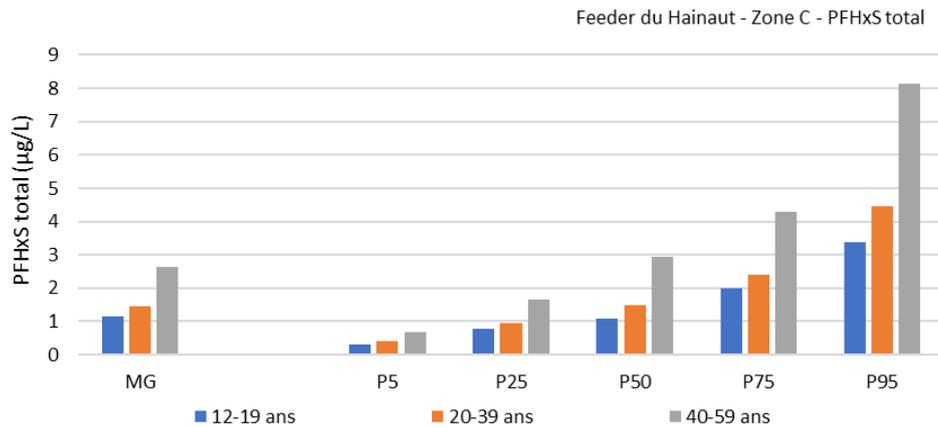


Figure 37. Moyennes géométriques et percentiles du PFHxS total, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut

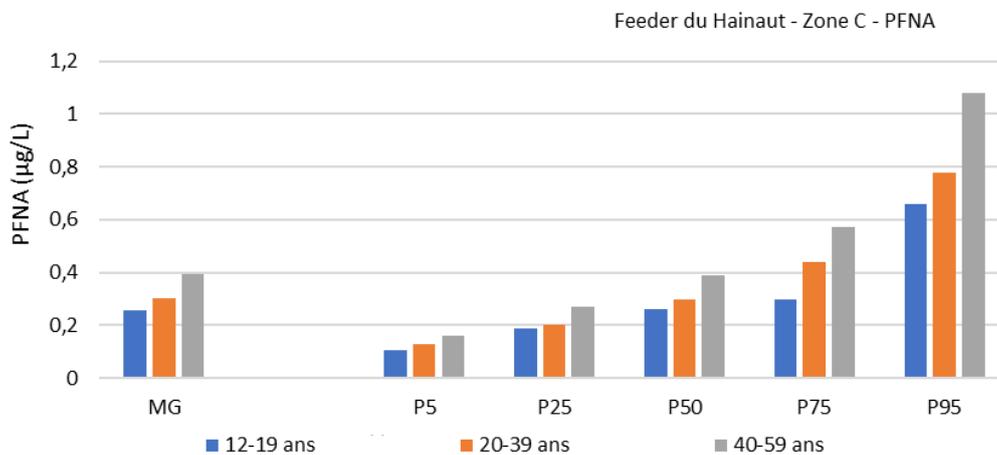


Figure 38. Moyennes géométriques et percentiles du PFNA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut

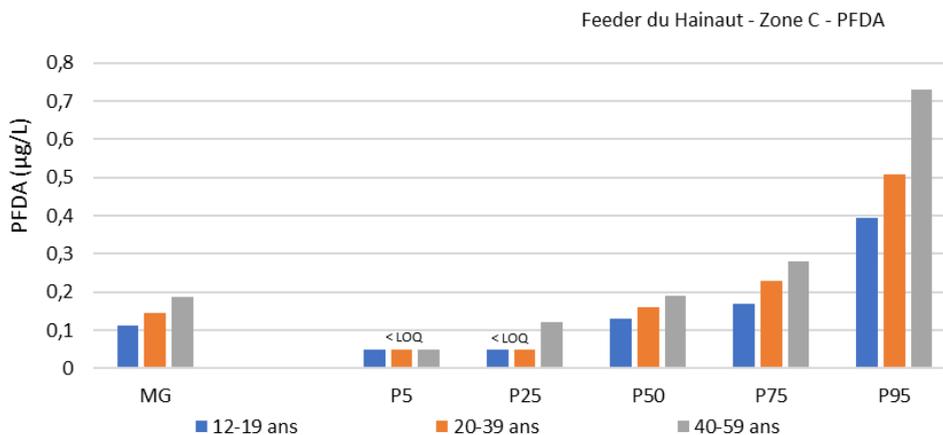


Figure 39. Moyennes géométriques et percentiles du PFDA, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut

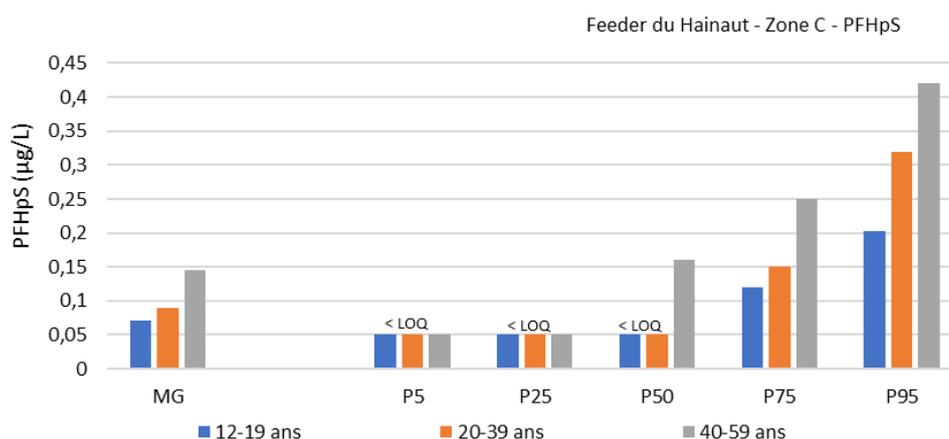


Figure 40. Moyennes géométriques et percentiles du PFHpS, par catégories d'âge dans les prélèvements de sang veineux (sérum) - Zone C du Feeder du Hainaut

Sur base des données disponibles, pour la Zone C du Feeder du Hainaut

- **PFOS, PFOA, PFHxS très fréquemment détectés, quelle que soit la catégorie d'âge**
- **PFHxA, PFPeA, PFBA, PFHpA, PFBS et PFDoDA très peu voire jamais détectés**
- **Les plus âgés sont les plus imprégnés**
- **Constat similaire fait à l'échelle de la Wallonie et d'autres études internationales, et expliqué par le fait que les PFAS sont bioaccumulés au cours de la vie.**

5.3.3 Comparaison avec les valeurs de référence sanitaire

5.3.3.a Somme PFAS NAS

L'évaluation du risque sanitaire associé à l'exposition aux PFAS est basée sur l'utilisation de la somme PFAS NAS retenue par le Conseil Scientifique Indépendant PFAS (CSI, 2025). Dans le cadre de ce biomonitoring, le calcul de cette somme PFAS NAS n'est pas complet puisqu'un des PFAS repris dans la somme n'a pas été dosé, à savoir le MeFOSAA. Ainsi, les composés PFAS inclus dans la somme NAS de cette étude sont PFOA (linéaire et ramifiés), PFOS (linéaire et ramifiés), PFHxS, PFNA, PFDA et PFUnDA.

Pour rappel, deux valeurs seuils sont définies pour la somme PFAS NAS : 2 et 20 µg/l. Sous 2 µg/l, il n'y pas d'effet néfaste attendu suite à l'exposition aux PFAS. Il existe un risque d'effets indésirables, entre 2 et 20 µg/l, en particulier chez les populations sensibles, et un risque accru d'effets indésirables au-delà de 20 µg/l.

Afin de prendre en considération le "principe de précaution", lors du calcul de la somme NAS, les concentrations inférieures à la limite de quantification (<LOQ) ont été remplacées par la valeur de la LOQ, à savoir 0,1 µg/l.

La répartition dans les trois catégories des sommes PFAS NAS des participants de la zone C du Feeder du Hainaut est présentée en Figure 9. La somme PFAS NAS minimale mesurée est de 1,3 µg/l pour une femme de 40-59 ans, alors que la valeur maximale observée est de 48,2 µg/l pour une femme de cette même tranche d'âge.

Tous âges et sexes confondus, 0,7 % des participants ne dépassent pas le seuil de 2 µg/l, 92 % se situent entre 2 et 20 µg/l et 7,3 % sont au-delà du seuil de 20 µg/l (Figure 41). Quelques hommes et femmes, toutes catégories d'âge confondues, ont une somme NAS inférieure à 2 µg/l. Selon la classe d'âge, 90,8% à 96,5% des femmes et 88,5% à 100% des hommes ont une somme NAS comprise en 2 et 20 µg/l. Le seuil de 20 µg/l n'est dépassé par aucun adolescent (12-19 ans), alors qu'il est dépassé pour 4,4% des jeunes adultes (20-39 ans) et 9,7% des adultes âgés de 40 à 59 ans, majoritairement chez les hommes. Cette répartition des participants en fonction des seuils de la somme NAS, selon le sexe et l'âge, met en évidence que les participants les plus âgés sont plus nombreux à dépasser le seuil de 20 µg/l (Tableau 22).

Les statistiques descriptives de la somme NAS par catégorie d'âge et selon le sexe sont reprises en annexe. Les tableaux comprennent, les minimum-maximum, la moyenne géométrique, et les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95.

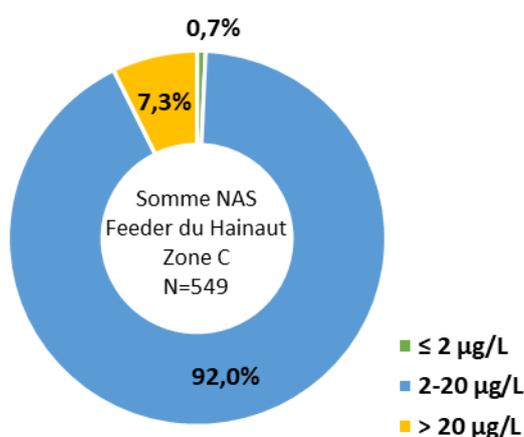


Figure 41. Répartition de la population de la zone C - Feeder du Hainaut dans les trois catégories de sommes NAS, tous âges et sexes confondus

Tableau 22: Répartition des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut dans les trois catégories « somme PFAS NAS », selon la classe d'âge et le sexe

Feeder du Hainaut - Zone C	Somme PFAS NAS - Zone C Feeder du Hainaut					
	≤ 2 µg/l		entre 2 et 20 µg/l		> 20 µg/l	
	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme
12-19 ans (F=16;H=22)	6,3%	0,0%	93,8%	100,0%	0,0%	0,0%
20-39 ans (F=113;H=69)	0,0%	1,4%	96,5%	92,8%	3,5%	5,8%
40-59 ans (F=173;H=156)	1,2%	0,0%	90,8%	88,5%	8,1%	11,5%

5.3.3.b Valeur de référence sanitaire HBM I

Les imprégnations en PFOS et PFOA de la population de la zone C -Feeder du Hainaut ont été mises en perspective de leur valeur de référence sanitaire HBM I respectives, globalement et en tenant compte de la catégorie d'âge et du sexe.

Les résultats soulignent que 17,9% et 18,8% de l'ensemble de la population testée dans la zone C du Feeder du Hainaut dépassent respectivement les valeurs seuils HBM I pour le PFOA et le PFOS (Figure 42).

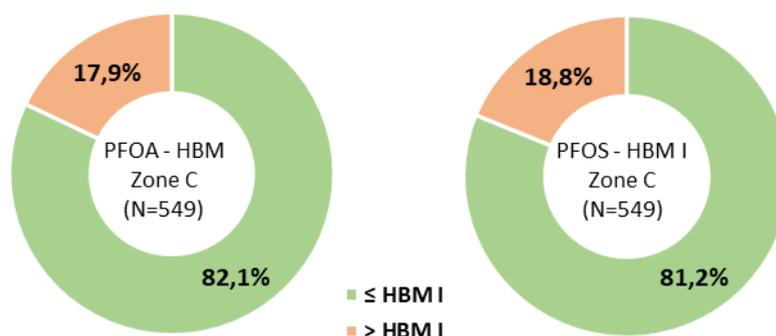


Figure 42. Pourcentage de dépassement des valeurs seuils HBM I du PFOA (gauche) et PFOS (droite) des participants de la Zone C du Feeder du Hainaut

De manière générale, les pourcentages de dépassement, quelle que soit la catégorie d'âge, le pourcentage de dépassement des seuils HBM I est plus élevé chez les hommes. Le pourcentage de dépassement des seuils HBM I augmente également avec l'âge tant pour PFOS que PFOA (Tableau 23).

Tableau 23. Pourcentage de dépassement des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOA et le PFOS, selon la catégorie d'âge et le sexe – Zone C du Feeder du Hainaut

	> HBM I		
	PFOA		
	Femme	Homme	Tous
12-19 ans (F=16;H=22)	6%	9%	8%
20-39 ans (F=113;H=69)	3%	13%	7%
40-59 ans (F=173 ;H=156)	21%	30%	25%
	PFOS		
	Femme	Homme	Tous
12-19 ans (F=16;H=22)	13%	14%	13%
20-39 ans (F=113;H=69)	13%	19%	15%
40-59 ans (F=173 ;H=156)	19%	21%	20%

Sur base des données disponibles, pour la zone C du Feeder du Hainaut

- 7,3 % des participants dépassent le seuil santé 'somme PFAS NAS' de 20 µg/l, retenu par le CSI, au-delà duquel il y a un risque accru d'effets indésirables. 92 % se situent entre 2 et 20 µg/l, 0,7% ne dépassent pas le premier seuil (2 µg/l).
- Pour les composés linéaires du PFOS et du PFOA, un peu moins d'un participant sur 5 a une valeur supérieure à la valeur-guide HBM I pour le PFOA (17,9%) et pour le PFOS (18,8%).
- De manière générale, les plus âgés ont tendance à davantage dépasser les valeurs seuils santé que les plus jeunes. Ce même constat est aussi observé entre les hommes et les femmes, où plus de dépassements chez les hommes sont constatés.

5.3.4 Comparaison avec la population générale wallonne

La comparaison des imprégnations en PFAS entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population générale wallonne tient compte également du sexe, étant donné que des différences significatives entre hommes et femmes ont, généralement, été observées dans l'étude BMH-Wal (Jacques *et al.*, 2023a,b,c, Jacques *et al.*, 2025). La comparaison a été effectuée à l'aide de tests statistiques de Mann-Whitney.

5.3.4.a Comparaison des concentrations sériques

La comparaison des imprégnations entre les deux populations a été réalisée sur 5 PFAS. Les PFHpA et PFHxA ayant été très peu quantifiés dans les deux populations (Jacques *et al.*, 2023c, Jacques *et al.*, 2025), aucune analyse statistique n'a été possible. Les résultats de cette analyse comparative ont mis en évidence que les concentrations en PFOA linéaire sont significativement 1,4 fois plus élevées chez les habitants de 40 à 59 ans de la zone C du Feeder du Hainaut par rapport à la population générale wallonne, quel que soit le sexe (Figure 43). Pour les deux autres classes d'âge, l'imprégnation en PFOA est similaire à celle de la population wallonne, voire plus basses (Figure 43). Il n'y a pas de différence significative pour le PFOS linéaire pour les 12 à 19 ans de la zone C du Feeder du Hainaut avec l'imprégnation en PFOS des adolescents wallons. Par contre les hommes de 20 à 39 ans et les femmes de 40 à 59 ans sont, respectivement, 1,3 et 1,4 fois plus imprégnés que ces mêmes catégories en population générale wallonne (Figure 44). Les concentrations en PFHxS sont significativement 1,9 à 4 fois plus élevées chez les habitants de la zone C du Feeder du Hainaut que celles de la population générale wallonne, selon la classe d'âge et le sexe (Figure 45).

Enfin, peu de différences significatives d'imprégnation en PFNA et PFDA ont été mises en évidence entre les deux populations étudiées (Figure 46 et Figure 47).

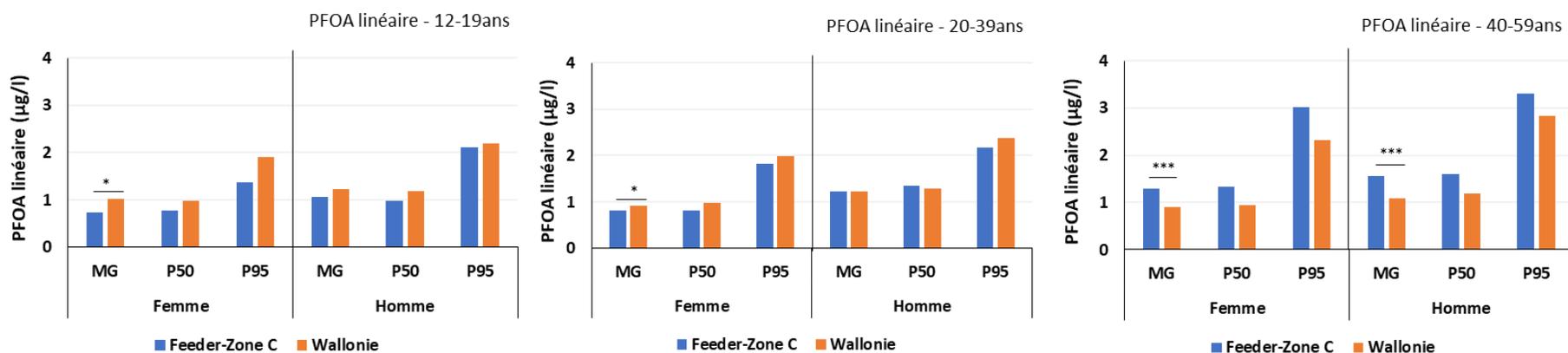


Figure 43: Comparaison des imprégnations en PFOA linéaire entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95

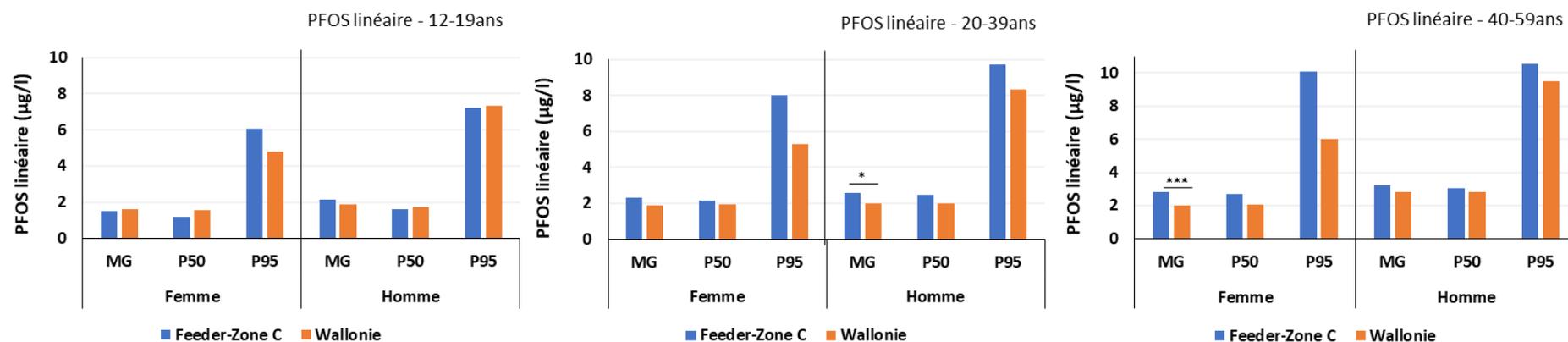


Figure 44. Comparaison des imprégnations en PFOS linéaire entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95

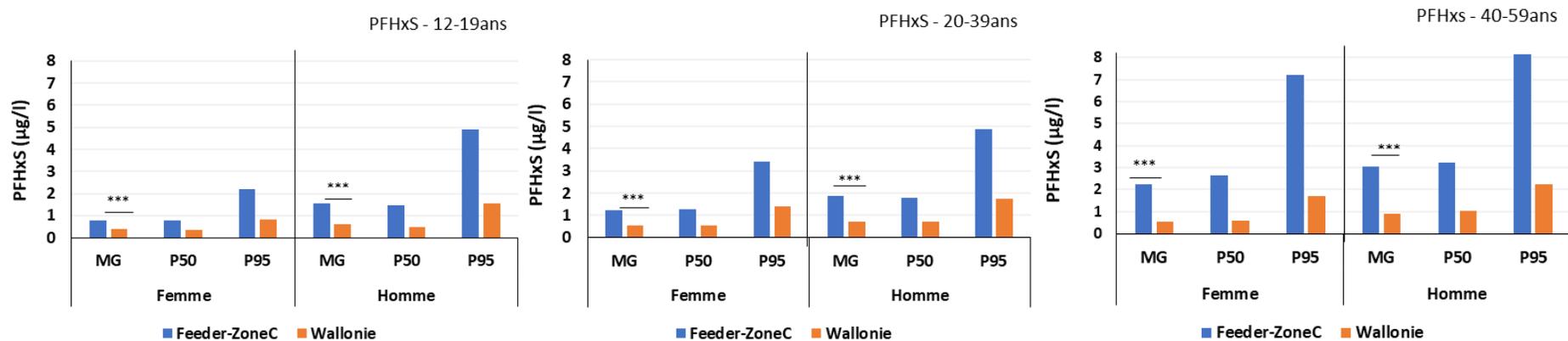


Figure 45. Comparaison des imprégnations en PFHxS entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

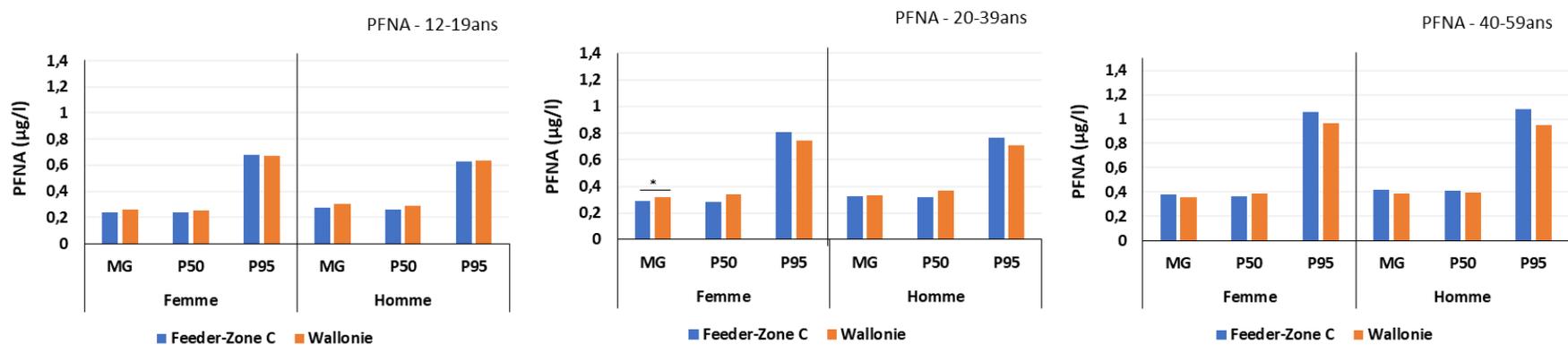


Figure 46. Comparaison des imprégnations en PFNA entre les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

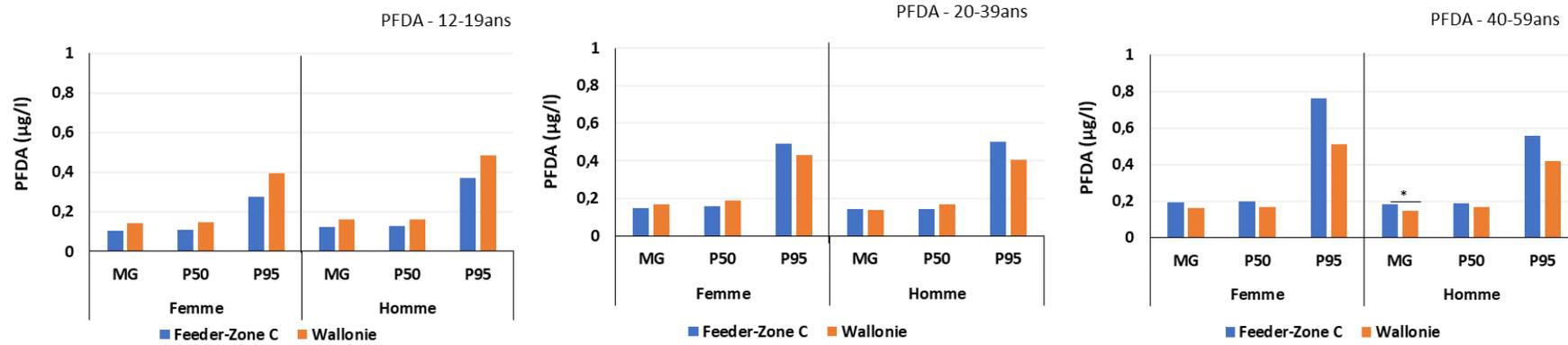


Figure 47. Comparaison des imprégnations en PFDA entre les résidents de zone C du Feeder du Hainaut et la population wallonne, par catégorie d'âge et par sexe. Test de Mann-Whitney (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). MG : moyenne géométrique, P50 : percentile 50, P95 : percentile 95.

Enfin, quelles que soient la population étudiée et la catégorie d'âge, les résultats obtenus soulignent que les hommes tendent à avoir des concentrations en PFAS plus élevées que les femmes adultes (notamment PFHxS, PFOS et PFOA). Cette observation est similaire à celle faite dans de nombreuses études de biomonitoring (Jacques et al., 2023c, 2025 ; Bartolomé et al., 2017 ; Bjermo et al., 2013 ; Schoeters et al., 2022 ; Ingelido et al., 2010 ; Pirard et al., 2020). Les taux de PFAS diminuent plus rapidement chez les femmes que chez les hommes, ceci s'expliquerait par les menstruations, mais également par des différences au niveau de l'élimination rénale (CSI, 2025). Les menstruations étant suspectées de favoriser l'élimination des PFAS chez la femme, une causation inverse est également envisagée pour expliquer, au moins en partie, les résultats des études associant exposition aux PFAS et survenue de ménarche ou de ménopause précoce (Knox et al., 2011; Taylor et al., 2014, in CSI, 2025).

Bien que l'analyse comparative ait mis en évidence des différences significatives entre les concentrations en PFAS mesurées chez les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et celles de la population générale wallonne (BMH-Wal), notamment pour PFOA, PFOS et PFHxS, il sera intéressant d'aller plus loin dans l'analyse statistique des données collectées de l'étude BMH-PFAS, par l'exploitation des réponses au questionnaire que chaque participant a complété. Ce travail constituera la prochaine étape du projet qui permettra d'établir des modèles statistiques plus précis et pertinents (à l'aide d'analyses multivariées) et ainsi de rechercher les déterminants d'imprégnation.

5.3.4.b Comparaison des dépassements des valeurs de référence d'exposition (VR95)

Des analyses statistiques ont été effectuées afin d'évaluer si les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut sont significativement surexposés, par rapport à cette population témoin. Les analyses ont été faites par catégorie d'âge et en tenant compte du sexe mais également en regroupant les hommes et les femmes.

Les résultats mettent en évidence une surexposition significative au PFHxS des habitants de la zone C du Feeder du Hainaut par rapport à la population générale wallonne (Tableau 24), quels que soient la catégorie d'âge et le sexe. Par ailleurs, une tendance à la surexposition aux PFOA linéaire et PFOS linéaire de la population de la zone étudiée par rapport à la population générale wallonne est également observée chez les 40-59 ans. En d'autres termes, ces résultats soulignent que le nombre de résidents de la zone C du Feeder du Hainaut dépassant les valeurs de référence d'exposition du PFHxS, PFOA linéaire et PFOS linéaire est plus important que celui dans la population générale wallonne.

Enfin, aucune surexposition significative des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut n'a été mise en évidence pour le PFHpA, PFNA et PFDA, en comparaison à la population générale wallonne.

Tableau 24. Comparaison de la proportion de dépassements des valeurs de référence d'exposition de chaque PFAS dans les deux populations étudiées (zone C du Feeder du Hainaut et BMH-Wal), selon la catégorie d'âge et le sexe. Les dépassements sont exprimés en pourcentage. Le nombre de personnes dépassant la VR95 (ou P95) et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Z-test ou test exact de Fisher ($p < 0.001$)

		12-19ans			20-39ans			40-59ans		
		Wallonie	Zone C - Feeder	P-value	Wallonie	Zone C - Feeder	P-value	Wallonie	Zone C - Feeder	P-value
PFHpA	Femme ^A	3,6% (5/137)	6,3% (1/16)	0,339	3,9% (6/152)	0% (0/113)	0,994	0% (0/157)	1,2% (2/173)	0,077
	Homme ^A	5,0% (7/139)	0% (0/22)	0,997	0% (0/103)	4,3% (3/69)	0,038	0,7% (1/145)	0,6% (1/156)	0,521
	Tous ^B	10,1% (28/276)	2,6% (1/38)	0,991	2,4% (6/255)	1,6% (3/182)	0,701	0,3% (1/302)	0,9% (3/329)	0,174
PFHxS	Femme ^A	5,1% (7/137)	25% (4/16)	0,035	5,3% (8/152)	46% (52/113)	<0,0001	5,1% (8/157)	65,3% (113/173)	<0,0001
	Homme ^A	5% (7/139)	27,3% (6/22)	0,011	5,8% (6/103)	56,5% (39/69)	<0,0001	5,5% (8/145)	76,3% (119/156)	<0,0001
	Tous ^B	6,1% (17/276)	36,8% (14/38)	<0,0001	5,5% (14/255)	47,3% (86/182)	<0,0001	5,3% (16/302)	69,9% (230/329)	<0,0001
PFOA _{lin}	Femme ^A	5,1% (7/137)	6,3% (1/16)	0,429	5,3% (8/152)	2,7% (3/113)	0,866	4,5% (7/157)	12,7% (22/173)	0,003
	Homme ^A	5% (7/139)	9,1% (2/22)	0,263	5,8% (6/103)	4,3% (3/69)	0,669	5,5% (8/145)	12,2% (19/156)	0,020
	Tous ^B	5,8% (16/276)	7,9% (3/38)	0,324	5,5% (14/255)	6,6% (12/182)	0,318	5% (15/302)	14,6% (48/329)	<0,0001
PFNA	Femme ^A	5,1% (7/137)	6,3% (1/16)	0,429	4,6% (7/152)	5,3% (6/113)	0,397	5,1% (8/157)	9,2% (16/173)	0,070
	Homme ^A	5% (7/139)	4,5% (1/22)	0,541	4,9% (5/103)	7,2% (5/69)	0,263	4,8% (7/145)	9,6% (15/156)	0,053
	Tous ^B	3,2% (9/276)	5,3% (2/38)	0,298	4,7% (12/255)	6,6% (12/182)	0,203	5% (15/302)	9,1% (30/329)	0,020
PFOS _{lin}	Femme ^A	5,1% (7/137)	6,3% (1/16)	0,256	5,3% (8/152)	14,2% (16/113)	0,009	5,1% (8/157)	13,3% (23/173)	0,004
	Homme ^A	5% (7/139)	4,5% (1/22)	0,541	5,8% (6/103)	5,8% (4/69)	0,503	5,5% (8/145)	8,3% (13/156)	0,167
	Tous ^B	5,4% (15/276)	7,9% (3/38)	0,296	5,5% (14/255)	9,3% (17/182)	0,068	5,3% (16/302)	8,5% (28/329)	0,055
PFDA	Femme ^A	5,1% (7/137)	6,3% (1/16)	0,429	4,6% (7/152)	7,1% (8/113)	0,201	5,1% (8/157)	12,1% (21/173)	0,010
	Homme ^A	5% (7/139)	4,5% (1/22)	0,542	5,8% (6/103)	10,1% (7/69)	0,158	4,1% (6/145)	10,3% (16/156)	0,019
	Tous ^B	5,4% (15/276)	5,3% (2/38)	0,518	5,1% (13/255)	8,2% (15/182)	0,101	4,6% (14/302)	10% (33/329)	0,004

^A Les comparaisons ont été faites avec les valeurs P95 respectives déterminées dans BMH-Wal

^B Les comparaisons ont été faites avec les valeurs de référence d'exposition (VR95) respectives déterminées dans BMH-Wal

Pour PFHpA, les comparaisons ont été faites avec la valeur de 0,1 µg/L (=valeur de la LOQ) car une VR95 n'a pas pu être déterminée en raison d'un trop grand nombre de résultats <LOQ.

Les valeurs en grisé sont indicatives car les P95 déterminés dans BMH-Wal sont inférieurs à la LOQ ou qu'une VR95 n'a pas pu être déterminée.

Les p-value en gras indiquent que la différence entre les deux populations (groupes) testées est statistiquement significative.

5.3.4.c Comparaison de la distribution des populations par rapport aux valeurs seuils santé de la somme PFAS NAS

Pour rappel, le CSI a retenu, mi-avril 2024, la somme PFAS NAS comme valeur de référence sanitaire, qui comporte deux seuils : 2 µg/l et 20 µg/l. Dans cette partie de l'analyse descriptive des résultats, une comparaison de la distribution des résidents de la zone du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, par rapport à ces deux valeurs seuils de la somme PFAS NAS a été effectuée. Cette analyse statistique a permis d'évaluer la similarité ou la différence de répartition des habitants de chaque population, par rapport aux deux valeurs seuils délimitant 3 groupes : ≤ 2 µg/l, 2 à 20 µg/l et > 20 µg/l (Tableau 25).

Il est important de noter que lors de l'étude BMH-Wal, 4 composés PFAS repris dans le calcul somme PFAS NAS n'ont été pas dosés (à savoir : MeFOSAA, PFUnDA, PFOS ramifiés et PFOA ramifiés). De ce fait, une somme PFAS NAS modifiée¹⁴, appelé par la suite « somme NASwal », a été recalculée pour tenir compte de cette différence et donc ne prenant que les PFAS communs entre les deux études. Pour cette comparaison, les sommes NASwal ont ainsi été calculées en additionnant les concentrations des PFAS suivants : PFHxS linéaire, PFOA linéaire, PFOS linéaire, PFNA et PFDA. De plus, afin d'appliquer le principe de précaution, les concentrations en PFAS inférieures à la LOQ ont été remplacées par la valeur LOQ de l'étude respective.

Les résultats de cette analyse soulignent que seule la classe d'âge 40-59 ans présente des différences statistiquement significatives de répartition entre les catégories NAS, en comparaison avec la population générale wallonne (principalement ≤ 2 µg/l et > 20µg/l). En effet, l'analyse souligne qu'il y a plus de résidents (40-59 ans) de la zone C du Feeder du Hainaut qui dépassent le seuil NAS de 20 µg/l par rapport à la population wallonne. A l'inverse, très peu de résidents de la zone C se situent dans la catégorie NAS ≤ 2µg/l en comparaison à la population wallonne. Concernant les adolescents et les jeunes adultes, aucune différence significative de répartition n'a été observée, bien qu'une proportion plus grande de résidents de la zone C, âgés de 20 à 39 ans, au-delà du seuil NAS > 20 µg/l (Tableau 25).

¹⁴ Les sommes PFAS NAS analysés dans ce chapitre sont différentes des précédentes car le nombre de PFAS inclus dans le calcul diffère. De ce fait, aucune comparaison des données du tableau NAS précédent ne peut être faite

Tableau 25. Comparaison de la répartition des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, dans les trois groupes de la somme PFAS NASwal ($\leq 2 \mu\text{g/l}$, $2-20 \mu\text{g/l}$, $>20 \mu\text{g/l}$) selon la catégorie d'âge et le sexe. Les proportions sont exprimées en pourcentage, et le nombre de personnes présentes dans la catégorie concernée et le nombre total de personnes sont indiqués entre parenthèses. Test du $\text{K}\chi^2$ ou test exact de Fisher ($p < 0,001$).

Groupe NAS	12-19ans			20-39ans			40-59ans			
	Wallonie	Feeder-Zone C	P-value	Wallonie	Feeder-Zone C	P-value	Wallonie	Feeder-Zone C	P-value	
Femme	$\leq 2 \mu\text{g/l}$	8% (11/137)	25% (4/16)	7,9% (12/152)	4% (5/113)		8,3% (13/157)	2,3% (4/173)		
	$2-20 \mu\text{g/l}$	90,5% (124/137)	75% (12/16)	0,089	91,4% (139/152)	93% (105/113)	0,419	90,4% (142/157)	91,9% (1159/173)	0,006
	$>20 \mu\text{g/l}$	1,5% (2/137)	0% (0/16)		0,7% (1/152)	3% (3/113)		1,3% (2/157)	5,8% (10/173)	
Homme	$\leq 2 \mu\text{g/l}$	1,4% (2/139)	0% (0/22)	2,9% (3/103)	2,9% (2/69)		3,4% (5/145)	0,6% (2/156)		
	$2-20 \mu\text{g/l}$	95,7% (133/139)	100% (22/22)	0,611	96,1% (99/103)	94,2% (65/69)	0,770	96,6% (140/145)	94,9% (148/156)	0,009
	$>20 \mu\text{g/l}$	2,9% (4/139)	0% (0/22)		1% (1/103)	2,9% (2/69)		0% (0/145)	4,5% (7/156)	
Tous	$\leq 2 \mu\text{g/l}$	4,7% (13/276)	10,5% (4/38)	5,9% (15/255)	3,8% (7/182)		6% (18/302)	1,5% (5/329)		
	$2-20 \mu\text{g/l}$	92,1% (257/279)	89,5% (34/38)	0,228	93,3% (238/255)	93,4% (170/182)	0,844	93,4% (282/302)	93,3% (307/329)	<0,0001
	$>20 \mu\text{g/l}$	2,2% (6/276)	0% (0/38)		0,8% (2/255)	2,7% (5/182)		0,6% (2/302)	5,2% (17/329)	

PFAS compris de cette somme PFAS NASwal: PFOA linéaire, PFOS linéaire, PFHxS linéaire, PFNA, PFDA

Les p-value en gras indiquent que la différence entre les deux populations testées est statistiquement significative.

5.3.4.d *Corrélations d'imprégnations en PFAS*

Des analyses de corrélations d'imprégnation en PFAS entre les 3 classes d'âges de la zone A du Feeder du Hainaut et de la population générale wallonne, à l'aide de corrélations de Spearman (Figure 48). Cette analyse a été réalisée sur les 5 PFAS mesurés dans les 2 études BMH-PFAS et BMH-Wal, à savoir : PFHxS, PFOA linéaire, PFNA, PFOS linéaire et le PFDA. Le PFHpA et le PFHxA ayant été très peu quantifiées dans ces études, l'analyse de corrélations n'a pas tenu compte de ces deux composés.

De fortes corrélations des imprégnations en PFAS chez les résidents de la zone étudiée en comparaison à la population générale wallonne pourraient être en lien avec un source commune de contamination, alors que les corrélations moindres en population générale wallonne pourraient traduire une exposition aux PFAS via des sources multiples.

L'analyse de corrélations dans la zone C du Feeder du Hainaut montre de fortes corrélations significatives entre les imprégnations en PFNA, PFDA et PFOS linéaire, quelle que soit la classe d'âge (Figure 48). En comparaison, les corrélations entre ces composés PFAS établies dans la population générale wallonne sont moins importantes que celles de la zone C du Feeder du Hainaut, quelle que soit la classe d'âge (Figure 48).

Ces fortes corrélations entre imprégnations en PFAS dans la zone C du Feeder du Hainaut pourraient être en lien avec un source commune de contamination pour les PFNA, PFDA et PFOS linéaire, alors que les corrélations moindres en population générale wallonne pourraient traduire une exposition aux PFAS via des sources multiples.

Cependant, les résultats de corrélations doivent être investigués davantage, notamment avec l'analyse des questionnaires remplis par les participants, afin de déterminer si possible, les facteurs explicatifs de leur exposition.

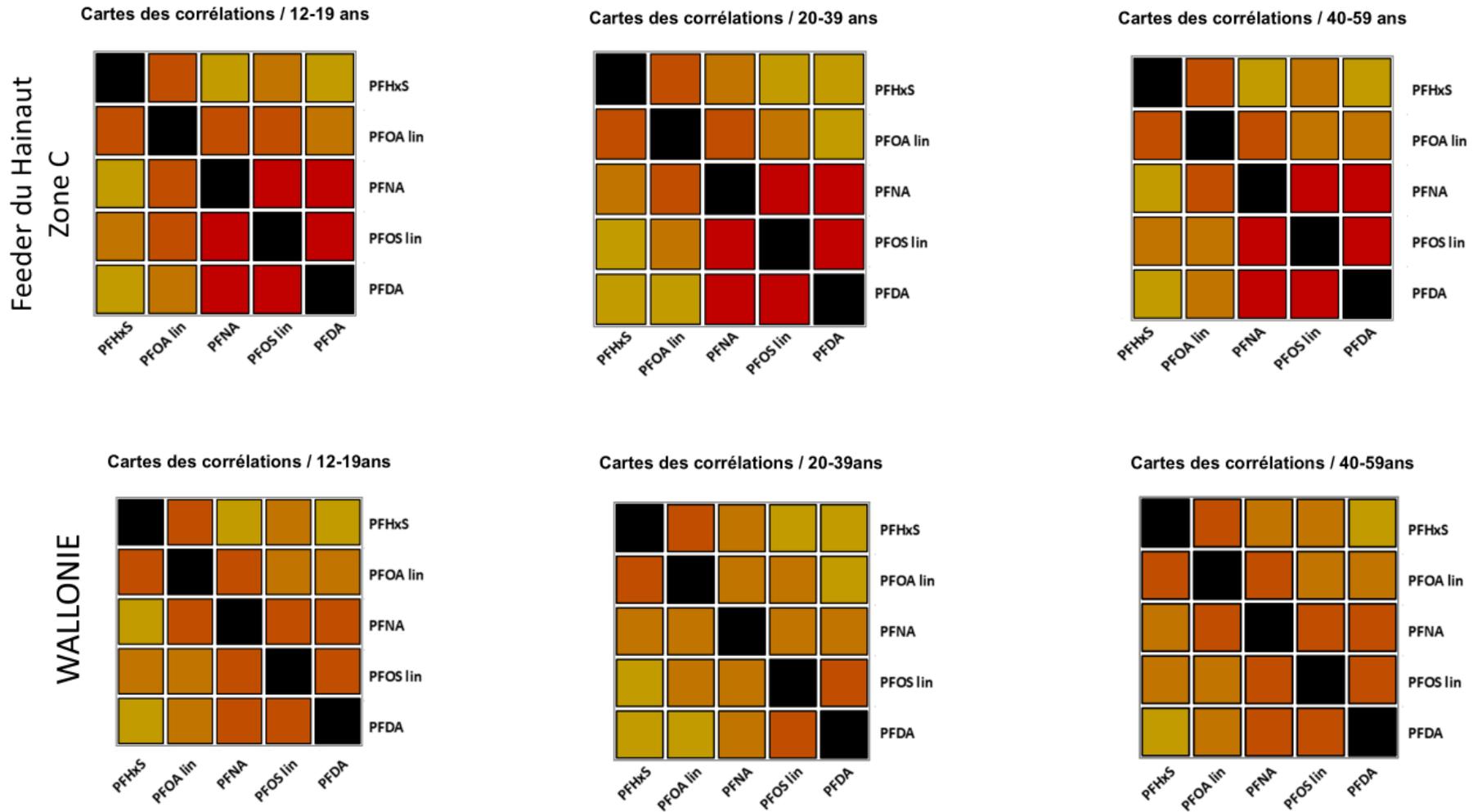


Figure 48: Corrélations entre les imprégnations en PFAS mesurées dans le sang des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut (haut) et de la population générale wallonne (bas) pour adolescents (12-19 ans), les jeunes adultes (20-39 ans) et les adultes (40-59 ans). Corrélation de Spearman ($p < 0,05$). La couleur représente l'intensité de la corrélation (plus la case est rouge, plus la corrélation est forte ; ; plus la case est jaune-vert, plus la corrélation est faible).

Sur base des données disponibles pour la zone C du Feeder du Hainaut

- L'analyse comparative avec la population wallonne a été menée pour les catégories d'âge investiguées dans cette étude : 12-19 ans, 20-39 ans et 40-59 ans.
- Les adolescents et les jeunes adultes de la zone C du Feeder du Hainaut ont une imprégnation en PFOA similaire à la population générale wallonne, voire légèrement inférieure, quand les adultes de 40 à 59 ans sont 1,4 fois plus imprégnés. Les adultes (20-59 ans) sont 1,4 fois plus imprégnés en PFOS que la population générale wallonne. Les résidents de 12 à 59 ans de la zone étudiée sont jusqu'à 4 fois plus imprégnés en PFHxS que la population wallonne.
- Il y a plus de dépassements de valeurs seuils santé dans la population de la zone C du Feeder du Hainaut (sauf chez les adolescents) que la population wallonne, significativement pour les adultes de 40-59 ans.
- De fortes corrélations des imprégnations en PFDA, PFNA et PFOS linéaire chez les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut en comparaison à la population générale wallonne sont relevées, suggérant une possible source commune de contamination. Les corrélations faibles ou modérées des autres composés PFAS suggèrent une exposition à ces PFAS via des sources multiples.

5.3.5 Profils PFAS dans le sang des résidents et eau de distribution

Depuis décembre 2023, plus aucun dépassement de la norme PFAS-20, entrée en vigueur depuis le 20 février 2025, n'est constaté dans les eaux de distribution en Wallonie. L'étude BMH-PFAS a été lancée, en décembre 2023, suite à des problèmes antérieurs de dépassement de cette limite dans l'eau de distribution alimentant des communes wallonnes.

Une première approche préliminaire de comparaison du profil PFAS de l'eau distribuée dans la zone concernée et du profil PFAS des résidents de cette zone permettrait d'apporter un premier éclairage sur l'impact de ces dépassements sur la population desservie par cette eau. Cela permettrait également d'évaluer si l'eau de distribution pouvait être une source d'exposition mais sans toutefois pouvoir apporter la preuve irréfutable du lien de causalité. En effet, les PFAS sont omniprésents dans notre quotidien et l'exposition à ces substances est donc multiple. Il est indispensable de pousser l'exploitation et l'analyse des données plus loin, en réalisant une étude statistique complète croisant les données d'imprégnation de la population avec les variables issues du questionnaire rempli par chaque participant. Cette analyse est en cours et permettra probablement d'apporter des réponses plus précises quant aux sources d'exposition aux PFAS de la population de la zone C du Feeder du Hainaut.

Les données d'analyse d'eau 'PFAS', les plus anciennes, pour les zones de distribution d'eau (ZDE) desservies par le Feeder du Hainaut datent au mieux de septembre 2023 (pour la zone C, 14/09/2023), suite au monitoring (eau du robinet) des eaux distribuées en Wallonie pour évaluer la teneur en PFAS. Cette absence d'un historique de données antérieures à septembre 2023 ainsi que les différents scénarios d'alimentation de chaque ZDE desservie par l'adduction 'Feeder du Hainaut' ne permettent, cependant, pas de dresser un profil tangible de l'eau ayant alimentée les résidents de ces ZDE

Le profil PFAS moyen dans le sang des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut est présenté à la Figure 49. Ces profils mettent en évidence la présence, essentiellement, de 3 PFAS dans le sang, à savoir : PFOS (42%), PFHxS (31%) et PFOA (17%). Les autres PFAS représentent, chacun, moins de 5%

de la totalité de la charge PFAS dosée dans le sang des habitants (PFNA 5%, PFDA 2,5%, PFHpS 1,6%). Les profils PFAS selon la classe d'âge sont présentés en annexe.

Ces signatures (concentrations relatives) des PFAS dans le sang des résidents de la zone desservie par cette eau doivent être investiguées plus en détail en considérant les propriétés physicochimiques (ex. volatilité, dégradabilité) et toxicocinétiques (absorption, distribution, métabolisme et élimination des PFAS dans l'organisme) mais également à travers l'analyse des questionnaires remplis par les participants, qui permettront d'évaluer les différentes sources possibles d'exposition aux PFAS.

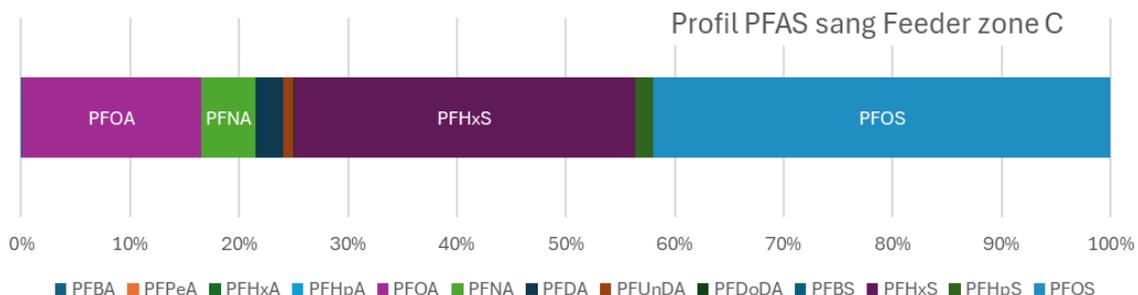


Figure 49. Profil moyen de l'imprégnation en PFAS des résidents de la zone C du Feeder du Hainaut

5.4 Comparaison entre les zones A, B, C du Feeder du Hainaut

Rappel : Bien qu'aujourd'hui, la teneur en PFAS-20 de l'eau transitant par la conduite « Feeder du Hainaut » est en deçà de la norme de 100 ng/l pour le paramètre PFAS-20, celle-ci a par le passé approché ou dépassé cette valeur. La zone desservie en eau par cette adduction est scindée en 3 zones (voir 4.1). Les communes, en totalité ou en partie, alimentées en eau potable via le Feeder du Hainaut n'en reçoivent pas la même part, actuellement. Dans le cadre du BMH-PFAS, trois zones, appelées A, B ou C, ont été définies sur base de l'historique et du scénario d'alimentation en vigueur depuis mi-novembre 2023. Ainsi, aujourd'hui, la zone A reste alimentée complètement par le Feeder du Hainaut (zone A), la zone B est alimentée par un mélange d'eau issue du Feeder du Hainaut (zone B), la zone C n'est plus alimentée par cette conduite mais l'a été par le passé (zone C).

Ces différentes situations se reflètent-elles au niveau de l'imprégnation en PFAS des populations vivant dans les zones desservies par le Feeder du Hainaut ?

5.4.1 Fréquence de quantification

Quelle que soit la catégorie d'âge, les fréquences de quantification sont relativement similaires pour chaque PFAS, entre les zones A et B, alors qu'elles sont plus faibles pour la zone C. En effet, les composés PFHpA, PFOA ramifiés et PFHxS ramifiés ont des fréquences de quantification 5 à 20 fois inférieures dans la zone C en comparaison aux zones A et B. Par ailleurs, le composé PFBS n'a pas été détecté dans le sang des résidents de la zone C, alors qu'il est quantifié dans 6 à 17% des résidents des zones A et B (Tableau 26).

5.4.2 Valeurs de référence sanitaire

Les trois zones étudiées ont été comparées au regard des différentes catégories NAS mais également des dépassements des valeurs de référence sanitaire HBM I pour le PFOS et le PFOA.

De manière générale, pour chaque classe d'âge, la proportion de résidents de chaque zone dans les trois catégories NAS est similaire (Tableau 27). En effet, sans tenir compte de la catégorie d'âge, les pourcentages de résidents dépassant le seuil NAS > 20 µg/l est relativement semblable pour chaque zone (A : 8,5%, B : 5,8%, C : 7,3%).

Concernant les valeurs seuil HBM-I (voir 5.1.3.b ; 5.2.3.b ; 5.3.3.b), il apparaît que le dépassement HBM I pour le PFOA est plus faible pour la zone C par rapport aux zones A et B (18% contre 35%) ; alors que l'inverse est observé pour le dépassement HBM I pour le PFOS (19% contre 13%).

Ces résultats soulignent des disparités au niveau des différences de concentrations, entre chaque zone, pour chaque PFAS, pris individuellement.

Tableau 26. Synthèse des fréquences de quantification (%) de chaque composé PFAS dosé dans les prises de sang veineux, selon la zone du Feeder du Hainaut pour chaque catégorie d'âge étudiée.

Cat. âge/Zone	N	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA linéaire	PFOA ramifié	PFOA total	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS linéaire	PFHxS ramifié	PFHxS total	PFHpS	PFOS linéaire	PFOS ramifié	PFOS total
12-19 ans																				
Zone A	25	4,0	0,0	0,0	12,0	100,0	20,0	100,0	96,0	68,0	12,0	4,0	12,0	100,0	60,0	100,0	28,0	100,0	100,0	100,0
Zone B	12	0,0	0,0	0,0	16,7	100,0	25,0	100,0	91,7	58,3	16,7	16,7	16,7	100,0	58,3	100,0	50,0	100,0	91,7	100,0
Zone C	38	2,6	0,0	0,0	2,6	100,0	0,0	100,0	97,4	63,2	13,2	2,6	0,0	100,0	10,5	100,0	28,9	100,0	100,0	100,0
20-39 ans																				
Zone A	136	2,9	0,0	0,0	5,1	100,0	13,2	100,0	97,1	65,4	19,9	1,5	8,1	100,0	52,9	100,0	42,6	100,0	99,3	100,0
Zone B	100	3,0	0,0	0,0	2,0	100,0	8,0	100,0	98,0	70,0	21,0	1,0	6,0	100,0	43,0	100,0	45,0	100,0	99,0	100,0
Zone C	182	1,1	0,0	0,0	1,6	100,0	1,6	100,0	97,8	74,7	35,7	2,7	0,0	100,0	13,2	100,0	46,7	100,0	100,0	100,0
40-59 ans																				
Zone A	274	3,6	0,0	0,0	8,8	99,6	16,1	99,6	98,2	77,0	39,4	4,0	12,4	99,6	73,4	99,6	73,7	100,0	99,6	100,0
Zone B	179	4,5	0,0	0,0	6,7	100,0	14,5	100,0	98,9	89,4	42,5	3,9	8,4	100,0	72,1	100,0	78,2	100,0	99,4	100,0
Zone C	329	3,3	0,0	0,0	0,9	100,0	2,7	100,0	98,2	85,4	46,8	7,0	0,0	100,0	32,2	100,0	74,5	100,0	100,0	100,0

Vert foncé: Fréquence de quantification > 40%

Vert clair : Fréquence de quantification < 40%

Les PFAS indiqués en gras sont les PFAS analysés dans le programme BMH-Wal

Tableau 27. Synthèse de la répartition des résidents de chaque zone dans les trois catégories NAS, selon la classe d'âge

Groupe NAS	12-19ans			20-39ans			40-59ans		
	Feeder A	Feeder B	Feeder C	Feeder A	Feeder B	Feeder C	Feeder A	Feeder B	Feeder C
<2 µg/L	0% (0/25)	0% (0/12)	3% (1/38)	0% (0/136)	1% (1/100)	1% (1/182)	1% (3/274)	0% (0/179)	1% (2/329)
2-20 µg/L	100% (25/25)	100% (12/12)	97% (37/38)	99% (134/136)	98% (98/100)	95% (173/182)	86% (236/274)	91% (163/179)	90% (295/329)
>20 µg/L	0% (0/25)	0% (0/12)	0% (0/38)	1% (2/136)	1% (1/100)	4% (8/182)	13% (35/274)	9% (16/179)	10% (32/329)

5.4.3 Imprégnations en PFAS

Les imprégnations des composés PFAS les plus quantifiés dans le sang des résidents ont été comparées entre chaque zone afin d'évaluer si le scénario de distribution de l'eau du Feeder du Hainaut influence l'imprégnation. Pour cela des tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis, suivi d'un test post-hoc de Dunn ont été réalisés pour chaque PFAS analysé. Le seuil de significativité a été fixé à 0,05.

Les résultats mettent en évidence que, quelle que soit la classe d'âge, les résidents de la zone C sont significativement moins imprégnés en PFOA et PFHxS mais significativement plus imprégnés en PFDA que les résidents de la zone A (excepté les 12-19 ans). En revanche, aucune différence significative n'a été observé entre les résidents des zones A et B (excepté pour le PFDA chez les 40-59 ans) (Figure 50, Figure 51, Figure 52, Figure 53, Figure 54).

Ces résultats suggèrent donc que le scénario de distribution d'eau a pu influencer l'imprégnation des résidents de chaque zone. En effet, les résidents de la zone C (ayant été alimentés par une eau en partie provenant du Feeder du Hainaut) ont été moins exposés à certains PFAS. Il par L'analyse statistique des questionnaires remplis par les participants à l'étude sera donc nécessaire et intéressante afin de dégager les sources de l'exposition aux PFAS.

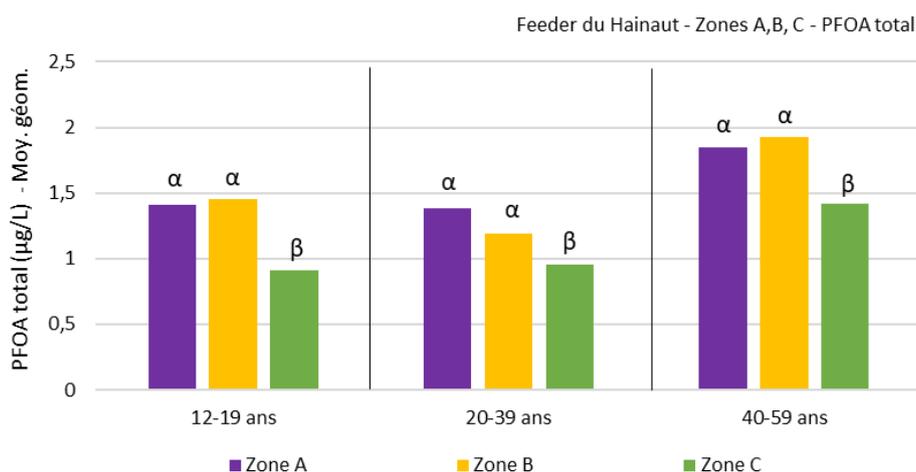


Figure 50. Comparaison des imprégnations en PFOA total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn ($p < 0,05$). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.

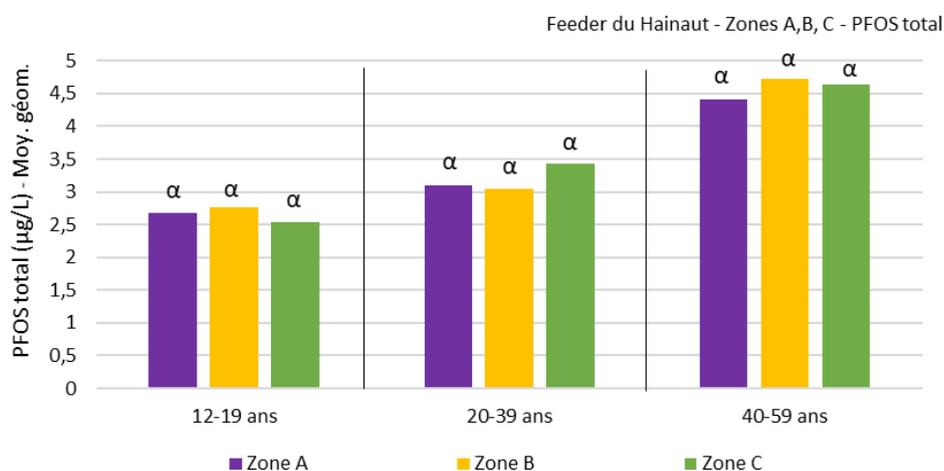


Figure 51. Comparaison des imprégnations en PFOS total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn ($p < 0,05$). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.

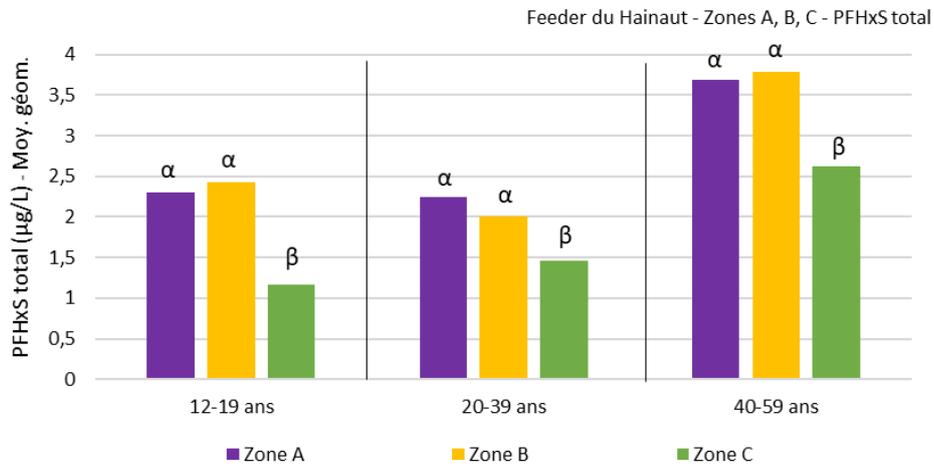


Figure 52. Comparaison des imprégnations en PFHxS total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn ($p < 0,05$). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.

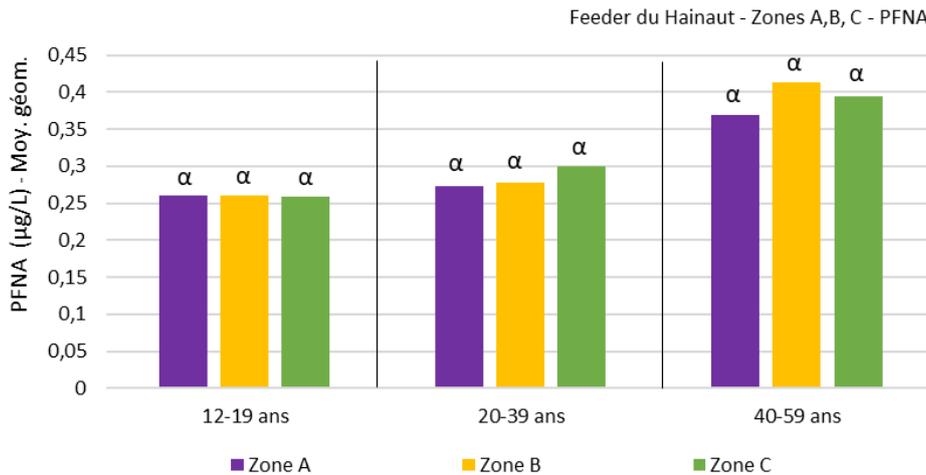


Figure 53. Comparaison des imprégnations en PFNA total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn ($p < 0,05$). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.

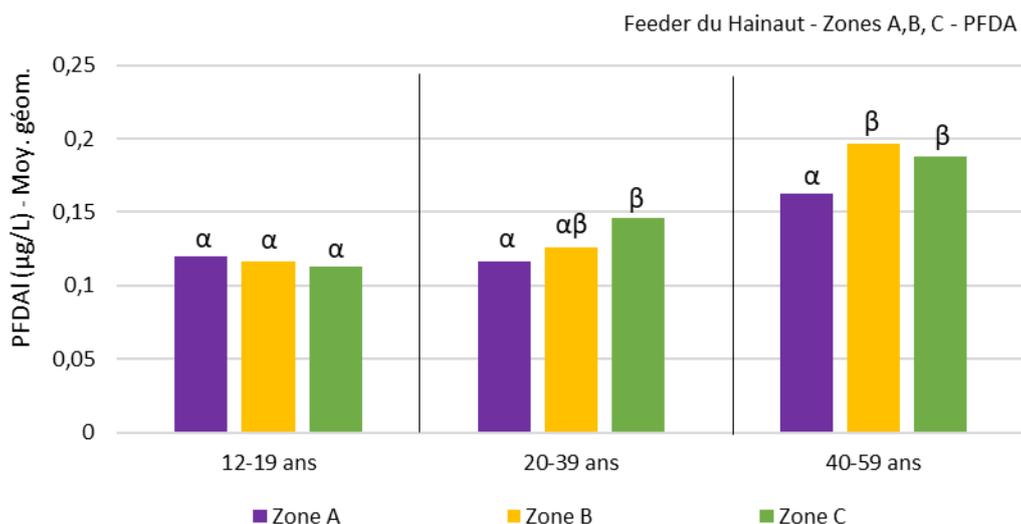


Figure 54. Comparaison des imprégnations en PFDA total en fonction de la zone du Feeder du Hainaut et de la classe d'âge. Test Kruskal-Wallis et post-hoc de Dunn ($p < 0,05$). Des lettres différentes mettent en évidence une différence significative entre les conditions. Des lettres identiques soulignent l'absence de différence significative entre les conditions.

Quel que soit l'historique de l'alimentation en eau en provenance du Feeder du Hainaut, les résidents ont des imprégnations en PFAS plus élevées que la population wallonne. Cependant, des différences apparaissent entre les zones définies sur base du scénario d'alimentation.

Pour rappel : la zone A a toujours été desservie exclusivement par l'eau issue du Feeder du Hainaut ; la zone B a toujours été desservie par une eau en partie issue de cette conduite ; la zone C a été desservie dans le passé mais ne l'est plus aujourd'hui.

Quelle que soit la catégorie d'âge et la zone, les fréquences de quantification sont relativement similaires pour chaque PFAS.

La part de résidents dépassant le seuil NAS > 20 µg/l est relativement semblable pour chaque zone (A : 8,5%, B : 5,8%, C : 7,3%), toutefois des différences significatives de concentrations en PFAS apparaissent entre les 3 zones, selon le PFAS considéré.

Quelle que soit la classe d'âge, les résidents de la zone C sont significativement moins imprégnés en PFOA et PFHxS. En revanche, aucune différence significative n'a été observée entre les résidents des zones A et B. Il n'y a pas de différence significative pour le PFOS et le PFNA entre les imprégnations des habitants des trois zones. Cependant, chez les résidents de la zone C, il y a plus de dépassements de la valeur de référence sanitaire HBM I pour le PFOS.

6 Conclusions générales et recommandations préliminaires

La mise en place de l'étude BMH-PFAS fait suite à l'état de la situation, exposé fin 2023, en matière de PFAS dans l'eau de distribution. Des dépassements de la norme européenne de 100 ng/l PFAS-20 (entrée en vigueur en Wallonie le 20 février 2025) ont été constatés dans plusieurs zones de distribution d'eau en Wallonie, comme pour la zone du Feeder du Hainaut qui dessert en tout ou partie 10 communes hennuyères et brabançonnaises : Braine-l'Alleud, Braine-Le-Château, Braine-Le-Comte, Ecaussinnes, Ittre, Le Roeulx, Seneffe, Soignies, Tubize et Waterloo. Dans le cadre de cette étude, la zone à investiguer a été divisée en 3 zones selon le scénario d'alimentation en eau en provenance du Feeder du Hainaut. Ainsi, la zone A est alimentée à 100 % par cette adduction d'eau. Pour l'alimentation en eau de la zone B, 40% provient du Feeder du Hainaut depuis mi-novembre 2023 (auparavant 60-80%). Quant à la zone C, elle n'est plus alimentée par le Feeder du Hainaut depuis mi-novembre 2023 (auparavant 70-80% avant 2023, puis 40% à partir de 2023). Toutes les zones étudiées ont reçu de l'eau issue du Feeder mais leur historique d'alimentation est différent.

Entre mai et juillet 2025, 12 séances de prélèvements ont été organisées. Ainsi, 1276 échantillons de sang ont été collectés chez les résidents volontaires de la zone du Feeder du Hainaut (1275 prises de sang veineux et 1 prélèvement de sang capillaire au bout du doigt). Parmi les résidents de cette région trois classes d'âge (12-19 ans, 20-39 ans et 40-59 ans) ont été ciblées, suivant ainsi la méthodologie du programme de biomonitoring humain wallon, BMH-Wal. Les classes d'âges les plus représentées sont les catégories 40-59 ans, alors que les adolescents de 12-19 ans sont les moins représentés. De plus, quelle que soit la classe d'âge, la répartition entre hommes et femmes est légèrement déséquilibrée en faveur des femmes.

Globalement, les résultats d'imprégnations des 19 composés PFAS recherchés dans le sérum mettent en évidence que les adolescents (12-19 ans) et les jeunes adultes (20-39 ans) sont moins imprégnés que les adultes (40-59 ans). Cette observation corrobore les résultats de l'étude BMH-Wal en population générale wallonne et d'autres études européennes et peut s'expliquer par le caractère bioaccumulable des PFAS. Par ailleurs, les concentrations en PFAS sont aussi généralement plus basses chez les femmes que chez les hommes, quelle que soit la catégorie d'âge.

L'analyse globale des résultats par rapport aux valeurs sanitaires, retenues par le CSI, indique que, quelle que soit la zone considérée, 0,3 à 0,7 % des participants sont sous la valeur 2 µg/l de la somme PFAS NAS, indiquant qu'il n'y a pas d'effet néfaste attendu sur la santé. La majorité des résidents, environ 90 %, ont une valeur somme PFAS NAS comprise entre 2 et 20 µg/l, et 6 à 8 % de la population testée a une valeur supérieure au second seuil de la somme PFAS NAS, soit 20 µg/l, au-delà duquel il y a un risque accru d'effets indésirables sur la santé. Cependant, en comparaison avec la population wallonne, il apparaît que seuls les adultes 40-59 ans, résidant dans les 3 zones du Feeder du Hainaut sont significativement plus nombreux à avoir une somme NAS > 20µg/l, quel que soit le sexe.

Concernant les valeurs sanitaires HBM I, entre 18 % et 36 % des résidents des zones A, B et C du Feeder du Hainaut dépassent la valeur HBM I du PFOA, alors qu'entre 12 % et 19 % dépassent la valeur HBM I du PFOS. Les dépassements de la valeur HBM I du PFOA sont plus importants que ceux observés dans la population générale wallonne, où ce résultat est observé pour 8 %. En revanche, le dépassement de la valeur HBM I PFOS est similaire pour les deux populations (Feeder et Wallonie), bien que les résidents de la zone C du Feeder du Hainaut aient tendance à plus le dépasser (19% contre 10%).

Des différences significatives entre les imprégnations des résidents du Feeder du Hainaut, quelle que soit la zone, et de la population générale wallonne sont principalement observées pour 2 composés PFAS, à savoir le PFOA linéaire et le PFHxS linéaire. Les concentrations en PFOA linéaire mesurées dans le sérum sont 1,3 à 2 fois plus élevées chez les résidents desservis par le Feeder du Hainaut, quels que soient la catégorie d'âge et le sexe. Concernant le PFHxS, les concentrations mesurées dans le sérum des résidents desservis par le Feeder du Hainaut sont 2 à 6 fois plus élevées que celles mesurées dans la population générale wallonne, quels que soient la catégorie d'âge et le sexe considérés.

Les analyses comparatives réalisées démontrent une surexposition au PFHxS de la population de la zone du Feeder du Hainaut, en comparaison à la population générale wallonne.

Une comparaison des imprégnations en PFAS a également été réalisée entre les 3 zones du Feeder du Hainaut. Les résultats mettent en évidence que, quelle que soit la classe d'âge, les résidents de la zone C sont significativement moins imprégnés en PFOA et PFHxS. En revanche, aucune différence significative n'a été observée entre les résidents des zones A et B. Il n'y a pas de différence significative pour le PFOS et le PFNA entre les imprégnations des habitants des trois zones. Cependant, chez les résidents de la zone C, il y a plus de dépassements de la valeur de référence sanitaire HBM I pour le PFOS.

A l'issue de cette première étape du projet BMH-PFAS, des premières recommandations à destination des citoyens ont été élaborées avec l'appui du Conseil Scientifique Indépendant. Elles pourront être affinées, par la suite, lors des volets suivants de l'étude, notamment après l'analyse statistique approfondie des données d'imprégnation en regard des variables du questionnaire d'enquête.

A côté de ces recommandations concrètes pour chaque citoyen, des actions à court, moyen et long terme doivent être prises aux niveaux régional, national et européen (voire mondial) pour limiter et réduire l'exposition des citoyens. La réduction des imprégnations en PFAS passe par l'élimination d'une ou des sources d'exposition aux PFAS.

Dans la zone du Feeder du Hainaut étudiée, il est probable que l'eau de distribution ait été une source d'exposition pour les résidents. Cependant, actuellement, aucune preuve scientifique ne permet d'affirmer que l'eau de distribution est la seule responsable des taux d'imprégnation mesurés de cette étude. L'eau de distribution respecte aujourd'hui, partout en Wallonie, la norme de 100 ng/l pour le paramètre PFAS-20 (entrée en vigueur le 20 février 2025), grâce à l'installation de filtres à charbon là où cela s'est avéré nécessaire.

Les PFAS étant des molécules de synthèse utilisées pour des applications diverses et dans de nombreux produits du quotidien, d'autres sources d'exposition que l'eau de distribution ne sont pas à négliger, telle que l'alimentation, connue pour être une source principale d'exposition aux PFAS pour la population générale. Une attention particulière doit être apportée à ces autres sources d'exposition potentielles via l'analyse des questionnaires remplis par les participants, afin de déterminer et prendre en compte l'ensemble des facteurs d'exposition et ainsi mettre en œuvre les actions les plus efficaces possibles pour réduire ou supprimer l'exposition aux PFAS de la population de la zone du Feeder du Hainaut.

Enfin, le Conseil Scientifique Indépendant PFAS a émis des recommandations destinées aux professionnels de la santé en cas de dépassements des valeurs seuils sanitaires (HBM I et somme PFAS NAS). Des outils d'informations sont mis à la disposition du corps médical (webinaire, documents

d'information) afin de leur permettre d'assurer le suivi sanitaire le plus adéquat de leur patientèle. Cependant, il est important de souligner qu'un dépassement d'une des valeurs seuils santé n'entraînera pas obligatoirement des effets néfastes sur la santé.

7 Bibliographie

- Addinsoft, 2022. *XLSTAT statistical and data analysis solution*. Paris, France. <https://www.xlstat.com/fr>
- Apel, P., Angerer, J., Wilhelm, M., Kolossa-Gehring, M., 2017. *New HBM values for emerging substances, inventory of reference and HBM values in force and working principles of the German Human Biomonitoring Commission*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220, 152-166. doi:10.1016/j.ijheh.2016.09.007
- ATSDR, 2018. *Toxicological profile for perfluoroalkyls*. Draft for Public Comment Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf>.
- Bartolomé, M., Gallego-Picó, A., Cutanda, F., Huetos, O., Esteban, M., Pérez-Gómez, B., Castaño, A., 2017. *Perfluorinated alkyl substances in spanish adults: geographical distribution and determinants of exposure*. *Sci. Total Environ.* 603–604, 352–360. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.031>
- Benbrahim-Talla et al., 2014. *Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid, tetrafluoroethylene, dichloromethane, 1,2-dichloropropane, and 1,3-propane sultone*. *The Lancet Oncology*, 15, 9, 924-925.
- Bjermo, H., Darnerud, P.O., Pearson, M., Barbieri, H.E., Lindroos, A.K., Nälsén, C., Lindh, C.H., Jönsson, B.A.G., Glynn, A., 2013. *Serum concentrations of perfluorinated alkyl acids and their associations with diet and personal characteristics among Swedish adults*. *Mol. Nutr. Food Res.* 57 (12), 2206–2215. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200845>
- Bulson, E.E.; Remucal, C.K.; Hicks, A.L. 2023. *End-of-life circulation of PFAS in metal recycling streams: A sustainability-focused review, Resources, Conservation and Recycling*, Volume 194, 2023, 106978
- Consortium Eurofins, Eurofins Belgium, Eurofins Forensics, Dr. Bernard Dirk, L-BioStat, Dr. Kate Hoffman, Dr. Veronica Vieira, Dr. Scott Bartell (2025), *Grootschalig PFAS bloedonderzoek in de buurt van de 3M-fabriek in Zwijndrecht-Resultatenrapport*, in opdracht van Departement Zorg, 210p.
- Courtney C. Carignan, Rachel A. Bauer, Andrew Patterson, Thep Phomsopha, Eric Redman, Heather M. Stapleton, and Christopher P. Higgins, 2023. *Self-Collection Blood Test for PFASs: Comparing Volumetric Microsamplers with a Traditional Serum Approach*. *Environmental Science & Technology* 2023 57 (21), 7950-7957. DOI: 10.1021/acs.est.2c09852
- CSI (Conseil Scientifique Indépendant), 2025. Rapport PFAS, 30/05/2025, 229p https://environnement.wallonie.be/files/Images/Gestion%20environnementale/EnvironnementSante/document%20pdf/PFAS/PFAS_CSI_Rapport_Final_VF.pdf
https://environnement.wallonie.be/files/Images/Gestion%20environnementale/EnvironnementSante/document%20pdf/PFAS/PFAS_CSI_Rapport_Final_Summary_VF.pdf
- Delahaye L, Bernard D, Demoor T., 2023. *Clinical Validation of Capillary Sampling Using VAMS For Application In Population Studies On PFAS*. Annual Meeting of Royal Belgian Society of Laboratory Medicine (RBSLM), 47th edition, 17/11/2023. <https://www.rbslm.be/2023-annual-rbslm-meeting>
- EFSA (European Food Safety Authority), 2020. *Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food*, *EFSA Journal* 18(9):6223. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6223>
- Eurofins Forensics Belgium, Eurofins Clinical Diagnostics Kortrijk, 2023. *Largescale blood test PFAS in residents living in vicinity of the 3M site in Zwijndrecht - Substudy 2 : Validation study capillary sampling, commissioned by the Care Department of the Flemish Government*, 15 p. <https://www.vlaanderen.be/pfas->

[vervuiling/pfas-bloedonderzoeken-algemeen/groepsresultaten-van-het-bloedonderzoek](https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1699479484/Grootschalig_bloedonderzoek_PFAS_bij_omwonenden_van_de_3M_validatie_c_ap_afname_vyp3bv.pdf)
https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1699479484/Grootschalig_bloedonderzoek_PFAS_bij_omwonenden_van_de_3M_validatie_c_ap_afname_vyp3bv.pdf

Glüge, J., Scheringer, M., DeWitt, J.C., Goldenman, G., Herzke, D., Lohmann, R., Ng, C., Trier, X., Wang Z. 2002. *An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)*. Environ. Sci.: Process. Impacts, 2020, 22

Ingelido, A.M., Marra, V., Abballe, A., Valentini, S., Iacovella, N., Barbieri, P., Porpora, M.G., Domenico, Adi, Felip, E.D., 2010. *Perfluorooctanesulfonate and perfluorooctanoic acid exposures of the Italian general population*. Chemosphere 80 (10), 1125–1130. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.06.025>

Jacques, A., Ruthy, I., Maggi, P., Remy, S., 2023a, *BioMonitoring Humain Wallon BMH-Wal : Détermination des valeurs de référence pour la population wallonne phase 1 : nouveau-nés, adolescents et adultes (20-39 ans)*, ISSeP, RP1-RAP-23-00472, version 2, Février 2023. 66p - <https://www.issep.be/bmh-wal/>

Jacques, A., Ruthy, I., Maggi, P., Remy, S., 2023b, *BioMonitoring Humain Wallon BMH-Wal : Détermination des valeurs de référence pour la population wallonne phase 2 : Enfants 3-5 ans et enfants 6-11 ans*, ISSeP, RP1-RAP-22-03535, Mars 2023. 52p - <https://www.issep.be/bmh-wal/>

Jacques, A., Ruthy, I., Maggi, P., Remy, S., 2023c, *BioMonitoring Humain Wallon BMH-Wal : Détermination des valeurs de référence pour la population wallonne phase 1 : nouveau-nés, adolescents et adultes (20-39 ans) – Substances supplémentaires*, ISSeP, RP1-RAP-23-00424, Mars 2023. 54p - <https://www.issep.be/bmh-wal/>

Jacques, A., Ruthy, I., Maggi, P., Remy, S., 2023d, *BioMonitoring Humain Wallon BMH-Wal, Méthodes d'élaboration et d'analyse des résultats* BMH-Wal. RP1-RAP-22-03537. Janvier 2023.11p. <https://www.issep.be/bmh-wal/>

Jacques, A., Ruthy, I., Jacquemin, P., 2025, *BioMonitoring Humain Wallon BMH-Wal, Détermination des valeurs de référence pour la population wallonne phase 3 : Adultes de 40 à 59 ans*, ISSeP, RP1-RAP-24-04063, janvier 2025. <https://www.issep.be/bmh-wal/>

Kissa, E., 2001. *Fluorinated Surfactants and Repellents*, 2nd edition. Marcel Dekker Inc., New York

Knox, S.S., Jackson, T., Javins, B., Frisbee, S.J., Shankar, A., Ducatman, A.M., 2011. *Implications of early menopause in women exposed to perfluorocarbons*. J ClinEndocrinol Metab 96, 1747–1753. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-2401>

Lindstrom, A.B., Strynar, M.J., Libelo, E.L., 2011. *Polyfluorinated compounds: past, present, and future*. Environmental Science and Technology 45 (19), 7954–7961. <https://doi.org/10.1021/es2011622>.

NASEM, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2022. *Guidance on PFAS Exposure, Testing, and Clinical Follow-Up*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26156>

OECD, 2021. *Reconciling terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances: Recommendations and practical guidance*, OECD Series on Risk Management, No. 61, OECD Publishing, Paris.

OECD. 2022. *Fact Cards of Major Groups of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) - Series on Risk Management (Issue 68)*. [https://doi.org/ENV/CBC/MONO\(2022\)1](https://doi.org/ENV/CBC/MONO(2022)1)

Pirard, C., Dufour, P., & Charlier, C., 2020. Background contamination of perfluoralkyl substances in a Belgian general population. *Toxicology Letters*, 333:13-21. doi:10.1016/j.toxlet.2020.07.015

Schoeters, G., Verheyen, V.J., Colles, A., Remy, S., Martin, L.R., Govarts, E., et al., 2022. Internal exposure of Flemish teenagers to environmental pollutants: Results of the Flemish Environment and Health Study 2016–2020 (FLEHS IV). *Int J Hyg Environ Health*, 242(January):113972. doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113972

SFSE, 2023, *Comportement dans l'environnement - Paramètres physico-chimiques des PFAS*, Fiche pratique n°8, Evaluation et gestion des PFAS, mise à jour novembre 2023. https://www.sfse.org/article/ressources/Fiches-pratiques---Evaluation-et-gestion-des-PFAS-%28Per-et-Poly-Fluoro-Alkyls-Substances%29-/useful_doc/0/lire-details/0/0/4/4/110

SPW-ARNE (Service Public de Wallonie), 2024, Les PFAS dans les eaux de distribution en Wallonie - Etat des lieux, 21p.

Taylor, K.W., Hoffman, K., Thayer, K.A., Daniels, J.L., 2014. *Polyfluoroalkyl chemicals and menopause among women 20-65 years of age (NHANES)*. *Environ Health Perspect* 122, 145–150. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306707>

Zahm et al. (2024). *Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid and perfluorooctanesulfonic acid*. *The Lancet Oncology*, 25, 1, 16-17.

8 Annexes

8.1 Méthodologie d'analyse des échantillons de sang prélevés au bout du doigt.

Le type de prélèvement par piqûre au doigt fournit, quant à lui, un échantillon de sang total capillaire dans lequel sont dosés les PFAS (il n'est pas possible d'extraire du sérum avec ce type de prélèvement). Le laboratoire en charge du dosage des PFAS de cette étude a mis au point une méthodologie basée sur une étude américaine (Courtney et al, 2023), permettant d'obtenir des résultats similaires à ceux obtenus lors d'un prélèvement de sang veineux classique. Différents tests ont permis de valider cette méthodologie pour 13 composés PFAS différents, au lieu des 19 analysés en prise de sang classique, à savoir :

- Acide perfluorooctanoïque (PFOA) – forme linéaire, forme ramifiées et formes linéaires + ramifiées
- Acide perfluorononanoïque (PFNA)
- Acide perfluorodécanoïque (PFDA)
- Acide perfluoroundécanoïque (PFUnDA)
- Acide perfluorohexanesulfonique (PFHxS) – forme linéaire, forme ramifiées et formes linéaires + ramifiées
- Acide perfluoroheptanesulfonique (PFHpS)
- Acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) – forme linéaire, forme ramifiées et formes linéaires + ramifiées

Un facteur de conversion, par composé PFAS, est appliqué aux résultats sur le sang total capillaire pour estimer les équivalents sériques (Eurofins, 2023 ; Delahaye et al, 2023). Les équivalents sériques pour le sang capillaire ont été calculés comme suit : équivalent sérique (µg/l) = concentration mesurée dans le sang capillaire (µg/l) x rapport médian. Les facteurs de conversion utilisés par le laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les résultats obtenus de ces analyses sont exprimés en µg/l équivalent sérum.

Rapports des concentrations de PFAS dans le sérum et le sang total capillaire (Eurofins, 2023 & Consortium Eurofins, 2025)

PFAS	Ratio médian (95 %IC)	PFAS	Ratio médian (95 %IC)
PFOA linéaire	2.12 (2.08-2.16)	PFHxS linéaire	2.04 (2.00-2.07)
PFOA linéaire+ramifiés (PFOA total)	2.12 (2.08-2.16)	PFHxS linéaire+ramifiés (PFHxS total)	2.04 (2.00-2.07)
PFOS linéaire	1.90 (1.87-1.92)	PFNA	2.12 (2.08-2.16)
PFOS ramifiés	1.90 (1.87-1.92)	PFDA	1.83 (1.77-1.90)
PFOS linéaire+ramifiés (PFOS total)	1.90 (1.87-1.92)	PFUnDa	1.54 (1.45-1.72)
PFHpS	2.20 (2.15-2.25)		

Les paramètres techniques suivants s'appliquent à tous les composés PFAS dans le sang prélevé au bout du doigt:

- Limite de détection (LOD) et limite de quantification (LOQ) = 0,1 µg/L
- Linéarité (y compris dilution) et intervalle de mesure jusqu'à 2 500 µg/L
- Incertitude de mesure : ≤ 30 % (pour les formes linéaires)

Préparation et analyse de l'échantillon

Pour les échantillons de sang prélevés par piqûre au doigt, une approche similaire à celle des échantillons de sang veineux est suivie.

Les échantillons sont collectés à l'aide d'un dispositif micro-volumétrique adsorptif. Après réception, ils sont conservés à température ambiante dans un récipient hermétique contenant un dessiccant. Pour l'analyse, un mélange de standards internes¹⁵ et un solvant d'extraction (à base de méthanol et d'eau) sont ajoutés.

Un aliquot de 5 µL de l'extrait est analysé par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (UPLC-MS/MS, Waters Acquity Xevo TQ Absolute avec ionisation électrospray négative). Une chromatographie en phase inverse avec élution en gradient est utilisée.

Une colonne chromatographique Waters Acquity UPLC HSS T3 (1,8 µm, 2,1 mm x 100 mm) est utilisée. Des modifications spécifiques sont apportées au système LC-MS/MS pour permettre la détection des PFAS. En effet, les tubes en Téflon sont remplacés par des tubes en PEEK et une colonne de retard est installée entre la chambre de mélange et l'injecteur. La détection par spectrométrie de masse a été effectuée en mode Multiple Reaction Monitoring (MRM), avec au moins deux transitions surveillées pour chaque composant PFAS, excepté pour le PFBA et le PFPeA.

L'intervalle de mesure de la méthode (sans dilution) est fixé entre 0,10 et 500 µg/L. Les échantillons dont les concentrations dépassaient cet intervalle (> 500 µg/L) sont réanalysés après dilution d'un aliquote. Les séries de mesure comprennent jusqu'à 77 échantillons, dont un est analysé en double. Chaque série inclue des standards de calibration et des échantillons de contrôle qualité au début et à la fin de la séquence d'analyse. Les critères d'acceptation pour les contrôles qualité primaires sont définis lors de la procédure technique. En cas de non-conformité, l'impact est évalué afin de déterminer si une réanalyse est nécessaire.

Validation de la méthode et incertitude de mesure

Les paramètres de validation et les critères de performance ont été établis selon la directive ICH M10 concernant la validation des méthodes bio-analytiques.

Pour la quantification des isomères ramifiés (PFOS ramifié, PFOA ramifié et PFHxS ramifié), la calibration a été effectuée sur base de leur forme linéaire respective. Plusieurs isomères ramifiés peuvent être présents pour un même composant PFAS. À ce jour, il n'existe pas de protocole standardisé pour la quantification des formes ramifiées, et la mesure basée sur la forme linéaire reste courante. Chaque méthode possédant des paramètres spécifiques, cela peut influencer la détection des isomères ramifiés, et entraîner des différences entre les laboratoires.

¹⁵ Ce mélange IS est composé des isotopes PFAS suivants : ¹³C₄ PFBA; ¹³C₅ PFPeA; ¹³C₅ PFHxA; ¹³C₄ PFHpA; ¹³C₈ PFOA; ¹³C₉ PFNA; ¹³C₆ PFDA; ¹³C₇ PFUnDA; ¹³C₃ PFBS; ¹³C₃ PFHxS; ¹³C₈ PFOS.

L'incertitude de mesure indique la précision d'une mesure et l'intervalle dans lequel la valeur dite « réelle » est susceptible de se situer. Elle est exprimée sous forme d'intervalle de confiance à 95 %, ce qui signifie que l'on estime avec 95 % de certitude que la valeur réelle se trouve dans cet intervalle. Pour les composants linéaires, une incertitude de mesure $\leq 30\%$ était requise. Comme mentionné précédemment, il n'existe pas de protocole standardisé pour la quantification des isomères ramifiés (PFOS ramifié, PFOA ramifié et PFHxS ramifié). Par conséquent, aucune exigence ne peut être formulée concernant l'incertitude de mesure pour ces composés.

L'incertitude élargie de la méthode (U ; facteur de couverture $k=2$) a également été surveillée en continu à l'aide de cartes de contrôle et évaluée périodiquement. L'incertitude de mesure pour les composants PFAS analysés dans les échantillons de sang prélevés au bout du doigt est présentée dans le tableau ci-dessous.

Incertitude de mesure pour le sang prélevé au bout du doigt

Incertitude élargie de mesure pour le sang capillaire (% ; $k=2$)							
PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA linéaire	PFOA ramifiée (*)	PFNA	PFDA
23,55	3,86	10,28	10,20	19,95		26,36	13,81
PFUnDA	PFDoA	PFBS	PFHxS linéaire	PFHxS ramifiée (*)	PFHpS	PFOS linéaire	PFOS ramifiée (*)
16,44	23,34	11,66	9,01		10,25	5,75	

(*) En raison de la nature semi-quantitative des formes ramifiées, aucune exigence ne peut leur être appliquée.

8.2 Résultats des tests statistiques exploratoires sur les données PFOS tot, PFOA tot, PFHxS tot

--- Results for PFOA_total ---
Anova Table (Type II tests)

Response: PFOA_total

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Zone	61.83	2	42.6634	<2e-16	***
Sexe	53.27	1	73.5102	<2e-16	***
Categorie_age	102.61	2	70.8029	<2e-16	***
Zone:Sexe	2.78	2	1.9149	0.1478	
Zone:Categorie_age	3.42	4	1.1798	0.3179	
Sexe:Categorie_age	0.56	2	0.3898	0.6773	
Zone:Sexe:Categorie_age	0.64	4	0.2194	0.9277	
Residuals	911.59	1258			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Adjusted R²: 0.1923434

A tibble: 3 × 9

	term	group1	group2	null.value	estimate	conf.low	conf.high	p.adj	p.adj.signif
*	<chr>	<chr>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1	Zone	A	B	0	-0.0331	-0.196	0.130	8.83e-1	ns
2	Zone	A	C	0	-0.475	-0.613	-0.336	0	***
3	Zone	B	C	0	-0.442	-0.598	-0.285	1.56e-10	***

--- Results for PFOS_total ---
Anova Table (Type II tests)

Response: PFOS_total

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Zone	81.5	2	3.4133	0.03324	*
Sexe	636.9	1	53.3666	4.899e-13	***
Categorie_age	810.2	2	33.9455	4.382e-15	***
Zone:Sexe	9.2	2	0.3858	0.67999	
Zone:Categorie_age	49.5	4	1.0361	0.38726	
Sexe:Categorie_age	36.2	2	1.5153	0.22013	
Zone:Sexe:Categorie_age	24.7	4	0.5168	0.72340	
Residuals	15013.5	1258			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Adjusted R²: 0.08607932

A tibble: 3 × 9

	term	group1	group2	null.value	estimate	conf.low	conf.high	p.adj	p.adj.signif
*	<chr>	<chr>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1	Zone	A	B	0	0.240	-0.401	0.881	0.653	ns
2	Zone	A	C	0	0.507	-0.0361	1.05	0.0731	ns
3	Zone	B	C	0	0.267	-0.347	0.881	0.564	ns

--- Results for PFHxS_total ---
Anova Table (Type II tests)

Response: PFHxS_total

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
Zone	374.2	2	36.4451	4.108e-16 ***
Sexe	206.0	1	40.1149	3.326e-10 ***
Categorie_age	865.0	2	84.2425	< 2.2e-16 ***
Zone:Sexe	3.9	2	0.3763	0.6865
Zone:Categorie_age	14.9	4	0.7269	0.5736
Sexe:Categorie_age	1.7	2	0.1687	0.8448
Zone:Sexe:Categorie_age	0.7	4	0.0328	0.9979
Residuals	6458.9	1258		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Adjusted R²: 0.1790804

A tibble: 3 × 9

	term	group1	group2	null.value	estimate	conf.low	conf.high	p.adj	p.adj.signif
*	<chr>	<chr>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1	Zone	A	B	0	-0.185	-0.618	0.248	0.577	ns
2	Zone	A	C	0	-1.21	-1.58	-0.842	0	****
3	Zone	B	C	0	-1.02	-1.44	-0.610	0.000000255	****

8.3 Tableaux des statistiques descriptives des PFAS dans le sang des résidents de la zone du Feeder du Hainaut (zones A, B, C).

Les estimations des moyennes géométriques, minimum, maximum ont été effectuées lorsque minimum 5 données étaient disponibles.

Les estimations des percentiles ont été effectuées lorsque minimum 10 données étaient disponibles.

N : effectif

Min : minimum

Max : maximum

MG : moyenne géométrique

P5 : 5^e percentile (P5 est la valeur en dessous de laquelle se trouvent 5 % des observations d'un ensemble de données)

P25 : 25^e percentile ou 1^{er} quartile (P25 est la valeur en dessous de laquelle se trouvent 25 % des observations d'un ensemble de données)

P50 : 50^e percentile ou médiane

P75 : 75^e percentile ou 3^e quartile

P95 : 95^e percentile

LOQ : limite de quantification

Unité : $\mu\text{g/l}$

Zone A du Feeder du Hainaut

PFOS linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	0,56	7,13	1,83	0,61	1,19	1,72	2,37	5,28
<i>Femme</i>	12	0,56	7,13	1,68	0,56	0,76	1,89	2,15	5,21
<i>Homme</i>	13	1,11	5,60	1,99	1,11	1,24	1,61	2,49	4,77
20-39ans	136	0,57	17,08	1,97	0,85	1,32	1,83	2,65	6,70
<i>Femme</i>	75	0,57	7,33	1,76	0,77	1,18	1,65	2,47	4,93
<i>Homme</i>	61	0,92	17,08	2,27	1,06	1,46	2,03	2,76	7,64
40-59ans	274	0,27	18,62	2,66	0,97	1,73	2,68	3,94	8,65
<i>Femme</i>	146	0,55	17,13	2,52	0,96	1,52	2,45	3,84	6,68
<i>Homme</i>	128	0,27	18,62	2,83	0,92	1,90	2,85	4,08	9,05

PFOS ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	0,25	1,45	0,79	0,28	0,60	0,81	1,06	1,29
<i>Femme</i>	12	0,25	1,21	0,68	0,25	0,47	0,74	1,06	1,17
<i>Homme</i>	13	0,52	1,45	0,91	0,52	0,78	0,83	1,06	1,35
20-39ans	136	<LOQ	3,25	1,03	0,38	0,70	1,01	1,61	2,42
<i>Femme</i>	75	<LOQ	2,16	0,74	0,34	0,56	0,77	0,99	1,70
<i>Homme</i>	61	0,61	3,25	1,55	0,78	1,17	1,58	2,06	2,57
40-59ans	274	<LOQ	6,95	1,59	0,54	1,01	1,63	2,64	4,01
<i>Femme</i>	146	<LOQ	4,29	1,17	0,51	0,86	1,18	1,64	2,79
<i>Homme</i>	128	0,16	6,95	2,25	0,83	1,70	2,52	3,33	4,67

PFOS total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	0,810	8,280	2,679	0,91	1,95	2,42	3,24	6,44	0,810
<i>Femme</i>	0,81	8,28	2,40	0,81	1,27	2,45	3,11	6,32	0,81
<i>Homme</i>	1,84	6,66	2,97	1,84	2,18	2,38	3,32	6,08	1,84
20-39ans	1,020	20,330	3,102	1,37	2,09	3,06	4,18	8,07	1,020
<i>Femme</i>	1,02	9,37	2,57	1,15	1,85	2,44	3,27	6,15	1,02
<i>Homme</i>	1,53	20,33	3,91	2,02	2,84	3,74	4,89	10,30	1,53
40-59ans	0,530	22,560	4,407	1,71	3,07	4,43	6,61	11,74	0,530
<i>Femme</i>	0,67	20,30	3,78	1,69	2,47	3,75	5,52	8,37	0,67
<i>Homme</i>	0,53	22,56	5,25	2,09	3,66	5,15	7,30	13,49	0,53

Zone A du Feeder du Hainaut

PFOA linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	0,47	2,77	1,38	0,51	1,14	1,38	1,78	2,43
<i>Femme</i>	12	0,47	2,15	1,14	0,47	0,94	1,27	1,41	1,76
<i>Homme</i>	13	0,92	2,77	1,66	0,92	1,31	1,71	1,88	2,58
20-39ans	136	0,48	4,55	1,37	0,61	0,96	1,41	1,89	3,19
<i>Femme</i>	75	0,48	4,55	1,19	0,53	0,86	1,16	1,61	2,61
<i>Homme</i>	61	0,54	4,17	1,62	0,67	1,17	1,68	2,20	3,47
40-59ans	274	<LOQ	5,76	1,83	0,77	1,46	1,89	2,64	3,92
<i>Femme</i>	146	0,12	5,76	1,67	0,72	1,32	1,76	2,27	3,61
<i>Homme</i>	128	<LOQ	5,08	2,04	0,84	1,75	2,11	2,89	4,03

PFOA ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,26	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18
<i>Femme</i>	12	<LOQ	0,10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,07
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,26	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,09	0,21
20-39ans	136	<LOQ	0,22	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,22	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,21	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
40-59ans	274	<LOQ	0,40	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18
<i>Femme</i>	146	<LOQ	0,40	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,38	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,23

PFOA total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	0,47	3,04	1,41	0,51	1,14	1,38	1,79	2,57
<i>Femme</i>	12	0,47	2,25	1,14	0,47	0,94	1,27	1,41	1,80
<i>Homme</i>	13	0,92	3,04	1,70	0,92	1,31	1,77	1,88	2,80
20-39ans	136	0,48	4,76	1,38	0,61	0,96	1,42	1,96	3,21
<i>Femme</i>	75	0,48	4,76	1,21	0,53	0,86	1,16	1,64	2,65
<i>Homme</i>	61	0,54	4,32	1,63	0,67	1,17	1,68	2,21	3,47
40-59ans	274	<LOQ	5,76	1,85	0,77	1,46	1,89	2,65	3,93
<i>Femme</i>	146	0,12	5,76	1,68	0,72	1,32	1,76	2,27	3,63
<i>Homme</i>	128	<LOQ	5,36	2,06	0,84	1,75	2,11	2,90	4,27

Zone A du Feeder du Hainaut

PFHxS linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	0,42	6,10	2,22	0,44	1,47	2,53	2,99	5,73
<i>Femme</i>	12	0,42	5,41	1,60	0,42	0,65	1,95	2,74	3,88
<i>Homme</i>	13	1,27	6,10	3,00	1,27	2,20	2,68	4,15	5,92
20-39ans	136	0,27	10,08	2,18	0,67	1,33	2,38	3,57	6,26
<i>Femme</i>	75	0,27	9,61	1,84	0,46	1,07	1,84	3,01	5,28
<i>Homme</i>	61	0,67	10,08	2,69	0,86	1,76	2,67	4,07	7,21
40-59ans	274	<LOQ	17,39	3,56	0,88	2,37	3,99	5,69	9,70
<i>Femme</i>	146	0,31	14,94	3,23	0,84	2,18	3,49	4,74	9,13
<i>Homme</i>	128	<LOQ	17,39	3,97	0,89	2,83	4,60	6,02	9,84

PFHxS ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,41	0,11	<LOQ	<LOQ	0,13	0,19	0,29
<i>Femme</i>	12	<LOQ	0,24	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,19
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,41	0,14	<LOQ	0,07	0,16	0,20	0,35
20-39ans	136	<LOQ	0,47	0,10	<LOQ	<LOQ	0,11	0,19	0,31
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,39	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18	0,30
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,47	0,11	<LOQ	<LOQ	0,11	0,21	0,34
40-59ans	274	<LOQ	0,65	0,14	<LOQ	<LOQ	0,16	0,25	0,43
<i>Femme</i>	146	<LOQ	0,65	0,14	<LOQ	<LOQ	0,16	0,25	0,41
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,59	0,16	<LOQ	0,11	0,17	0,26	0,44

PFHxS total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	0,42	6,33	2,30	0,44	1,47	2,71	3,13	6,09
<i>Femme</i>	12	0,42	5,65	1,64	0,42	0,65	1,95	2,89	4,07
<i>Homme</i>	13	1,27	6,33	3,13	1,27	2,25	2,83	4,34	6,27
20-39ans	136	0,27	10,53	2,25	0,67	1,35	2,38	3,78	6,59
<i>Femme</i>	75	0,27	9,88	1,90	0,46	1,07	1,93	3,12	5,48
<i>Homme</i>	61	0,67	10,53	2,77	0,86	1,80	2,72	4,25	7,57
40-59ans	274	<LOQ	17,39	3,68	0,88	2,41	4,19	5,97	10,10
<i>Femme</i>	146	0,31	15,49	3,34	0,84	2,31	3,67	4,99	9,70
<i>Homme</i>	128	<LOQ	17,39	4,11	0,89	3,03	4,71	6,22	10,17

Zone A du Feeder du Hainaut

PFNA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,61	0,26	0,07	0,18	0,28	0,35	0,54
<i>Femme</i>	12	<LOQ	0,61	0,22	<LOQ	0,15	0,23	0,32	0,47
<i>Homme</i>	13	0,12	0,56	0,30	0,12	0,24	0,29	0,42	0,51
20-39ans	136	<LOQ	1,32	0,27	0,14	0,20	0,27	0,37	0,66
<i>Femme</i>	75	<LOQ	1,23	0,24	<LOQ	0,18	0,25	0,32	0,70
<i>Homme</i>	61	0,15	1,32	0,31	0,17	0,23	0,29	0,43	0,58
40-59ans	274	<LOQ	3,05	0,37	0,15	0,25	0,37	0,54	1,02
<i>Femme</i>	146	<LOQ	3,05	0,37	0,15	0,25	0,36	0,55	1,03
<i>Homme</i>	128	<LOQ	1,75	0,37	0,15	0,26	0,37	0,51	1,02
PFDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,47	0,12	<LOQ	<LOQ	0,14	0,18	0,32
<i>Femme</i>	12	<LOQ	0,32	0,10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,28
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,47	0,15	<LOQ	0,11	0,15	0,20	0,36
20-39ans	136	<LOQ	1,38	0,12	<LOQ	<LOQ	0,12	0,18	0,37
<i>Femme</i>	75	<LOQ	1,38	0,12	<LOQ	<LOQ	0,12	0,18	0,49
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,79	0,12	<LOQ	<LOQ	0,13	0,18	0,34
40-59ans	274	<LOQ	12,51	0,16	<LOQ	0,11	0,17	0,28	0,59
<i>Femme</i>	146	<LOQ	12,51	0,17	<LOQ	0,12	0,18	0,30	0,60
<i>Homme</i>	128	<LOQ	1,05	0,15	<LOQ	<LOQ	0,16	0,26	0,56
PFHxA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	136	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	75	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	61	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	274	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	146	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	128	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Zone A du Feeder du Hainaut

PFHpS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,21	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10	0,17
<i>Femme</i>	12	<LOQ	0,16	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,21	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10	0,18
20-39ans	136	<LOQ	0,57	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16	0,24
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,26	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,57	0,12	<LOQ	<LOQ	0,13	0,20	0,28
40-59ans	274	<LOQ	0,85	0,14	<LOQ	<LOQ	0,16	0,25	0,43
<i>Femme</i>	146	<LOQ	0,85	0,11	<LOQ	<LOQ	0,12	0,17	0,33
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,65	0,20	<LOQ	0,15	0,23	0,30	0,45

PFHpA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,21	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
<i>Femme</i>	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,21	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17
20-39ans	136	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	274	<LOQ	0,54	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13
<i>Femme</i>	146	<LOQ	0,54	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,35	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15

PFBS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,22	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,19
<i>Femme</i>	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,22	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,21
20-39ans	136	<LOQ	0,28	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,28	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,21	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	274	<LOQ	0,29	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
<i>Femme</i>	146	<LOQ	0,24	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,29	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14

Zone A du Feeder du Hainaut

PFBA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,07
20-39ans	136	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	274	<LOQ	1,20	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	146	<LOQ	0,42	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	128	<LOQ	1,20	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

PFUnDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,21	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11
<i>Femme</i>	12	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,07
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,21	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
20-39ans	136	<LOQ	1,01	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
<i>Femme</i>	75	<LOQ	1,01	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,34	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13
40-59ans	274	<LOQ	1,66	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,27
<i>Femme</i>	146	<LOQ	1,66	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16	0,28
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,35	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,24

PFDODA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	13	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,07
20-39ans	136	<LOQ	0,34	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	75	<LOQ	0,34	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	61	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	274	<LOQ	5,25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	146	<LOQ	5,25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	128	<LOQ	0,56	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Zone A du Feeder du Hainaut

PFPeA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	136	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	75	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	61	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	274	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	146	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	128	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

NAS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	2,2	15,5	7,3	3,0	6,3	7,3	9,8	17,7
<i>Femme</i>	12	2,2	13,1	6,1	2,2	3,9	5,9	8,0	12,0
<i>Homme</i>	13	5,0	15,5	8,6	5,0	6,5	8,4	10,6	14,0
20-39ans	136	2,9	35,7	7,7	2,9	5,2	7,8	10,3	14,8
<i>Femme</i>	75	2,9	17,4	6,6	3,2	4,8	6,5	8,8	15,0
<i>Homme</i>	61	4,3	35,7	9,3	4,5	6,3	9,6	12,3	18,0
40-59ans	274	1,1	49,3	11,2	5,5	8,7	12,0	15,5	22,5
<i>Femme</i>	146	1,5	49,3	10,0	4,4	7,5	10,1	13,7	21,4
<i>Homme</i>	128	1,1	35,0	12,7	5,6	9,9	12,9	18,6	25,6

Zone A du Feeder du Hainaut

Zone B du Feeder du Hainaut

PFOS linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	0,34	11,28	1,93	0,34	1,10	1,51	2,17	10,63
<i>Femme</i>	5	1,10	10,20	2,71	1,10	1,20	1,84	3,54	8,65
<i>Homme</i>	7	0,34	11,28	1,52	0,34	0,80	1,32	1,63	8,02
20-39ans	100	0,57	8,98	2,01	0,84	1,30	1,98	2,83	6,44
<i>Femme</i>	59	0,57	8,98	1,87	0,64	1,18	1,60	2,74	6,44
<i>Homme</i>	41	0,84	8,16	2,23	0,95	1,48	2,24	2,81	5,40
40-59ans	179	0,73	25,09	2,98	1,23	1,97	2,85	4,09	8,64
<i>Femme</i>	104	0,73	21,47	2,79	1,13	1,77	2,62	3,92	9,02
<i>Homme</i>	75	0,98	25,09	3,26	1,49	2,29	3,08	4,19	7,93
PFOS ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	1,75	0,76	<LOQ	0,71	0,94	1,09	1,70
<i>Femme</i>	5	0,72	1,67	1,03	0,72	0,72	0,91	1,19	1,56
<i>Homme</i>	7	<LOQ	1,75	0,61	<LOQ	0,44	0,83	0,98	1,49
20-39ans	100	<LOQ	3,12	0,95	0,32	0,68	0,99	1,49	2,17
<i>Femme</i>	59	<LOQ	1,79	0,70	0,23	0,52	0,77	1,01	1,50
<i>Homme</i>	41	0,61	3,12	1,48	0,71	1,24	1,51	1,96	2,50
40-59ans	179	<LOQ	7,93	1,61	0,61	1,08	1,57	2,49	4,29
<i>Femme</i>	104	<LOQ	4,41	1,16	0,56	0,84	1,18	1,56	2,41
<i>Homme</i>	75	0,51	7,93	2,54	1,15	1,94	2,62	3,49	4,59
PFOS total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	0,34	13,03	2,77	0,34	1,92	2,23	3,40	12,33
<i>Femme</i>	5	1,82	11,87	3,84	1,82	1,92	2,82	4,67	10,18
<i>Homme</i>	7	0,34	13,03	2,19	0,34	1,53	1,97	2,63	9,49
20-39ans	100	0,81	10,66	3,04	1,11	2,00	3,16	4,37	7,84
<i>Femme</i>	59	0,81	10,47	2,62	0,85	1,82	2,37	3,70	7,85
<i>Homme</i>	41	1,45	10,66	3,76	1,67	2,78	3,95	4,62	7,79
40-59ans	179	0,75	31,17	4,73	2,04	3,38	4,60	6,66	12,26
<i>Femme</i>	104	0,75	25,88	4,02	1,78	2,78	3,91	5,41	11,18
<i>Homme</i>	75	1,77	31,17	5,92	2,44	4,19	5,88	7,79	13,95

PFOA linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	0,73	2,99	1,43	0,73	1,10	1,40	1,90	2,48
<i>Femme</i>	5	1,10	1,98	1,39	1,10	1,12	1,30	1,42	1,84
<i>Homme</i>	7	0,73	2,99	1,46	0,73	0,78	1,42	1,96	2,69
20-39ans	100	0,24	3,28	1,19	0,43	0,73	1,26	1,73	2,60
<i>Femme</i>	59	0,24	3,09	0,98	0,34	0,66	0,96	1,56	2,29
<i>Homme</i>	41	0,44	3,28	1,57	0,86	1,21	1,59	1,99	2,90
40-59ans	179	0,45	8,55	1,91	0,80	1,44	1,96	2,60	3,97
<i>Femme</i>	104	0,45	5,28	1,73	0,80	1,31	1,70	2,29	3,58
<i>Homme</i>	75	0,52	8,55	2,18	0,94	1,63	2,29	2,99	4,10

PFOA ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,17	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
<i>Femme</i>	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,17	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	0,15
20-39ans	100	<LOQ	0,22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,22	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16
40-59ans	179	<LOQ	0,33	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,19
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,33	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,27	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,23

PFOA total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	0,73	3,10	1,46	0,73	1,10	1,42	1,98	2,52
<i>Femme</i>	5	1,10	1,98	1,39	1,10	1,12	1,30	1,42	1,84
<i>Homme</i>	7	0,73	3,10	1,51	0,73	0,78	1,48	2,09	2,76
20-39ans	100	0,24	3,44	1,19	0,43	0,73	1,26	1,74	2,71
<i>Femme</i>	59	0,24	3,09	0,98	0,34	0,66	0,96	1,63	2,29
<i>Homme</i>	41	0,44	3,44	1,59	0,86	1,21	1,60	1,99	2,90
40-59ans	179	0,45	8,81	1,92	0,80	1,44	1,96	2,68	4,06
<i>Femme</i>	104	0,45	5,47	1,74	0,80	1,31	1,70	2,38	3,58
<i>Homme</i>	75	0,52	8,81	2,21	0,94	1,63	2,29	3,00	4,26

Zone B du Feeder du Hainaut

PFHxS linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	1,15	6,74	2,35	1,15	1,45	2,19	3,15	5,17
<i>Femme</i>	5	1,15	3,15	2,02	1,15	1,30	1,97	2,38	2,97
<i>Homme</i>	7	1,27	6,74	2,61	1,27	1,41	2,19	3,70	5,82
20-39ans	100	0,35	7,98	1,97	0,53	1,20	2,07	3,23	5,28
<i>Femme</i>	59	0,35	5,60	1,72	0,49	0,93	2,02	2,70	5,07
<i>Homme</i>	41	0,82	7,98	2,39	0,96	1,47	2,18	4,12	6,27
40-59ans	179	0,66	17,09	3,67	1,23	2,45	3,92	5,31	9,25
<i>Femme</i>	104	0,66	13,66	3,35	1,14	2,12	3,66	5,32	8,43
<i>Homme</i>	75	0,72	17,09	4,17	1,37	3,07	4,37	5,14	9,48

PFHxS ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,37	0,11	<LOQ	<LOQ	0,10	0,20	0,33
<i>Femme</i>	5	<LOQ	0,20	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,09	0,18
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,37	0,14	<LOQ	<LOQ	0,14	0,26	0,35
20-39ans	100	<LOQ	0,43	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,32
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,35	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,24
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,43	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,37
40-59ans	179	<LOQ	0,83	0,14	<LOQ	<LOQ	0,15	0,22	0,43
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,82	0,12	<LOQ	<LOQ	0,14	0,21	0,36
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,83	0,16	<LOQ	0,12	0,17	0,26	0,47

PFHxS total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	1,15	7,11	2,43	1,15	1,56	2,19	3,35	5,47
<i>Femme</i>	5	1,15	3,35	2,06	1,15	1,30	1,97	2,45	3,15
<i>Homme</i>	7	1,27	7,11	2,73	1,27	1,49	2,28	3,99	6,15
20-39ans	100	0,35	8,37	2,01	0,53	1,20	2,18	3,40	5,49
<i>Femme</i>	59	0,35	5,95	1,76	0,49	0,93	2,08	2,78	5,25
<i>Homme</i>	41	0,82	8,37	2,43	0,96	1,47	2,27	4,30	6,69
40-59ans	179	0,66	17,92	3,79	1,23	2,48	4,08	5,54	9,63
<i>Femme</i>	104	0,66	14,48	3,45	1,14	2,12	3,83	5,54	8,76
<i>Homme</i>	75	0,72	17,92	4,31	1,37	3,15	4,56	5,41	9,87

Zone B du Feeder du Hainaut

PFNA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	1,17	0,26	<LOQ	0,14	0,25	0,35	1,00
Femme	5	0,13	1,17	0,32	0,13	0,15	0,24	0,36	0,98
Homme	7	<LOQ	0,88	0,23	<LOQ	0,12	0,23	0,29	0,69
20-39ans	100	<LOQ	0,95	0,28	0,11	0,21	0,27	0,41	0,55
Femme	59	<LOQ	0,95	0,25	0,11	0,18	0,24	0,39	0,53
Homme	41	0,13	0,75	0,32	0,14	0,25	0,33	0,43	0,55
40-59ans	179	<LOQ	1,93	0,41	0,15	0,29	0,42	0,60	0,98
Femme	104	<LOQ	1,93	0,39	0,14	0,26	0,40	0,57	0,91
Homme	75	0,11	1,63	0,44	0,17	0,32	0,43	0,63	1,02

PFDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	25	<LOQ	0,47	0,12	<LOQ	<LOQ	0,14	0,18	0,32
Femme	<LOQ	0,90	0,12	<LOQ	<LOQ	0,11	0,12	0,73	<LOQ
Homme	<LOQ	0,90	0,13	<LOQ	<LOQ	0,09	0,12	0,71	<LOQ
20-39ans	<LOQ	0,62	0,11	<LOQ	<LOQ	0,08	0,14	0,47	<LOQ
Femme	<LOQ	0,45	0,13	<LOQ	<LOQ	0,14	0,21	0,37	<LOQ
Homme	<LOQ	0,45	0,13	<LOQ	<LOQ	0,14	0,22	0,37	<LOQ
40-59ans	<LOQ	0,36	0,12	<LOQ	<LOQ	0,14	0,19	0,29	<LOQ
Femme	<LOQ	1,35	0,20	<LOQ	0,14	0,20	0,31	0,49	<LOQ
Homme	<LOQ	1,35	0,21	<LOQ	0,15	0,22	0,33	0,50	<LOQ

PFHxA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ							
Femme	5	<LOQ							
Homme	7	<LOQ							
20-39ans	100	<LOQ							
Femme	59	<LOQ							
Homme	41	<LOQ							
40-59ans	179	<LOQ							
Femme	104	<LOQ							
Homme	75	<LOQ							

Zone B du Feeder du Hainaut

PFHpS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,27	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13	0,26
<i>Femme</i>	5	<LOQ	0,26	0,10	<LOQ	<LOQ	0,08	0,14	0,23
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,27	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,22
20-39ans	100	<LOQ	0,33	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,24
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,24	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,17
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,33	0,11	<LOQ	<LOQ	0,13	0,18	0,26
40-59ans	179	<LOQ	1,13	0,16	<LOQ	0,11	0,17	0,26	0,42
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,93	0,11	<LOQ	<LOQ	0,13	0,19	0,33
<i>Homme</i>	75	<LOQ	1,13	0,24	0,09	0,17	0,25	0,33	0,51

PFHpA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,13	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11
<i>Femme</i>	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,13	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06	0,12
20-39ans	100	<LOQ	0,18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	59	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	179	<LOQ	0,22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,18	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13

PFBS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,19	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
<i>Femme</i>	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,19	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06	0,16
20-39ans	100	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,15	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11
40-59ans	179	<LOQ	0,33	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,33	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11

Zone B du Feeder du Hainaut

PFBA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	100	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	179	<LOQ	0,79	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,57	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,79	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

PFUnDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,29	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,25
<i>Femme</i>	5	<LOQ	0,23	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,19
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,29	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,21
20-39ans	100	<LOQ	0,41	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,41	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06	0,20
<i>Homme</i>	41	<LOQ	0,13	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
40-59ans	179	<LOQ	0,72	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15	0,26
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,72	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17	0,27
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,29	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,18

PFDoDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	0,16	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
<i>Femme</i>	5	<LOQ	0,16	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13
<i>Homme</i>	7	<LOQ	0,13	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10
20-39ans	100	<LOQ	0,26	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	59	<LOQ	0,26	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	41	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	179	<LOQ	0,25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	104	<LOQ	0,25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	75	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Zone B du Feeder du Hainaut

PFPeA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	100	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	59	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	41	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	179	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	104	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	75	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
NAS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	12	3,02	18,03	8,13	3,02	6,28	7,25	9,83	17,65
<i>Femme</i>	5	6,28	17,40	8,67	6,28	6,42	7,04	8,60	15,31
<i>Homme</i>	7	3,02	18,03	7,77	3,02	4,30	7,54	10,43	15,99
20-39ans	100	1,85	22,01	7,19	2,93	5,21	7,79	10,34	14,78
<i>Femme</i>	59	1,85	17,30	6,26	2,51	4,19	6,04	9,89	13,81
<i>Homme</i>	41	4,30	22,01	8,79	4,61	6,57	8,77	11,05	15,37
40-59ans	179	2,78	59,80	11,70	5,47	8,67	12,03	15,47	22,53
<i>Femme</i>	104	2,78	47,72	10,47	4,79	7,52	10,37	13,97	21,23
<i>Homme</i>	75	4,53	59,80	13,65	6,30	10,82	13,59	17,26	24,31

Zone B du Feeder du Hainaut

Zone C du Feeder du Hainaut

PFOS linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	0,43	9,99	1,85	0,61	1,05	1,56	3,17	7,49
<i>Femme</i>	16	0,43	9,99	1,52	0,43	0,77	1,20	2,15	6,09
<i>Homme</i>	22	0,63	9,24	2,13	0,64	1,22	1,61	3,76	7,20
20-39ans	182	0,37	21,75	2,40	0,83	1,36	2,19	3,69	8,38
<i>Femme</i>	113	0,50	19,34	2,30	0,82	1,28	2,15	3,41	8,03
<i>Homme</i>	69	0,37	21,75	2,55	0,67	1,49	2,45	3,73	9,72
40-59ans	329	0,27	23,59	2,99	1,09	1,86	2,95	4,45	10,48
<i>Femme</i>	173	0,27	23,59	2,81	1,02	1,61	2,70	4,47	10,07
<i>Homme</i>	156	0,64	19,63	3,20	1,18	2,11	3,06	4,33	10,55
PFOS ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
<i>12-19ans</i>	38	0,19	1,67	0,65	0,30	0,48	0,59	0,91	1,53
<i>Femme</i>	16	0,19	1,56	0,52	0,19	0,37	0,49	0,62	1,16
<i>Homme</i>	22	0,40	1,67	0,76	0,40	0,54	0,69	1,03	1,50
<i>20-39ans</i>	182	0,26	6,18	0,94	0,35	0,59	0,94	1,38	2,53
<i>Femme</i>	113	0,26	6,18	0,76	0,34	0,53	0,71	1,16	1,70
<i>Homme</i>	69	0,29	4,12	1,34	0,53	0,96	1,27	1,79	2,90
<i>40-59ans</i>	329	0,12	7,06	1,50	0,51	1,01	1,56	2,23	3,74
<i>Femme</i>	173	0,12	3,92	1,11	0,45	0,79	1,15	1,64	2,58
<i>Homme</i>	156	0,37	7,06	2,08	0,82	1,56	2,12	2,90	4,12
PFOS total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	0,62	11,55	2,54	0,99	1,56	2,19	4,37	8,66
<i>Femme</i>	16	0,62	11,55	2,07	0,62	1,13	1,66	2,80	7,01
<i>Homme</i>	22	1,03	10,90	2,95	1,04	1,83	2,33	4,68	8,32
20-39ans	182	0,80	25,05	3,43	1,31	2,11	3,19	5,20	10,53
<i>Femme</i>	113	0,86	21,84	3,13	1,30	1,84	2,86	4,46	9,36
<i>Homme</i>	69	0,80	25,05	4,01	1,15	2,63	3,83	5,73	11,91
40-59ans	329	0,39	27,51	4,63	1,72	3,03	4,71	6,57	13,68
<i>Femme</i>	173	0,39	27,51	4,02	1,42	2,60	4,07	5,88	11,86
<i>Homme</i>	156	1,01	24,95	5,43	2,28	3,90	5,32	7,03	13,87

Zone C du Feeder du Hainaut

PFOA linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	0,33	2,33	0,91	0,36	0,73	0,93	1,20	2,12
<i>Femme</i>	16	0,33	2,12	0,74	0,33	0,45	0,78	0,94	1,38
<i>Homme</i>	22	0,46	2,33	1,06	0,46	0,80	0,99	1,40	2,11
20-39ans	182	0,19	3,00	0,95	0,31	0,62	1,06	1,51	2,05
<i>Femme</i>	113	0,19	2,62	0,81	0,26	0,54	0,83	1,31	1,82
<i>Homme</i>	69	0,31	3,00	1,23	0,50	0,88	1,36	1,80	2,17
40-59ans	329	0,22	7,29	1,42	0,56	1,01	1,44	2,01	3,29
<i>Femme</i>	173	0,22	7,29	1,30	0,49	0,89	1,34	1,82	3,02
<i>Homme</i>	156	0,26	6,45	1,56	0,68	1,07	1,60	2,24	3,32

PFOA ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	182	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	113	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	329	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	173	<LOQ	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	156	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

PFOA total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	0,33	2,33	0,91	0,36	0,73	0,93	1,20	2,12
<i>Femme</i>	16	0,33	2,12	0,74	0,33	0,45	0,78	0,94	1,38
<i>Homme</i>	22	0,46	2,33	1,06	0,46	0,80	0,99	1,40	2,11
20-39ans	182	0,19	3,13	0,95	0,31	0,62	1,06	1,51	2,05
<i>Femme</i>	113	0,19	2,62	0,81	0,26	0,54	0,83	1,31	1,82
<i>Homme</i>	69	0,31	3,13	1,23	0,50	0,88	1,36	1,80	2,17
40-59ans	329	0,22	7,29	1,42	0,56	1,01	1,44	2,01	3,29
<i>Femme</i>	173	0,22	7,29	1,30	0,49	0,89	1,34	1,84	3,06
<i>Homme</i>	156	0,26	6,45	1,57	0,68	1,07	1,60	2,24	3,32

Zone C du Feeder du Hainaut

PFHxS linéaire	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	0,19	5,17	1,16	0,31	0,80	1,08	2,01	3,26
<i>Femme</i>	16	0,19	2,86	0,79	0,19	0,47	0,80	1,08	2,19
<i>Homme</i>	22	0,48	5,17	1,54	0,48	0,99	1,46	2,21	4,90
20-39ans	182	0,18	9,59	1,45	0,39	0,94	1,49	2,40	4,29
<i>Femme</i>	113	0,18	5,90	1,25	0,30	0,78	1,29	2,06	3,42
<i>Homme</i>	69	0,34	9,59	1,87	0,52	1,15	1,78	3,11	4,88
40-59ans	329	0,14	14,33	2,60	0,67	1,65	2,93	4,26	7,86
<i>Femme</i>	173	0,14	14,33	2,25	0,50	1,42	2,63	3,75	7,19
<i>Homme</i>	156	0,20	10,26	3,04	0,96	2,25	3,23	4,61	8,13

PFHxS ramifiés	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,21	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
<i>Femme</i>	16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	22	<LOQ	0,21	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16
20-39ans	182	<LOQ	0,36	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
<i>Femme</i>	113	<LOQ	0,19	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,36	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18
40-59ans	329	<LOQ	0,50	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,28
<i>Femme</i>	173	<LOQ	0,46	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,24
<i>Homme</i>	156	<LOQ	0,50	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	0,31

PFHxS total	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	0,19	5,32	1,17	0,31	0,80	1,08	2,01	3,38
<i>Femme</i>	16	0,19	2,86	0,79	0,19	0,47	0,80	1,08	2,19
<i>Homme</i>	22	0,48	5,32	1,55	0,48	0,99	1,46	2,27	5,10
20-39ans	182	0,18	9,69	1,46	0,39	0,94	1,49	2,40	4,45
<i>Femme</i>	113	0,18	5,90	1,25	0,30	0,78	1,29	2,06	3,52
<i>Homme</i>	69	0,34	9,69	1,89	0,52	1,15	1,78	3,22	5,06
40-59ans	329	0,14	14,79	2,63	0,67	1,65	2,94	4,28	8,14
<i>Femme</i>	173	0,14	14,79	2,28	0,50	1,42	2,63	3,89	7,45
<i>Homme</i>	156	0,20	10,57	3,07	0,96	2,25	3,25	4,71	8,49

Zone C du Feeder du Hainaut

PFNA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	1,24	0,26	0,10	0,19	0,26	0,30	0,66
<i>Femme</i>	16	<LOQ	1,24	0,24	<LOQ	0,15	0,24	0,30	0,68
<i>Homme</i>	22	0,11	0,90	0,28	0,11	0,20	0,26	0,29	0,63
20-39ans	182	<LOQ	1,52	0,30	0,13	0,20	0,30	0,44	0,78
<i>Femme</i>	113	<LOQ	1,52	0,29	0,13	0,18	0,28	0,42	0,81
<i>Homme</i>	69	<LOQ	1,17	0,32	0,11	0,23	0,32	0,46	0,76
40-59ans	329	<LOQ	2,90	0,39	0,16	0,27	0,39	0,57	1,08
<i>Femme</i>	173	<LOQ	2,38	0,38	0,13	0,25	0,37	0,56	1,06
<i>Homme</i>	156	<LOQ	2,90	0,41	0,19	0,30	0,41	0,57	1,08

PFDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,55	0,11	<LOQ	<LOQ	0,13	0,17	0,39
<i>Femme</i>	16	<LOQ	0,55	0,10	<LOQ	<LOQ	0,11	0,17	0,28
<i>Homme</i>	22	<LOQ	0,51	0,12	<LOQ	<LOQ	0,13	0,18	0,37
20-39ans	182	<LOQ	1,35	0,15	<LOQ	<LOQ	0,16	0,23	0,51
<i>Femme</i>	113	<LOQ	1,35	0,15	<LOQ	<LOQ	0,16	0,23	0,49
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,56	0,14	<LOQ	0,06	0,15	0,23	0,50
40-59ans	329	<LOQ	2,24	0,19	<LOQ	0,12	0,19	0,28	0,73
<i>Femme</i>	173	<LOQ	2,24	0,19	<LOQ	0,12	0,20	0,29	0,76
<i>Homme</i>	156	<LOQ	2,02	0,18	<LOQ	0,13	0,19	0,27	0,56

PFHxA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ							
<i>Femme</i>	16	<LOQ							
<i>Homme</i>	22	<LOQ							
20-39ans	182	<LOQ							
<i>Femme</i>	113	<LOQ							
<i>Homme</i>	69	<LOQ							
40-59ans	329	<LOQ							
<i>Femme</i>	173	<LOQ							
<i>Homme</i>	156	<LOQ							

Zone C du Feeder du Hainaut

PFHpS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,31	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,20
<i>Femme</i>	16	<LOQ	0,23	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17
<i>Homme</i>	22	<LOQ	0,31	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16	0,20
20-39ans	182	<LOQ	0,85	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15	0,32
<i>Femme</i>	113	<LOQ	0,66	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,27
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,85	0,12	<LOQ	<LOQ	0,13	0,22	0,35
40-59ans	329	<LOQ	1,04	0,15	<LOQ	<LOQ	0,16	0,25	0,42
<i>Femme</i>	173	<LOQ	1,04	0,11	<LOQ	<LOQ	0,12	0,20	0,32
<i>Homme</i>	156	<LOQ	1,02	0,20	<LOQ	0,15	0,20	0,28	0,49
PFHpA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	16	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,07
<i>Homme</i>	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	182	<LOQ	0,23	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	113	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,23	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	329	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	173	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	156	<LOQ	0,12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFBS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	182	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	113	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	69	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	329	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	173	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	156	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Zone C du Feeder du Hainaut

PFBA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	16	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06
<i>Homme</i>	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	182	<LOQ	0,12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	113	<LOQ	0,12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	69	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	329	<LOQ	0,90	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	173	<LOQ	0,25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	156	<LOQ	0,90	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

PFUnDA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,35	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13
<i>Femme</i>	16	<LOQ	0,35	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17
<i>Homme</i>	22	<LOQ	0,20	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
20-39ans	182	<LOQ	0,40	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,23
<i>Femme</i>	113	<LOQ	0,40	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,24
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,27	0,07	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	0,21
40-59ans	329	<LOQ	0,89	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,32
<i>Femme</i>	173	<LOQ	0,89	0,09	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,15	0,36
<i>Homme</i>	156	<LOQ	0,48	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13	0,25

PFDODA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	16	<LOQ	0,16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,07
<i>Homme</i>	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	182	<LOQ	0,39	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	113	<LOQ	0,39	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	69	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	329	<LOQ	0,55	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12
<i>Femme</i>	173	<LOQ	0,55	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16
<i>Homme</i>	156	<LOQ	0,31	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Zone C du Feeder du Hainaut

PFPeA	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	16	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20-39ans	182	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	113	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	69	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
40-59ans	329	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Femme</i>	173	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
<i>Homme</i>	156	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

NAS	N	Min	Max	MG	P5	P25	P50	P75	P95
12-19ans	38	1,54	18,77	5,49	2,33	3,49	4,96	8,52	14,18
<i>Femme</i>	16	1,54	18,77	4,34	1,54	2,55	3,66	5,33	11,55
<i>Homme</i>	22	3,27	15,48	6,51	3,28	4,58	5,43	9,87	13,96
20-39ans	182	1,85	32,34	6,94	2,85	4,45	6,69	10,57	17,36
<i>Femme</i>	113	2,06	28,00	6,25	2,68	3,92	5,93	9,52	14,31
<i>Homme</i>	69	1,85	32,34	8,26	3,35	5,64	7,88	12,07	19,15
40-59ans	329	1,30	48,20	10,00	3,86	7,65	10,26	14,22	23,01
<i>Femme</i>	173	1,30	48,20	8,88	3,33	6,12	8,93	12,59	22,24
<i>Homme</i>	156	2,51	37,40	11,39	4,63	8,42	10,94	16,11	23,43

Zone C du Feeder du Hainaut

8.4 Profils PFAS de l'imprégnation en PFAS des résidents des zones A, B et C du Feeder du Hainaut, selon la classe d'âge

