

PFAS dans l'eau du robinet : risques et précautions



Alfred BERNARD

Professeur UCLouvain

Directeur de recherches FNRS

Conférence organisée par la ville
de Chièvres

Samedi 25 novembre 2023

Danger

≠

Risque

Propriétés intrinsèques d'une substance ou d'un mélange de substances à produire des effets délétères (ex. cancer, perturbation du système endocrinien) dans des populations et des conditions d'exposition définies

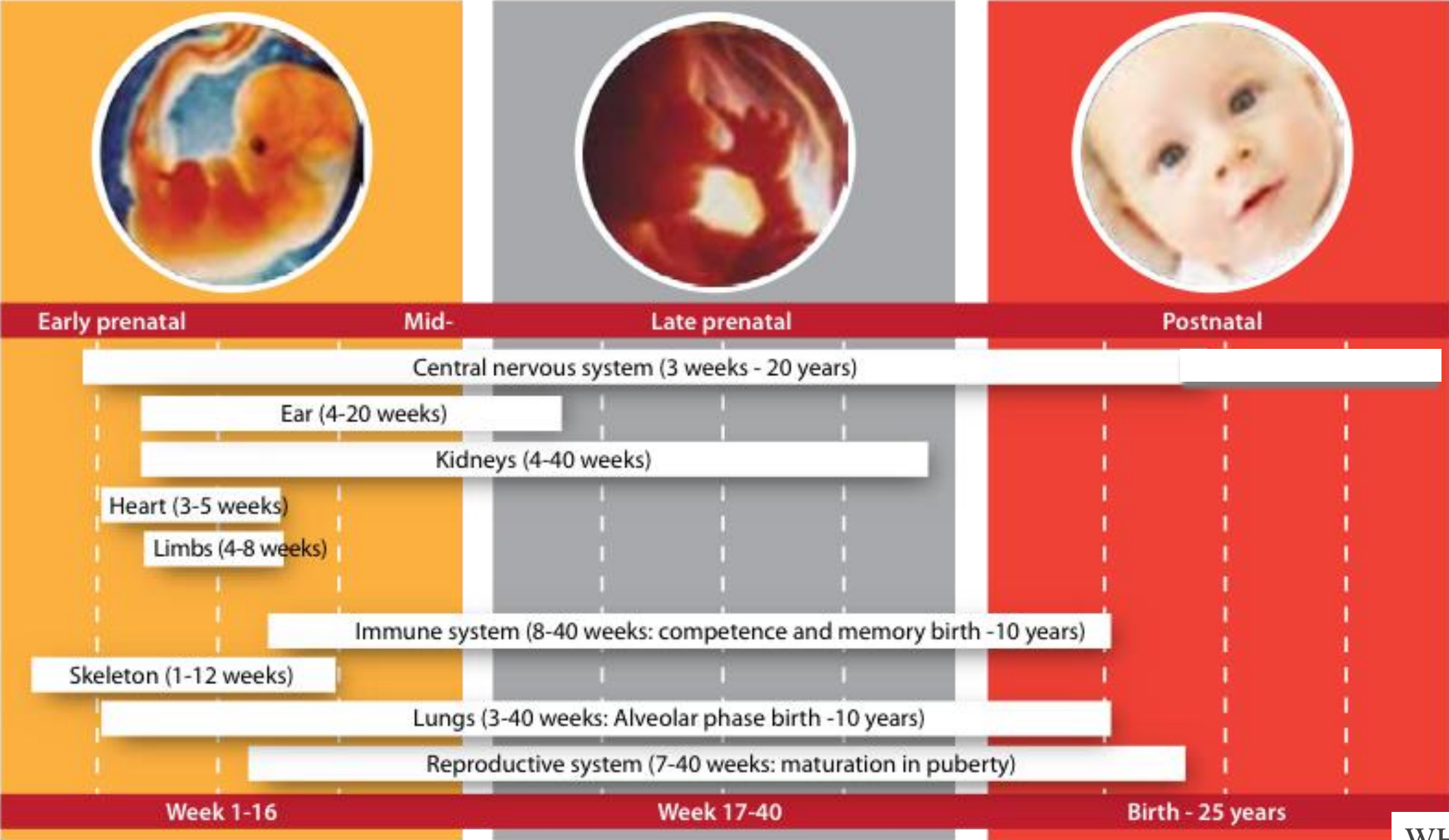
Probabilité que les effets toxiques surviennent dans un contexte d'exposition particulier (contamination de l'alimentation, contamination de l'eau potable, lieu de résidence, exposition professionnelle ,...)

Risque = danger x exposition

Principaux facteurs déterminant le risque :

1. L'intensité d'exposition (dose journalière)
2. La durée d'exposition (mois, années ou dizaines d'années)
3. L'âge (foetus, nourrissons, enfants, adultes)

Développement et maturation des organes: fenêtres de grande vulnérabilité

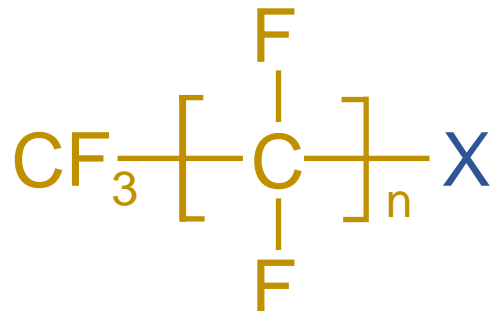


PFAS: substances poly- ou perfluoroalkylées



Hydrophobe

Hydrophile

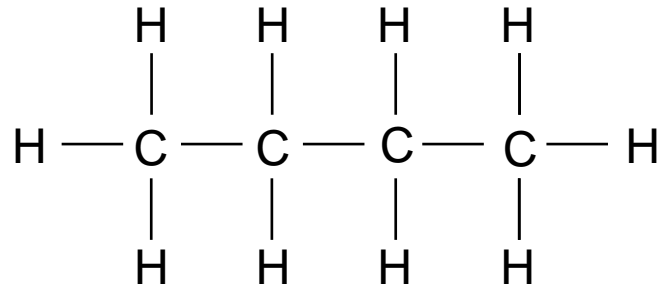


La chaîne alkyl hydrophobe peut avoir une longueur de 4 à 16 carbones (C4 – C16) et être complètement ou partiellement fluorée (substances per-ou polyfluorées)

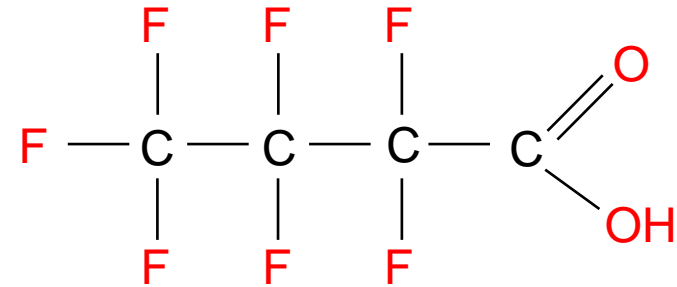
L'extrémité hydrophile est habituellement constituée d'un groupe carboxylique ou sulfonique mais d'autres groupes chimiques peuvent être utilisés .

→ au total environ 10.000 différents PFAS (source ECHA, 2023)

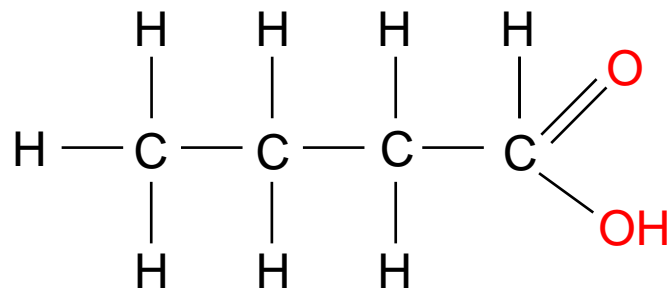
PFAS: substances poly- ou perfluorées alkylées



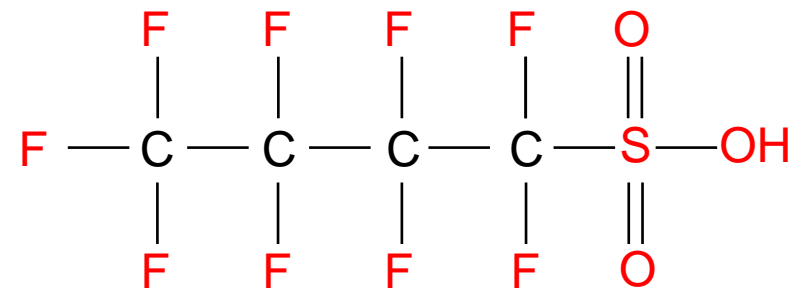
n-butane



PFBA (acide perfluorobutanoïque)



acide butyrique



PFBS (acide perfluorobutane sulfonique)

Deux propriétés importantes:

- . **Très grande stabilité** conférée par la liaison **fluor-carbone**
 - très résistantes aux hautes températures
 - Non-biodégradables et non métabolisables, les PFAS sont appelés « for-ever chemicals » ou substances chimiques éternelles
- . **Amphiphiles: solubles dans les graisses et dans l'eau.**
 - Contaminent tous les milieux et tous les être vivants
 - Se retrouvent dans l'eau potable et tous les aliments
 - Bien absorbés par ingestion, les PFAS s'accumulent dans le corps et franchissent les barrières placentaire et hémato-encéphalique et passent dans le lait maternel

Voies d'exposition aux PFAS

1. Ingestion (> 90%)

- . Eau

- . Aliments

- . Poussière (pica)

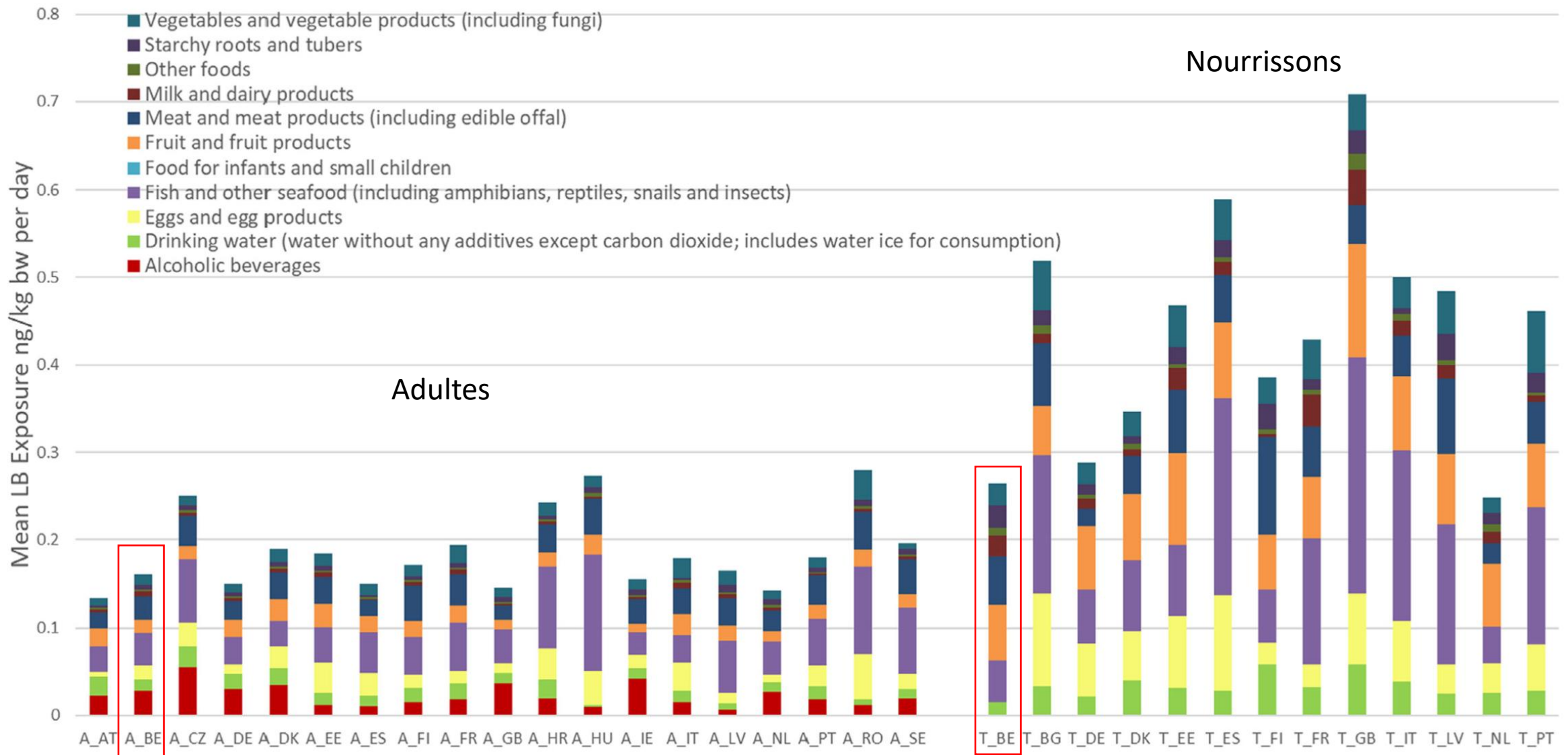
2. Contact cutané (maximum qqs %)

3. Inhalation (<1%)

. Un nourrisson de 6 mois allaité au biberon consomme par kilo de poids corporel **5 fois plus d'eau** qu'un adulte.

. Après l'allaitement, un nourrisson consomme par kilo de poids corporel **2 à 3 fois plus d'aliments** qu'un adulte.

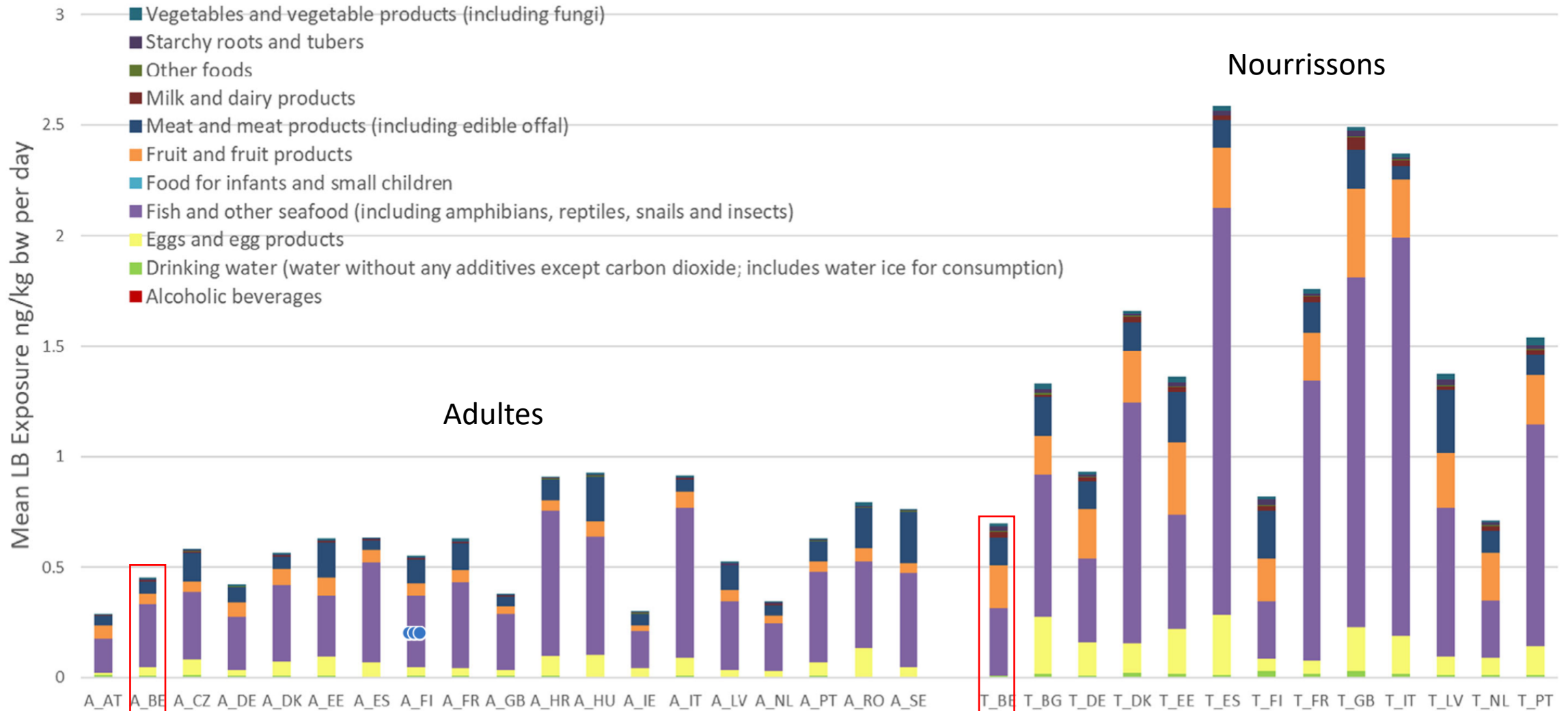
Dose journalière de PFOA ingérée dans l'UE (ng/kg)



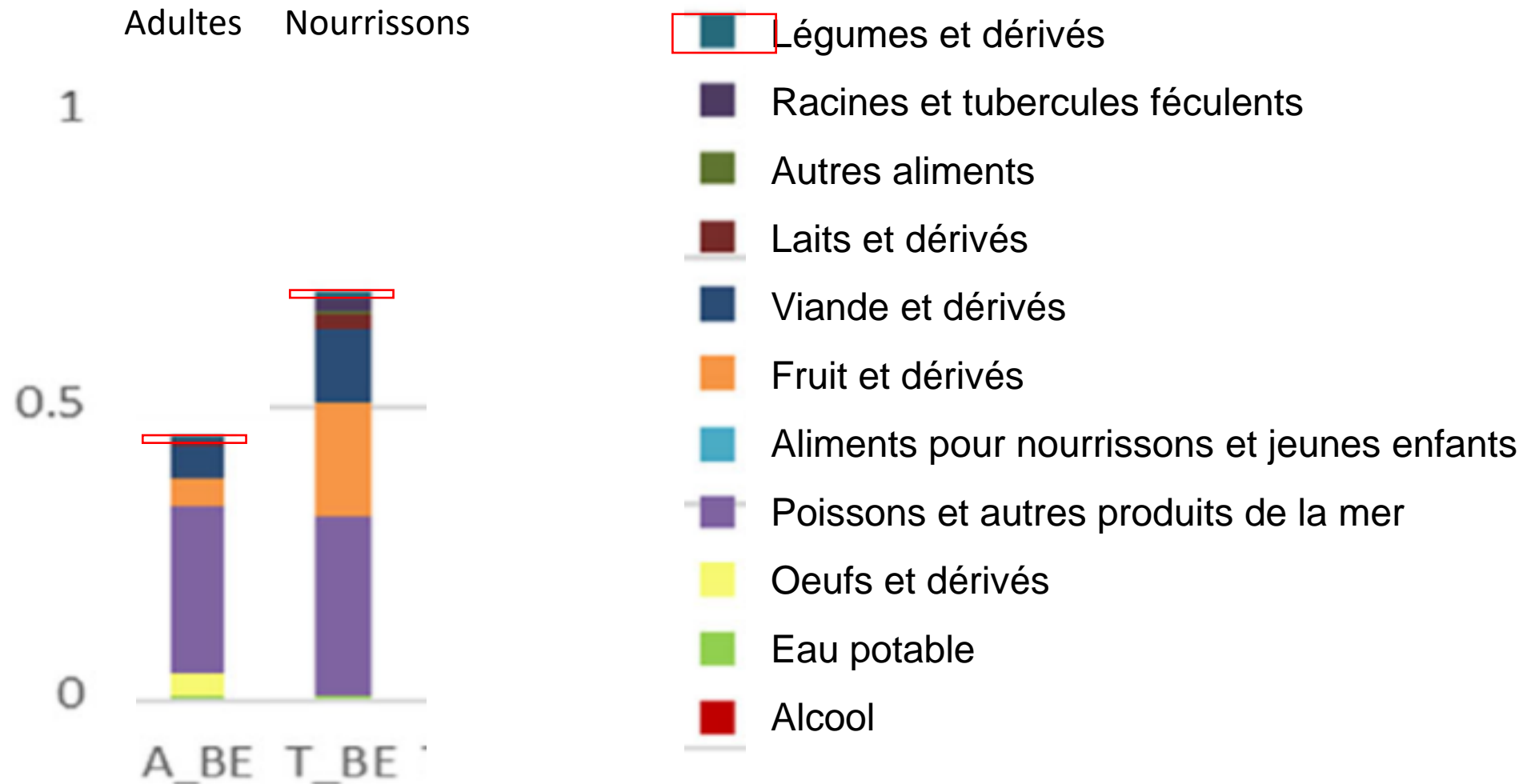
Dose journalière de PFOA ingérée en Belgique (ng/kg)



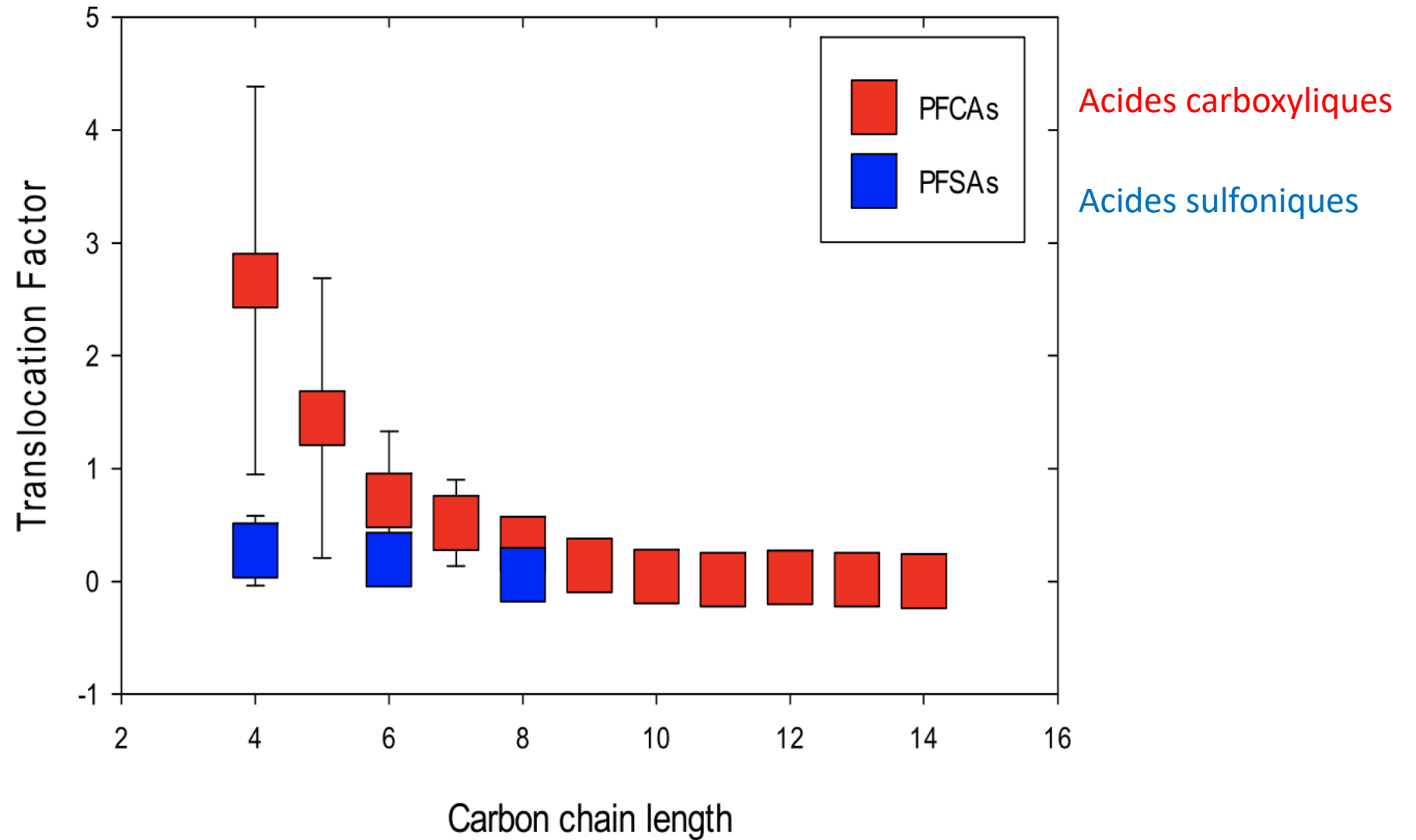
Dose journalière de PFOS ingérée dans l'UE (ng/kg)



Dose journalière de PFOS ingérée en Belgique (ng/kg)



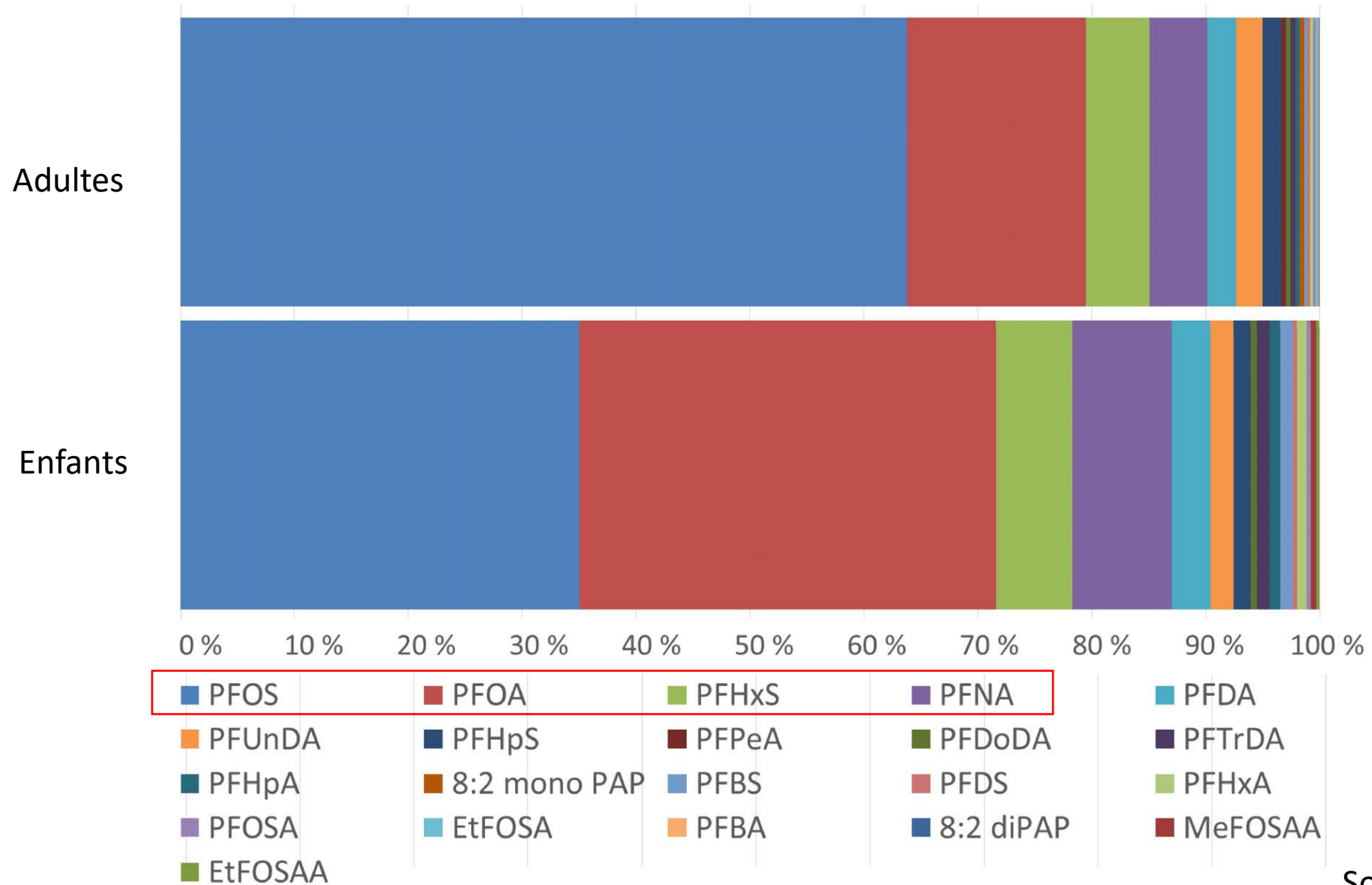
Translocation dans la laitue des PFAS en fonction du nombre d'atomes de carbone (Adu et al. 2023)



Demi-vie des congénères de PFAS

Congénère	Nombre de carbone	Demi-vie (années)
PFBA	4	0,007
PFBS	4	0,08
PFHxA	6	0,09
PFHxS	6	4,7 - 25
PFHpA	7	0,82 - 1,0
PFOA	8	1,7 - 8,5
PFOS	8	1,9 - 18
PFNA	9	1,2 - 3,2
PFDA	10	4,0 - 7,1
PFUnDA	11	4,0 - 7,4

Proportions de PFAS dans le sang humain



Source: Efsa 2020

Normes

Agence américaine de protection
de l'environnement (US-EPA)

Union européenne

Eau potable

Eau potable

2009

- . PFOA = 400 ng/l
- . PFOS = 400 ng/l

$\Sigma 20$ PFAS = 100 ng/l

2016

- . PFOA + PFOS = 70 ng/l

Alimentation

2023

- . PFOA = 4 ng/l
- . PFOS = 4 ng/l

En 2020, l'agence européenne de sécurité de l'alimentation (Efsa) fixe un dose hebdomadaire tolérable de 4,4 ng/kg pour les femmes enceintes ou en âge de procréer.

Concentrations des 20 PFAS dans l'eau à Chièvres avant et après traitement au charbon actif

Congénères			Puits de Chièvres					Château d'eau Chièvres				
		# carbone	11/10/23	17/10/23	23/10/23	31/10/23	9/11/23	11/10/23	17/10/23	23/10/23	31/10/23	9/11/23
PFBuA	Acide carboxylique	4	15	15	16	17	15	4	6	6	5	6
PFPeA		5	40	39	43	44	49	9	12	11	11	15
PFHxA		6	47	46	48	47	50	1	2	2	2	2
PFHpA		7	16	17	16	18	22	0	0	0	0	0
PFOA		8	28	29	26	24	31	0	0	0	0	0
PFNA		9	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
PFDA		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFUnDA		11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFDODA		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFTTrDA		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFBuS	Acide sulfonique	4	9	10	9	11	11	0	0	0	5	0
PFPeS		5	9	11	11	10	11	0	0	0	0	0
PFHxS		6	91	74	100	94	110	0	0	0	0	0
PFHpS		7	3	2	3	3	2	0	0	0	0	0
PFOS		8	64	51	67	65	58	0	0	0	0	0
PFNS		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFDS		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFUdS		11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFDoS		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFTTrDS		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Somme 20 PFAS			322	294	339	333	361	14	20	19	24	23
Dépassement de la norme de l'UE (100 ng/l)			3,2	2,9	3,4	3,3	3,6	0,14	0,2	0,19	0,24	0,23
FPOA			28	29	26	24	31	0	0	0	0	0
Dépassement de la norme de l'EPA (4 ng/l)			7,0	7,3	6,5	6,0	7,8	0	0	0	0	0
PFOS			64	51	67	65	58	0	0	0	0	0
Dépassement de la norme de l'EPA (4 ng/l)			16,0	12,8	16,8	16,3	14,5	0	0	0	0	0

Source des concentrations des PFAS: SWDE

Dépassement de la dose hebdomadaire tolérable (DHT) de l'EFSA des 4 PFAS chez la femme enceinte à Chièvres (4,4 ng/kg)

	Puits de Chièvres				
	concentration (ng/L)				
Date	11/10/23	17/10/23	23/10/23	31/10/23	9/11/23
PFOA	28	29	26	24	31
PFNA	0	0	0	0	2
PFHxS	91	74	100	94	110
PFOS	64	51	67	65	58
Somme des 4 PFAS	183	154	193	183	201
Dose hebdomaire (ng/kg)	36,6	30,8	38,6	36,6	40,2
Dose hebdomadaire/DHT	8,3	7,0	8,8	8,3	9,1

Source des concentrations des PFAS: SWDE

Effets sanitaires associés aux PFAS

. Exposition pré-natale

- . Diminution de la réponse immunitaire (vaccination)
- . Baisse du poids à la naissance (50-100 g)
- . Développement insuffisant de la glande mammaire

. Exposition post-natale – 18 ans

- . Perturbations dans la synthèse des hormones thyroïdiennes et des hormones contrôlant le développement du système reproducteur de l'homme et de la femme.

. Exposition chez l'adulte

- . Augmentation du cholestérol
- . Cancers du rein et du testicule
 - . Les PFAS ne sont pas des génotoxiques directs
 - . Corollaire: existence d'un seuil de risque (charge corporelle critique)

En rouge: effets critiques

Recommandations

- . Cartographie de la $\Sigma 20$ PFAS et de la $\Sigma 4$ PFAS dans l'eau du robinet en RW.
- . A la norme de l'UE de 100 ng/L, ajouter une norme pour la $\Sigma 4$ PFAS.
- . Un « biomonitoring » de la population pour évaluer la charge corporelle des PFAS à longue demi-vie (avec questionnaire sur l'état de santé et des biomarqueurs des effets critiques).
- . En cas de dépassement des normes, informer rapidement les autorités et prendre des mesures pour protéger les groupes vulnérables (pas de marge de sécurité !).
- . Adopter une alimentation équilibrée pauvre en aliments transformés.



“For a successful technology, reality must take precedence over public relations, for Nature cannot be fooled”

Richard P. Feynman, U.S. physicist, Nobel price winner (1918-1988)

Merci pour votre attention !