

Emerging issues in biomonitoring research

13th BDS Biodetector Conference

Prague, Czech Republic

Abel Arkenbout – September 14, 2022



The Netherlands, Harlingen, REC WtE incineration, in production since 2011



Lithuania, Kaunas, WtE incineration, in production since 2020



Belgium, Beringen Biostoom, WtE incineration, in production since 2020



France, Paris, Paris-Ivry XIII, waste incineration in production since (1969), modernised 1995/2005



Czech Republic, Pilsen, ZEVO Chotikov, WtE incineration in production since, 2020



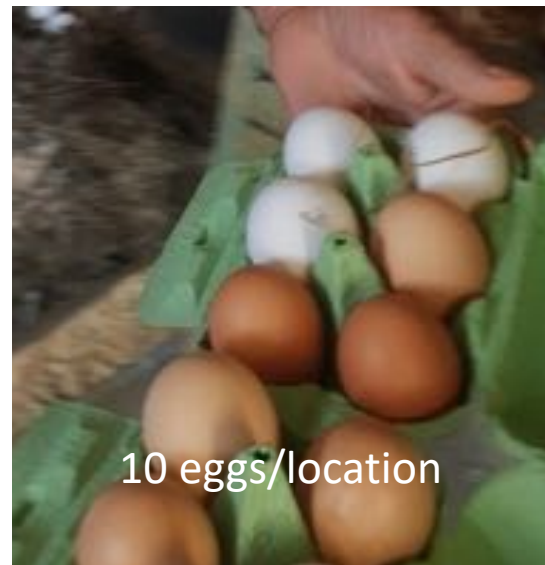
Spain, Madrid, Valdemingómez WtE incineration, in production since 1996



Basque Country, Zubieta, WtE incinerator, in production since 2020



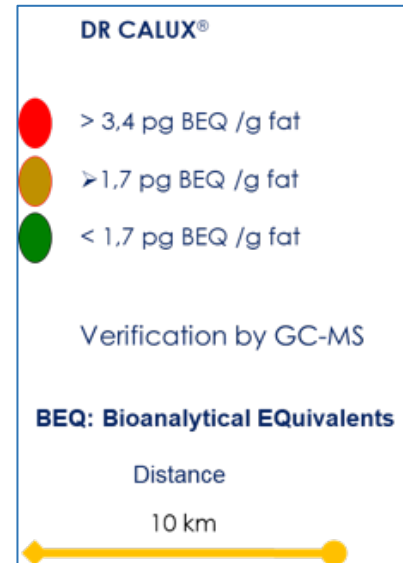
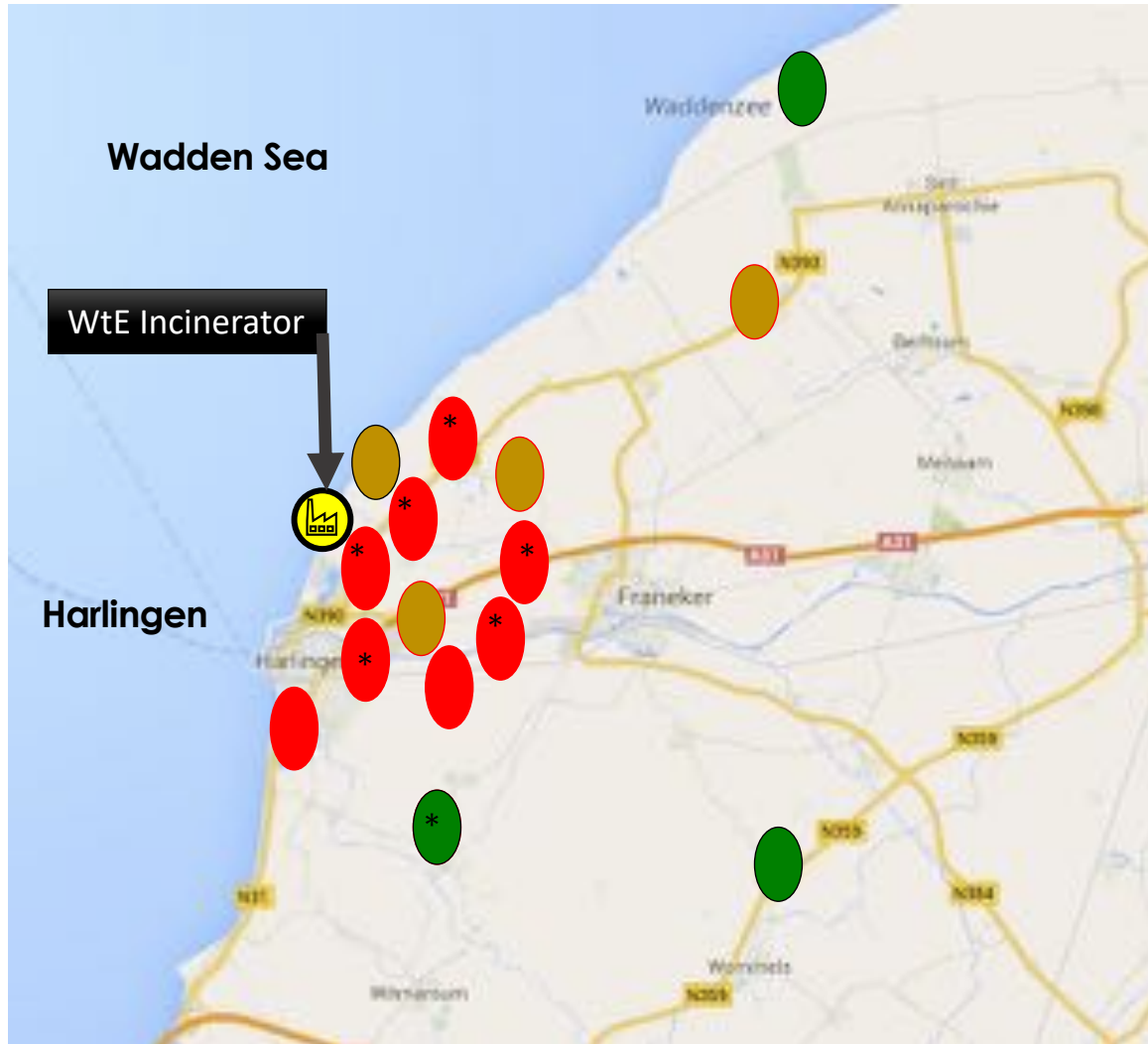
One analyse sample of one location, contains perferable a total mixture of 10 eggs of that one location. By this sampling approach the difference in each hens metabolisems and their specific pattern way of fouraging in the chicken enclosure is covered.



10 eggs/location



TW biomonitoring eggs of backyard chicken, Harlingen/NL-2013



Explanation Biomonitoring video by [Zero Waste Europe](https://www.zerowaste.eu/)





People concerned about waste incineration emissions



Analyse results TW biomonitoring reports generates Media attention, questions



Which leads to discussion between government, industry, people movement

More (semi) continuous measurements in the chimney of waste incineration is needed to know the real POP emissions



AMESA measurement summary

```

File Ident: Amesa_                               2020-10-20
Sampled using:

Cartridge box no. 3                               Measurement no. 29

Start: 14.4.2020/11:48   Leakage rate (175,2kPa) 0,420kg/h
End...: 12.5.2020/08:18   Leakage rate (182,4kPa) 0,423kg/h

Measurement duration: 190min:00s
Sample gas volume norm MFR dry: 324,131 m³
Sample gas volume norm MFR humid: 412,517 m³
Sample gas volume norm gasometer dry: 321,398 m³
Sample gas volume norm gasometer humid: 411,634 m³
Condensate volume of sampling: 69,41 l
Operating density factor: 0,794
Mean H2O in flue gas: 219,3 g/m³
Mean O2: 13,4 %
Mean CO: 7,9 %
Mean PSTAT: 1040,6 kPa
Mean TNG: 45,3 °C
Mean vR: 12,64 m/s
Maximum TGT: 43,6 °C
Mean TGT: 29,3 °C
Stack cross section: 1,88 m²
Stack diameter: 1,37 m

Substitutions:
Last parameter access time: 6.5.2020/12:35
1 of actual sampling (%): 100 %
2 of actual sampling (%): 100 %
1 of actual year (%): 98 %
2 of actual year (%): 98 %
1 of last year (%): 97 %
2 of last year (%): 98 %
    
```

Collecting Data by (semi) continuous measurements



Resulting in better understanding of waste incinerator emissions by (semi) continuous measurements. These measurements are needed to know:

- Waste incineration is still far from pollution of zero POP emissions;
- More elevated dioxin emissions during (semi) continuous measurements comparing to the EU recommended short-term measurements;
- Elevated dioxin emissions during OTNOC situations like start-up and shutdowns.

126 incinérateurs de déchets en France : la mégapollution



La combustion des déchets libère énormément de CO2 et un cocktail de gaz polluants. Dans le Val-de-Marne, un incinérateur XXL fait « flipper » les habitants. [ENQUÊTE 2/4]

Il y a quelques mois, le collectif 3R a fait appel à la fondation Toxico Watch, une ONG néerlandaise référente dans l'analyse toxicologique des polluants émis par les incinérateurs. L'ONG analyse les épines d'arbres résineux, les mousses et les œufs produits dans des poulaillers à proximité de l'incinérateur. Au mois de février, le laboratoire a rendu son rapport.



« Les résultats des analyses de dioxines à la fois dans les œufs et dans les végétaux se situent parmi les niveaux les plus hauts rencontrés en Europe. » © NnoMan Cadoret / Reporterre

Conclusion : « Les résultats des analyses de dioxines à la fois dans les œufs et dans les végétaux se situent parmi les niveaux les plus hauts rencontrés en Europe. » Des valeurs de deux à quatre fois plus élevées que les valeurs limites européennes. En la matière, c'est le droit européen (directive

Beringen
Leefbaar Tervant blijft verontrust over dioxines
 Zondag 25 september 2022




Leefbaar Tervant houdt de vinger aan de pols wat betreft de Beringse verbrandingsoven. In het **ToxicoWatch** onderzoek bleek immers dat er toch veel dioxines werden gemeten in kippeneieren in onze buurt. "De huidige sfeer is absoluut die van "ik-wil-niet-wetenschap", terwijl er overduidelijk iets ernstig aan de hand is met het dioxineniveau in de onderzochte kippeneieren, meer bepaald betreft het een dioxinetype dat ook wordt uitgestoten door de afvalverbrandingsoven en dat afkomstig is van onvolledige verbranding van complexer samengestelde stoffen, zoals o.a. vuilniszakken (niet van houtkachels of auto's). Als de wetenschappelijke data ontkend worden, waarmee zijn we dan bezig?", zegt **Peter Houdmeyers van Leefbaar Tervant**.

De actiegroep nam ook contact met de Beringse milieudienst en de Limburgse milieuspectie.

" Als bij 7 van de 8 kippenrennen het dioxine-level van dit dioxinetype van 54 tot 668 % - waarvan op 5 locaties boven de 200 % - gestegen is sedert de opstart van de oven ... waarop wacht men dan voor verdere acties, waaronder zeker een bronbepaling ? In de communicatie met de milieudienst van Beringen krijgen we replies die op geen enkele bezorgdheid wijzen, en, vooral bestaan uit de gekende oneliners van het vorige stadsbestuur. We gaan ervan uit dat de milieudienst van Beringen haar bevolking dient en het voorzorgsprincipe van de milieuwet dient toe te passen, ook in een politiek gevoelig dossier. Er is een zeer grote stijging van dioxines in Beringen, dioxines zijn absoluut kankerverwekkend. Het voorzorgsprincipe houdt o.a. in dat er een verantwoordelijkheid is in te grijpen en mensen te beschermen voor blootstelling aan schade waar wetenschappelijk onderzoek een plausibel risico heeft ontdekt op een gerelateerd gebied. Wij aanvaarden geen relativiserende of ontkenkende communicatie meer, en, doen een oproep aan onze vertegenwoordigers in het stadhuis om hun gewenste rol te spelen", zegt Houdmeyers nog.

"Ik heb begrip voor uw frustratie, maar wij blijven van oordeel dat wij niet het niveau zijn om bijkomende stappen te zetten. We hebben hier niet de middelen en niet de kennis voor, maar belangrijker nog is dat we slechts bevoegd zijn voor ons grondgebied en dat het duidelijk is dat de scope van een dergelijke opdracht veel verder gaat. Ik herhaal dat we de bezorgdheid onderschrijven en daarom het onderzoek laten doorgaan dit jaar. We hopen hierdoor meer inzichten te verwerven", zegt **schepen van Milieu Tijs Lemmens**.

https://www.internetgazet.be/beringen/leefbaar-tervant-blijft-verontrust-over-dioxines.aspx?fbclid=IwAR349Y3MASlz-r6oakr_11Ee7Mfbkvvu8rsPt8a7yIXQtjpf9XPFIPpQ1VLk/



GEZONDHEID 16/08/2022 - 12:30

Meer onderzoek nodig naar verhoogde aanwezigheid dioxines in de lucht in Beringen

BioStoomcentrale Dioxine Leefbaar Tervant Luchtkwaliteit



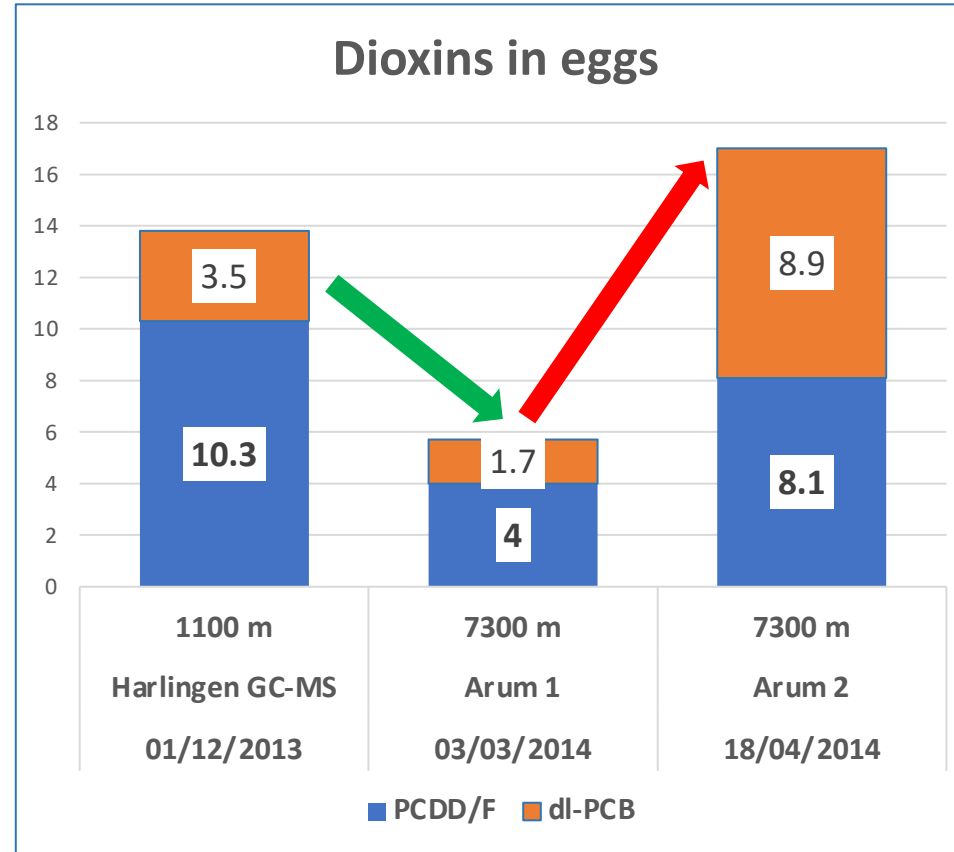
door Luc Moons

Uit onderzoek naar de luchtkwaliteit in Beringen blijkt dat op verschillende plaatsen hoge dioxinewaarden zijn gemeten. Maar het verband met de biostoomcentrale van Bionerga is niet bewezen. En daarom is bijkomend onderzoek nodig. Dat zegt de Beringse schepen van Milieu, Tijs Lemmens. De actiegroep Leefbaar Tervant, die de komst van - wat zij noemen - de verbrandingsoven altijd heeft willen tegenhouden, spreekt van verontrustende resultaten.

<https://www.tvl.be/nieuws/meer-onderzoek-nodig-naar-verhoogde-aanwezigheid-dioxines-in-de-lucht-in-beringen-142335?fbclid=IwAR2XbpW9Jcif8nrCxw6bADzv3eKRxZcVMlGmWK4RzlbAeuNgPyNWRrL6LY>

Negative social impacts

- Isolation chicken owners
- Houses prices fall
- Stop farming chickens
- Stop growing vegetable
- cut down fruit trees
- Uncertainty people



Moving to another place:

- 1. Initially results show drastically decrease of dioxins in eggs
- 2. Again elevation dioxin results, due to confounders nearby



This study shows the importance of including all possible sources, and confounders.

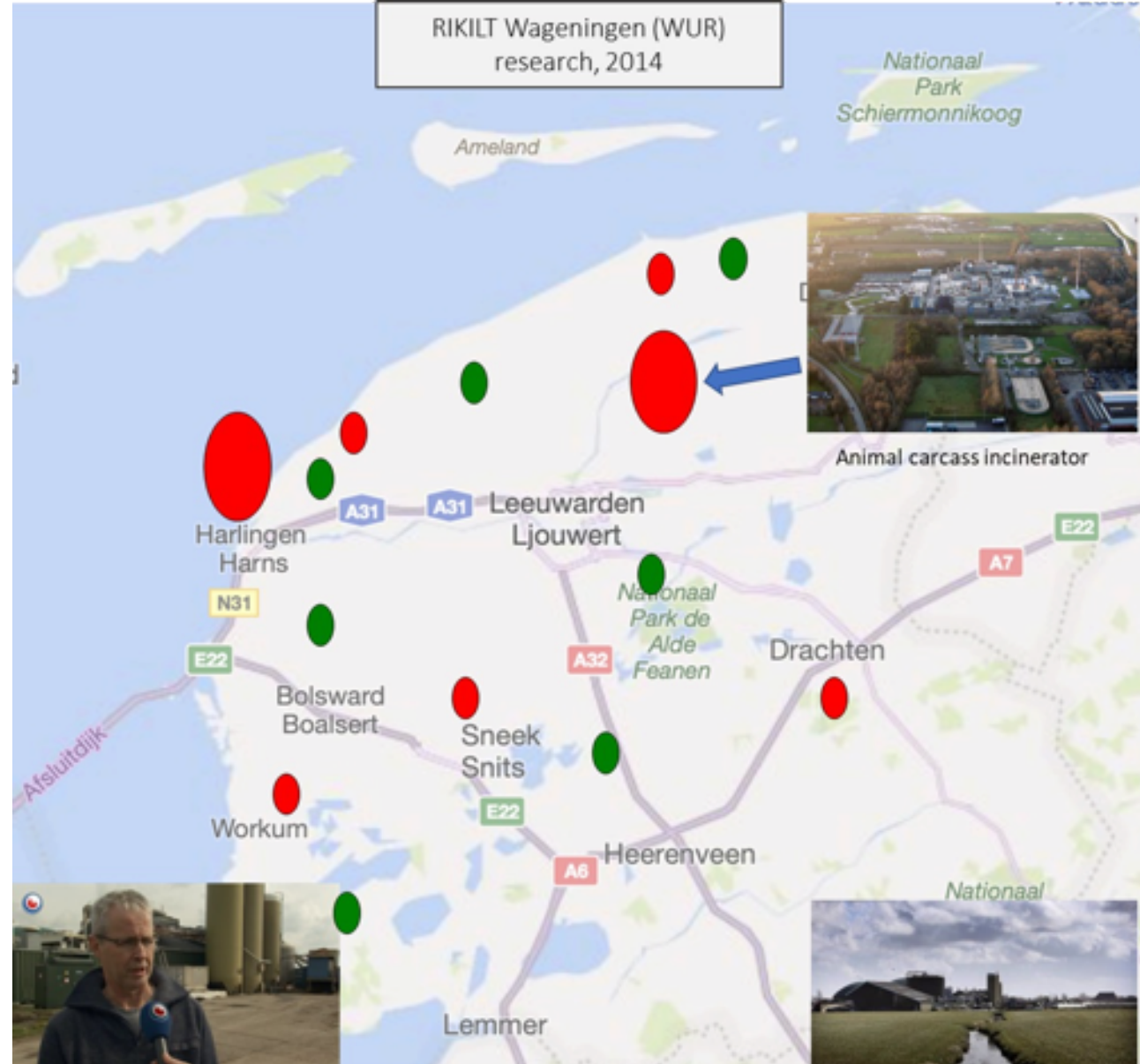
Biomass incineration is an underexplored source of dioxins emissions



The highest dioxin levels in eggs are found near an animal carcass incinerator (dl-PCB 126, the highest level in NL) and near WtE incinerator REC.



Elevated levels of dioxins in eggs found near biomass incineration plants (< 5 km). More research is needed.



Analyse results shows elevated dioxin results in eggs.

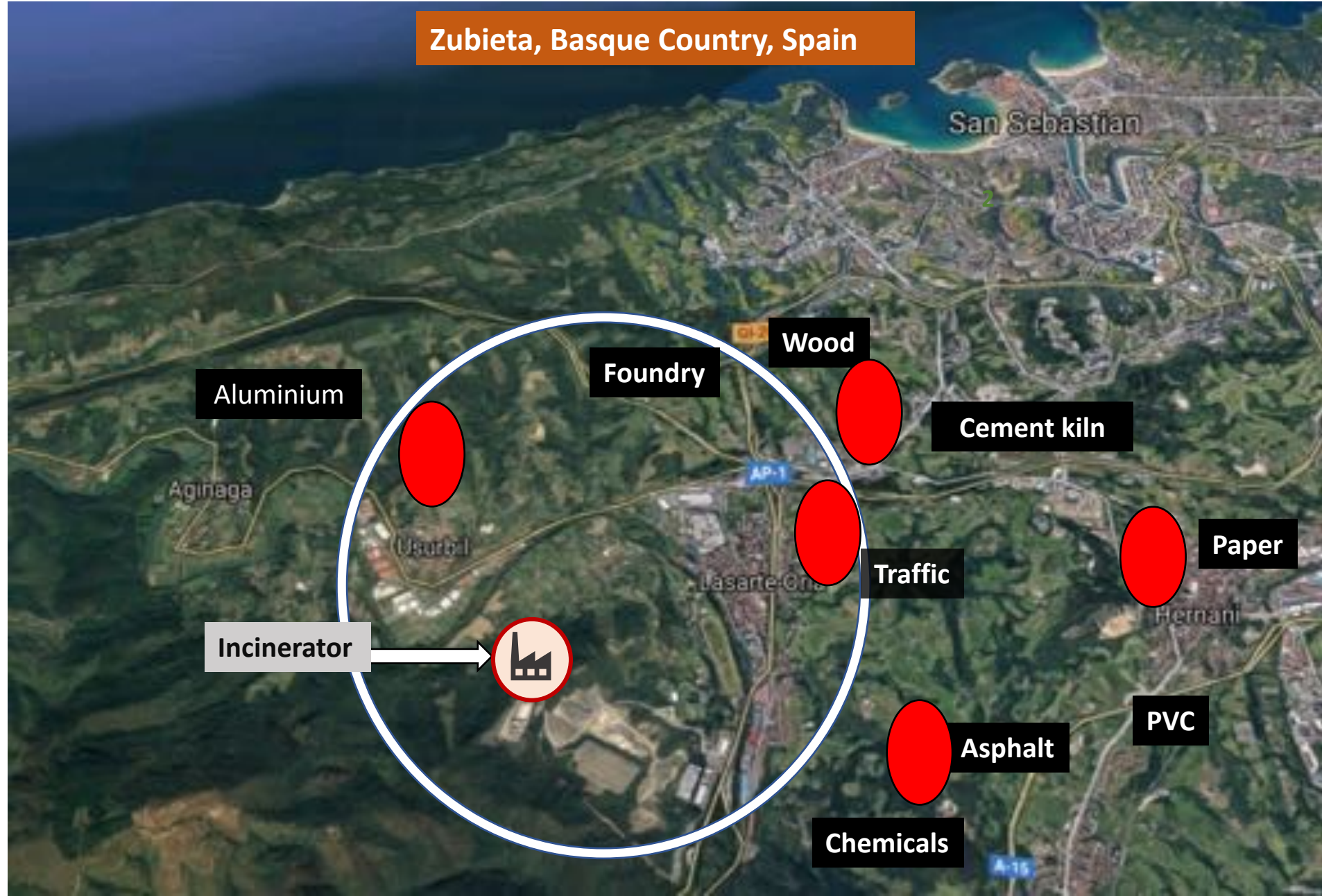
What is the share of:

Confounders ?

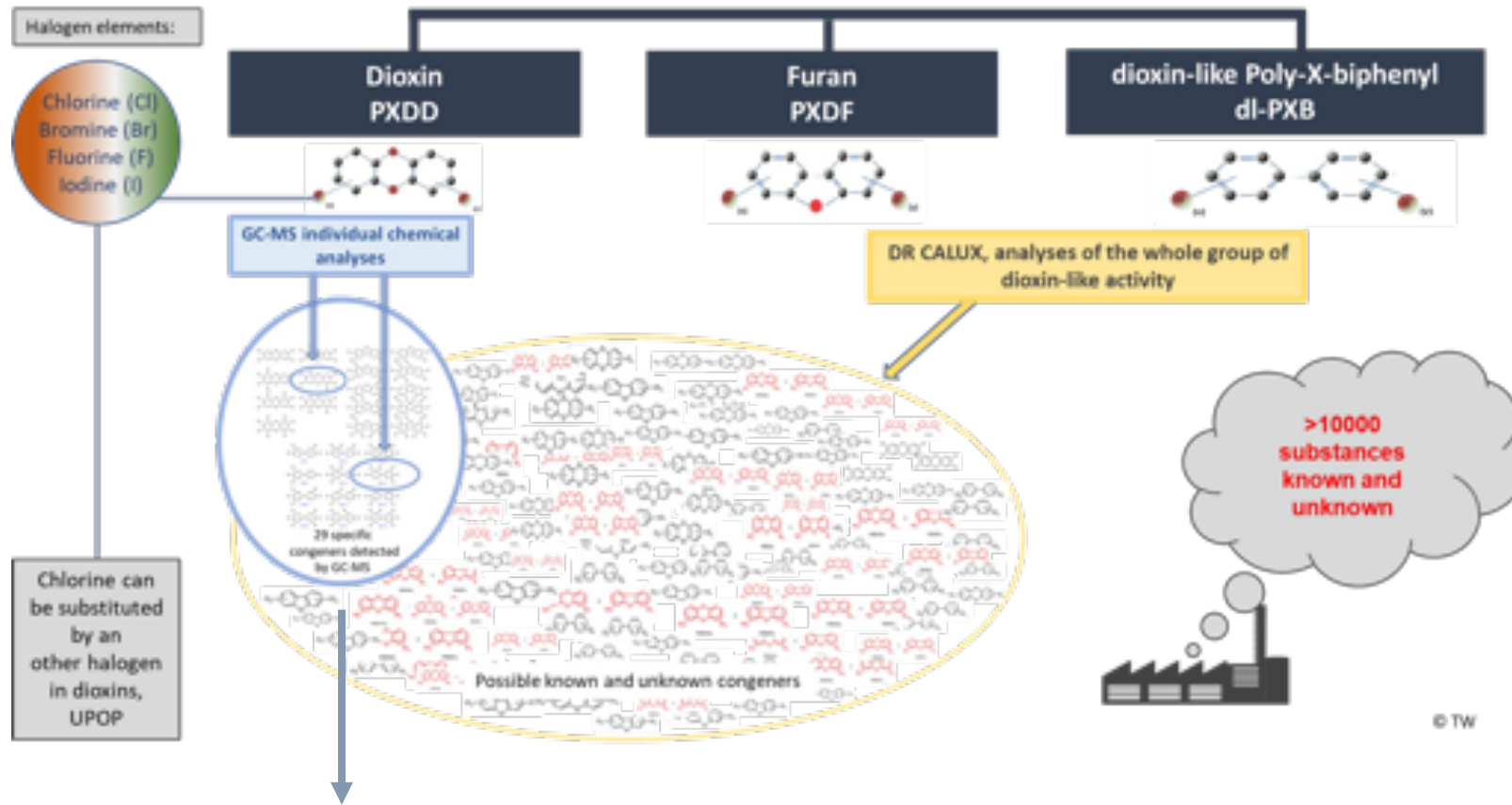


Waste incineration emissions ?

More clarity by (semi)continuous measurements in chimney
 WtE incinerator for knowing real emission data waste incineration



Chemical analysis (GC-MS) vs Bioassay (CALUX)



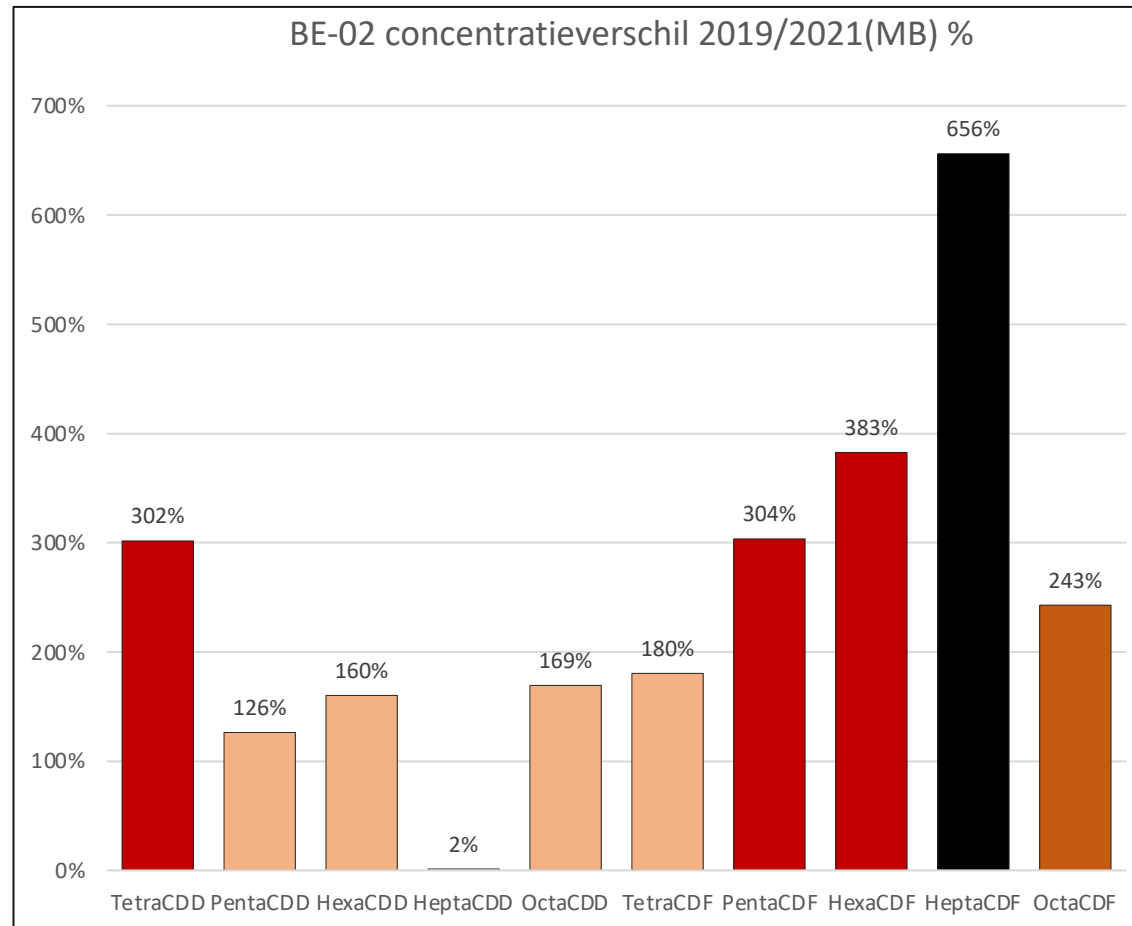
Congeners of chlorinated compounds (chemical GC-MS analysis)

Dioxins, furans (PCDD/F) and dioxin-like PCBs		
Abbreviation	Congeners	TEF
Dioxins (n=7)		
TCDD	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin	1
PCDD	1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzo-p-dioxin	1
HxCDDs	1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxin	0,3
HxCDD	1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxin	0,1
HxCDDs	1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzo-p-dioxin	0,3
HpCDD	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzo-p-dioxin	0,05
OCDD	Octachlorodibenzo-p-dioxin	0,0001

Furans (n=10)		
TCDF	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofuran	0,1
PCDF1	1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofuran	0,03
PCDF2	2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofuran	0,3
HxCDF1	1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofuran	0,1
HxCDF2	1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofuran	0,1
HxCDF3	1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofuran	0,1
HxCDF4	2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofuran	0,1
HPCDF1	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofuran	0,01
HPCDF2	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofuran	0,01
OCDF	Octachlorodibenzofuran	0,0001

Polychlorinated biphenyl (n=12)		
PCB77	1,1',4,4'-Tetrachlorobiphenyl (#77)	0,0001
PCB81	1,4,4',5-Tetrachlorobiphenyl (#81)	0,0001
PCB126	1,1',4,4',5-Pentachlorobiphenyl (#126)	0,3
PCB169	1,1',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (#169)	0,03
PCB205	2,3,3',4,4'-Pentachlorobiphenyl (#105)	0,00001
PCB14	2,3,4,4',5-Pentachlorobiphenyl (#14)	0,00001
PCB18	2,3,4,4',5-Pentachlorobiphenyl (#18)	0,00001
PCB23	2,3,4,4',5-Pentachlorobiphenyl (#23)	0,00001
PCB256	2,3,3',4,4',5-Hexachlorobiphenyl (#156)	0,00001
PCB257	2,3,3',4,4',5'-Hexachlorobiphenyl (#157)	0,00001
PCB67	2,3,4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (#67)	0,00001
PCB89	2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl (#89)	0,00001

Locatie BE-2: PCDD/F (Medium Bound)				
	pg/g vet		Concentratie verschil	
	2019	2021	Absoluut	%
PCDD	56,48	118,69	62,21	110%
PCDF	15,59	89,88	74,29	476%
PCDD/F	72,08	208,57	136,49	189%
BE-2: Dioxinen (PCDD)				
TetraCDD	0,12	0,49	0,37	302%
PentaCDD	0,44	1,00	0,56	126%
HexaCDD	3,92	10,20	6,28	160%
HeptaCDD	19,70	20,00	0,30	2%
OctaCDD	32,30	87,00	54,70	169%
BE-2: Furanen (PCDF)				
TetraCDF	1,07	3,00	1,93	180%
PentaCDF	2,06	8,30	6,24	304%
HexaCDF	3,09	14,90	11,81	383%
HeptaCDF	7,63	57,68	50,05	656%
OctaCDF	1,75	6,00	4,25	243%



TW indicatieve legenda	
Verhoging %	
	> 500 %
	> 300 %
	> 200 %
	> 100 %
	< 100 %



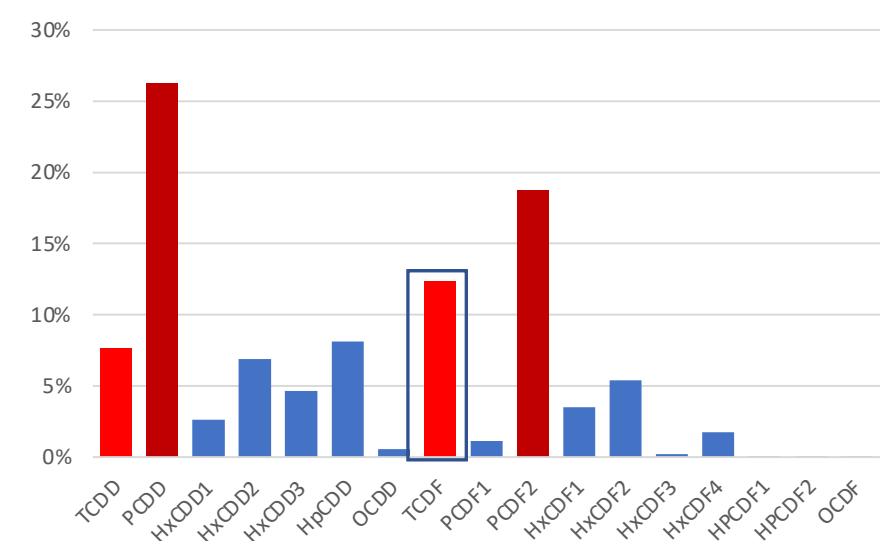
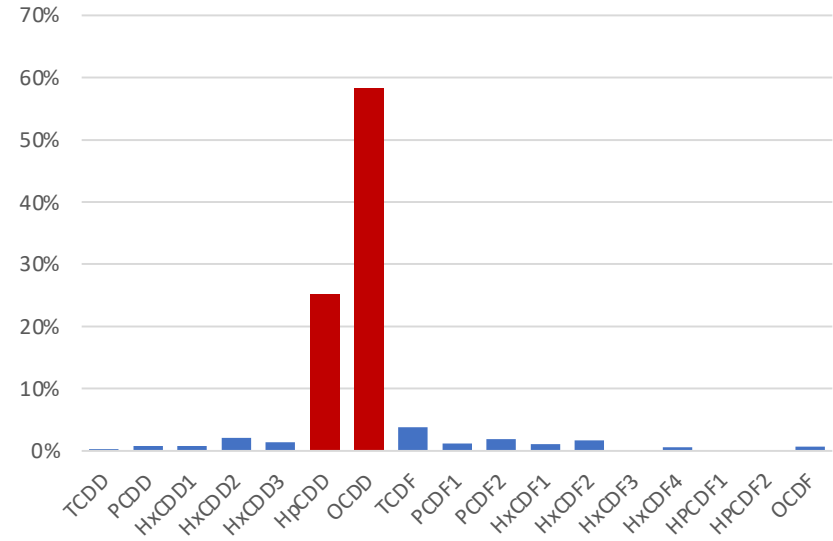
Alf-egg2	
Distance (m)	2810
Breed	
Hens (n)	2
Age (month)	10
Eggs/month	60
Foraging area (m2)	150
DR CALUX BEQ	
PCDD/F BEQ	7.1
dl-PCB	7.1
PCDD/F/dl-PCB	14.2
GC-MS TEQ	
PCDD/F	7.9
dl-PCB	21.0
PCDD/F/dl-PCB	29.0

DR CALUX PCDD/F and PCDD/F/dl-PCB exceed EU limit

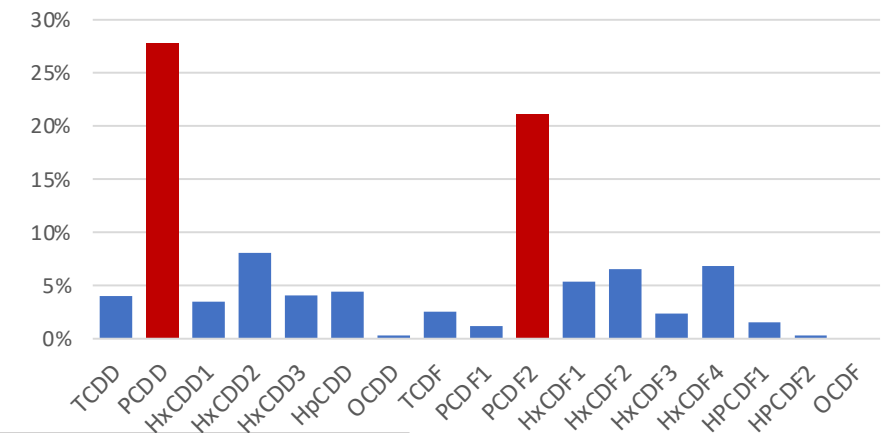
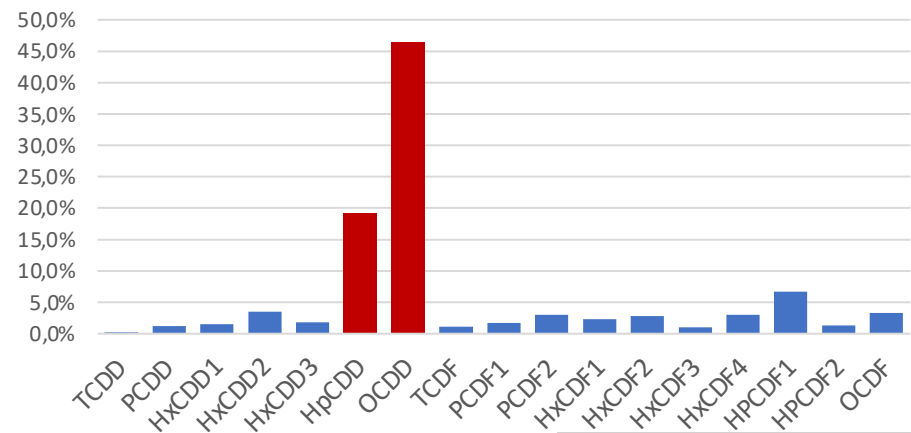
NOT complying EU limit for PCDD/F and the sum of PCDD/F/dl-PCBs TEQ.

Action level dl-PCB is exceeded

Fraction of total (%) Fraction of total TEQ (%)

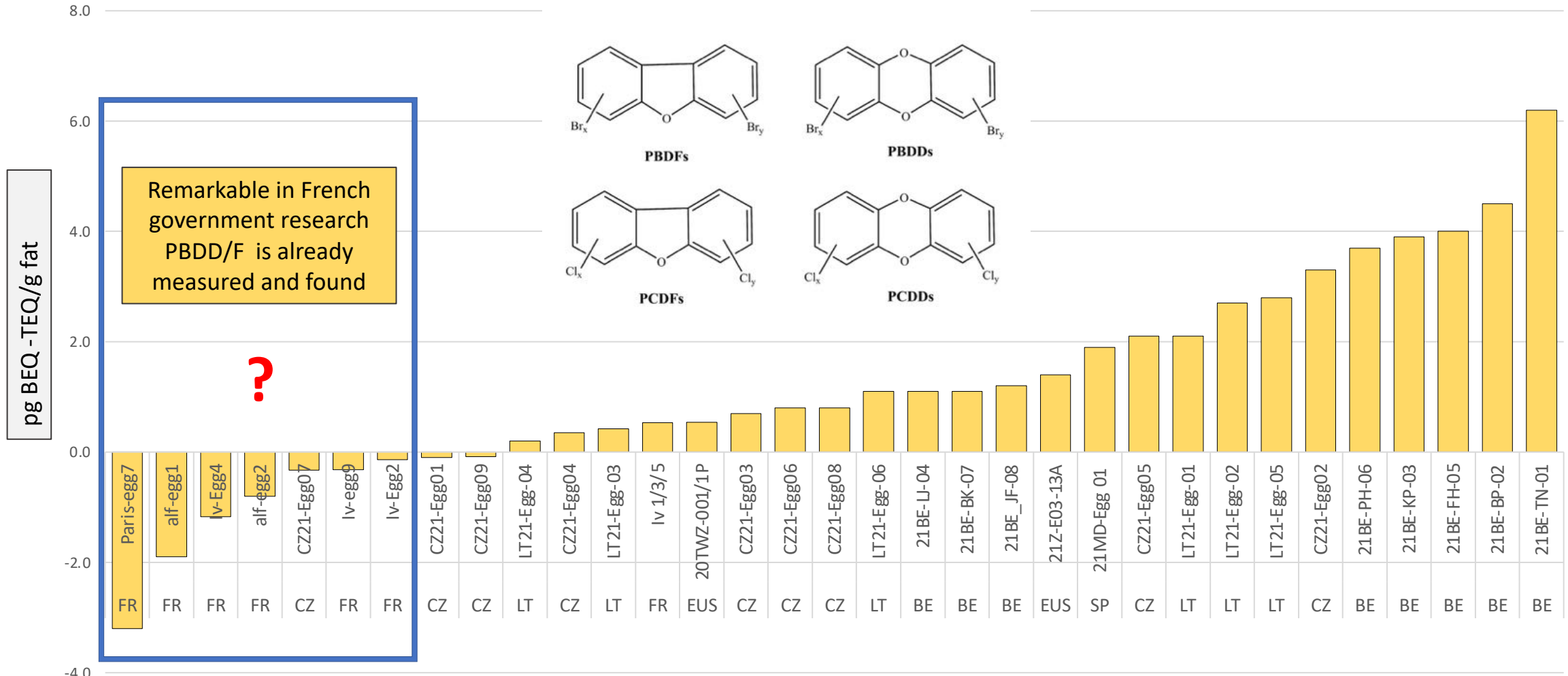


Fraction of total (%) Incinerator REC/NL (20,000 hrs) Fraction of total TEQ (%)



Typical congener pattern of incomplete combustion

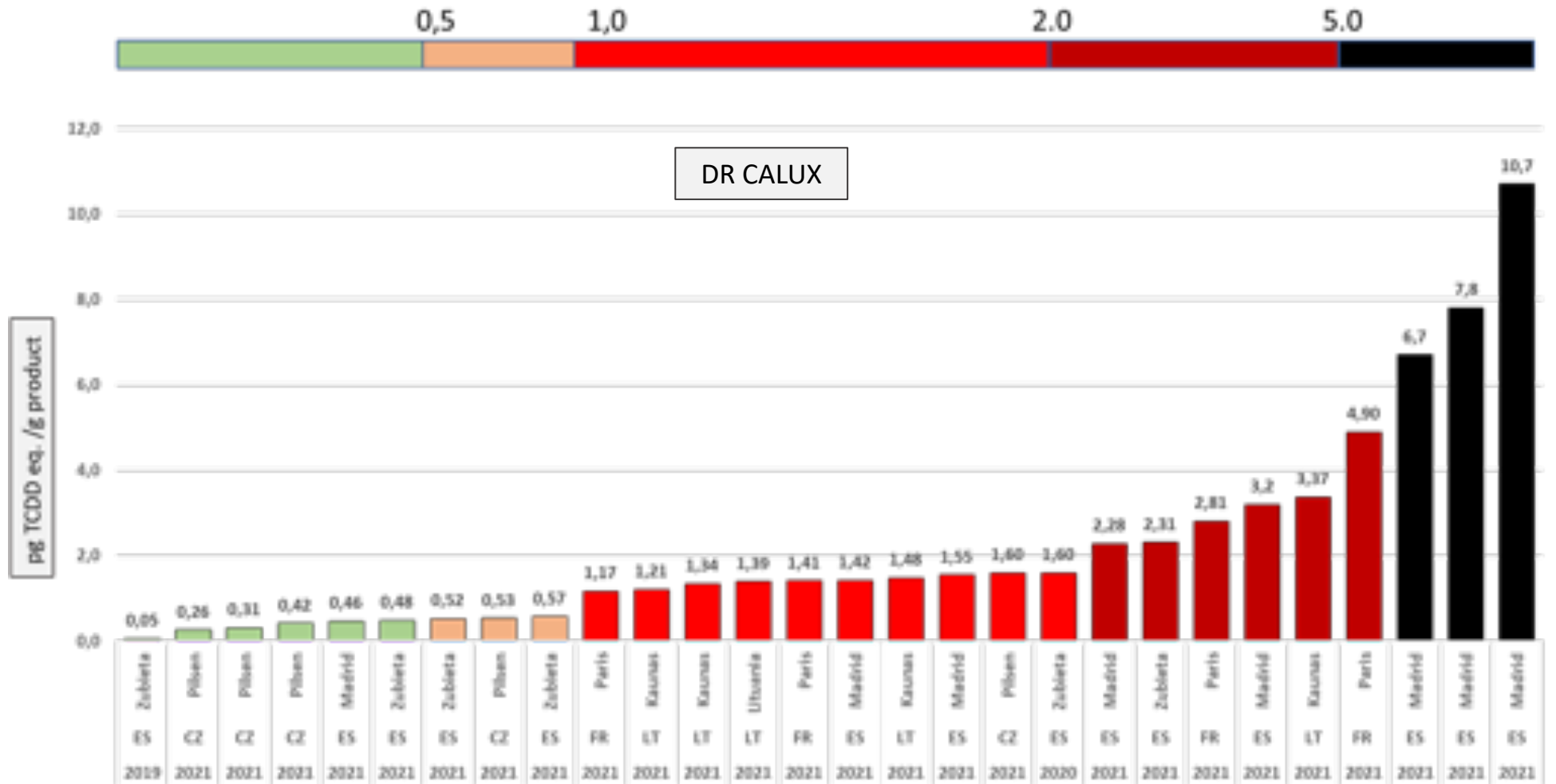
Difference PCDD/F with DR CALUX (BEQ) and GC-MS (TEQ), What about brominated dioxins (PBDD/F)?



Data ToxicoWatch Biomonitoring research in Europe 2021

Most of the time DR CALUX > GC-MS, especially in Paris, (and Harlingen, NL)

dl-PCB difference much higher due TEF PCB 126



TW Indicative scale	
PCDD/F/dl-PCB	DR CALUX
pg TCDD eq./g product	
> 5.0	
> 2.0	
> 1.0	
> 0.5	
< 0.5	

Data ToxicWatch Biomonitoring research in Europe 2019 - 2021

Zafeiraki et al. 2016



egg = 60 gram

TW research 2021



Chemical analyses

Bioassay FITC-T4

3.1 ng PFAS (EFSA-4) /g

1600 ng PFOA eq./g



TDI adult 70 kg:

Exceeding the EFSA limit 4 x

TDI adult 70 kg:

Exceeding the EFSA limit > 2000 x

TDI Child 20 kg:

Exceeding the EFSA limit 15 x

TDI Child 20 kg:

Exceeding the EFSA limit > 7000 x

PFAS in eggs

Country	Matrix	Date	Location	Distance m	PFAS (FITC-T4) ng PFOA eq/g	PFAS CALUX ng PFOA eq/g
CZ	Egg	2021	Pilsen	4310	1200	250
CZ	Egg	2021	Pilsen	1750	1400	130
EUS	Egg	2021	Zubieta	3700	1900	
EUS	Egg	2021	Zubieta	1610	1900	
Average					1600	190

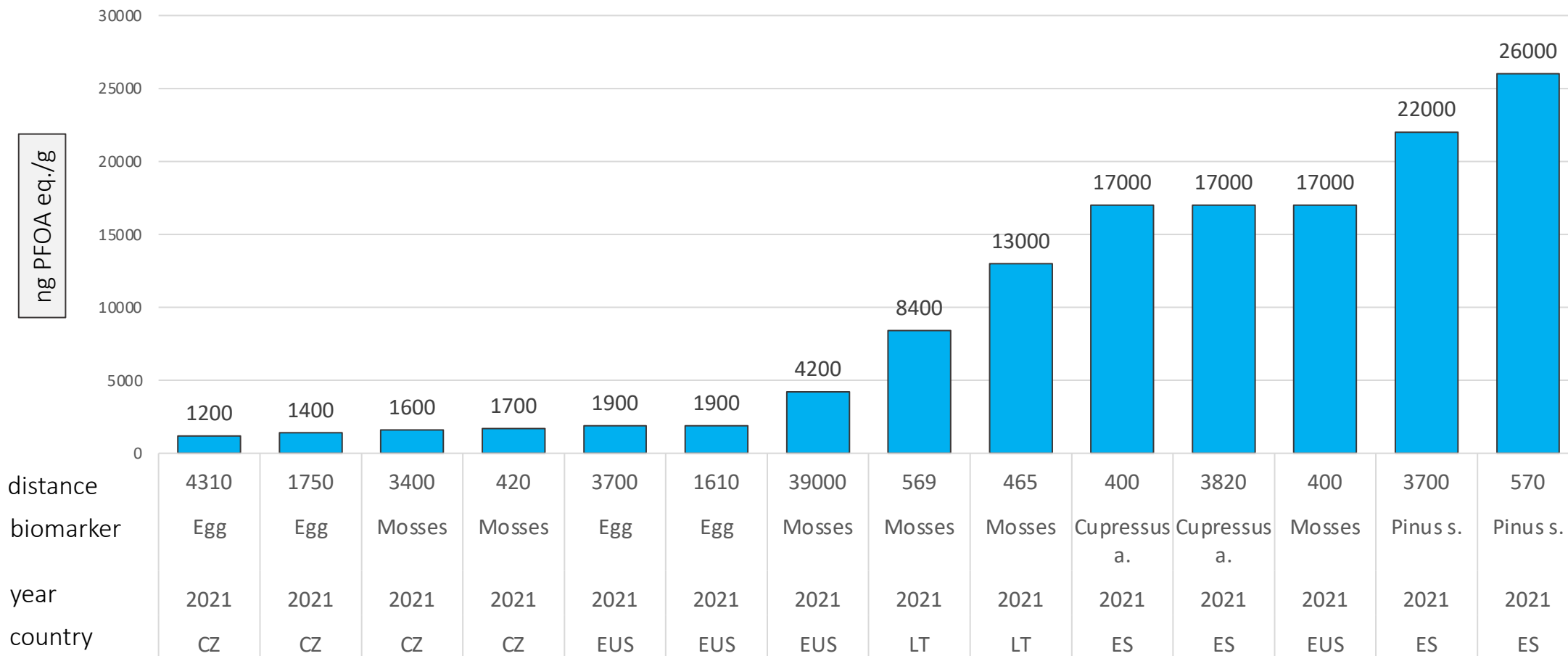
EFSA: Tolerable Daily Intake (TDI) PFAS
0.62 ng PFAS/kg bw /day

TDI adult 70 kg is $70 \times 0.62 = 44.0$ ng PFAS/day

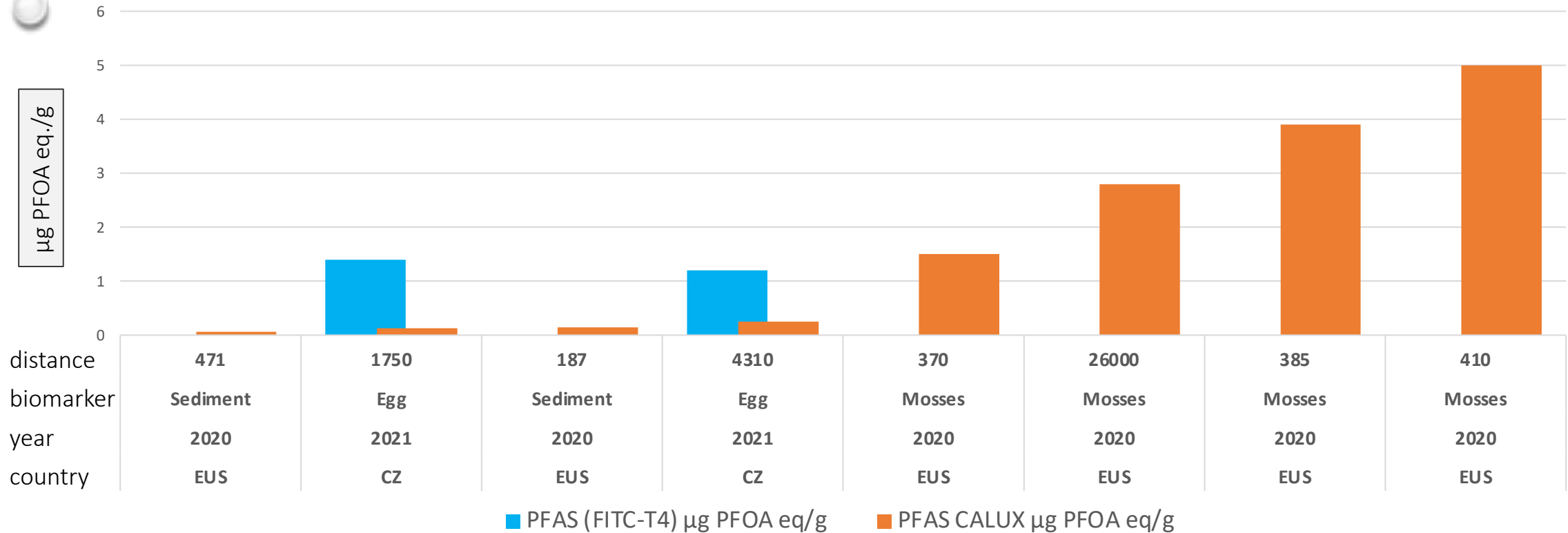
TDI child 20 kg is $20 \times 0.62 = 12.4$ ng PFAS/day

EFSA: Tolerable Daily Intake (TDI) PFAS 0.62 ng PFAS/kg bw /day.

FITC-T4 - ng PFOA eq/g



PFAS with PFAS-CALUX in sediment, eggs, and mosses in distance to WtE



Data ToxicoWatch Biomonitoring research in Europe 2019 - 2021

More research is needed for comparison PFAS-CALUX and FITC-T4 in different biomatrices

Dioxins 35 x more toxic

2018: 2 pg TEQ/kg bw/week



2001: 14 pg TEQ/kg bw/week

1997: 70 pg TEQ/kg bw/week

Dioxins (PCDD/F/dl-PCB)

PFOA > 2386 x more toxic

**2020: 4.4 ng PFAS /kg bw/week
(PFOA+ PFHxS+PFOS+PFNA)**



2018: 6 ng PFOA /kg bw/week

2008: 10500 ng PFOA/kg bw/week

PFOA

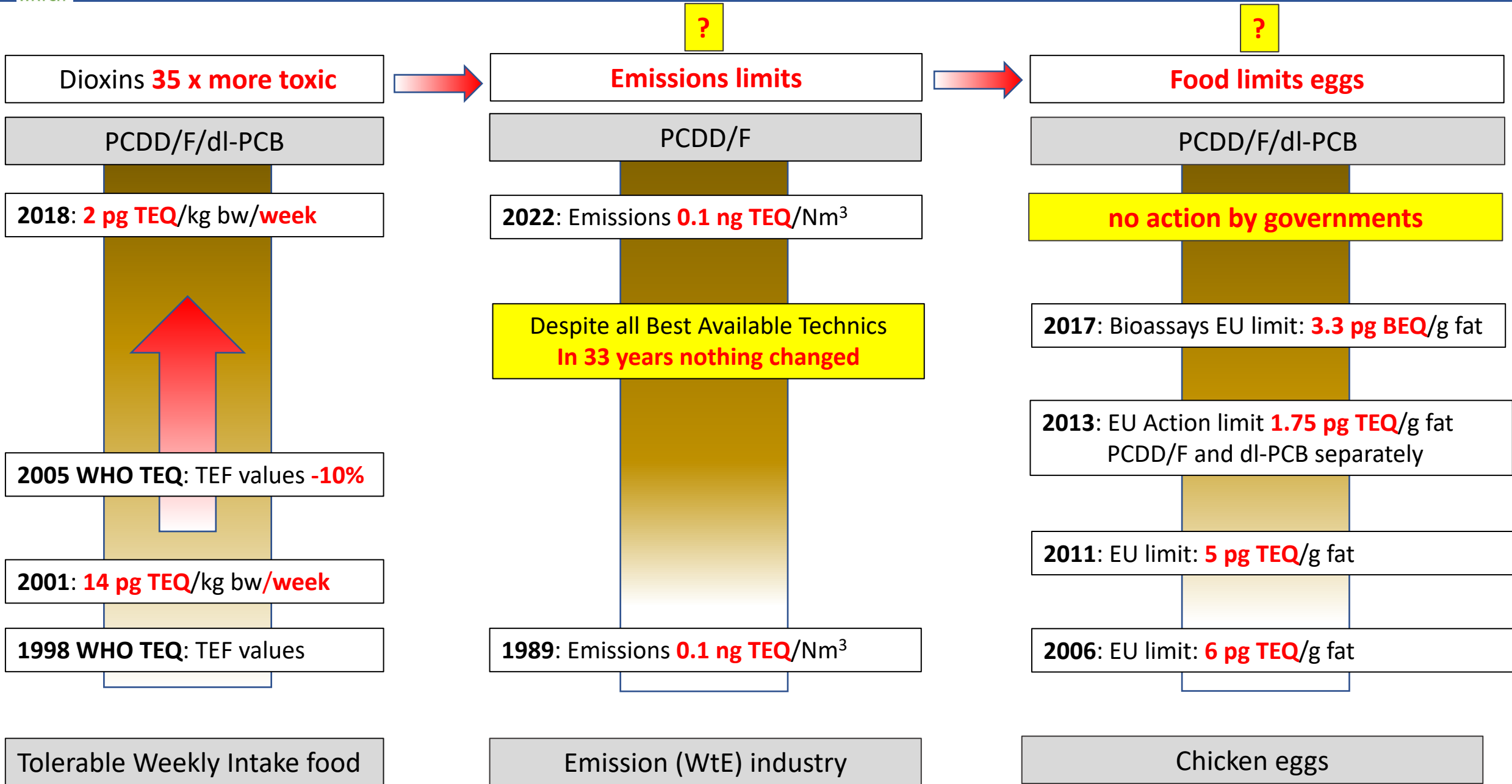
BPA 10000 x more toxic

2022: 0.04 ng BPA/kg bw/DAY



2015: 4000 ng BPA/kg bw/DAY

BPA



In summary: Emerging issues in biomonitoring research

- Independent biomonitoring plays a key role in a better understanding of pollution
- There is a gap between chemical and bioassay analyses, and a big gap in the analyses of the PFAS family
- The levels of PFAS in the environment, eggs, vegetation; pine needles, and mosses, give a strong warning signal
- The technical capacity to destroy the 'for-ever-chemicals' PFASs is currently insufficient.
- The health risks of PFAS is known for decades and still, PFAS has been produced in large-scale quantities since the 1950s.
- Urgent need for a very strong limit on the production and use of PFASs (Madrid Statement)
- Strength and limitation of this study?

Strength: a lot of environmental samples are taken and analysed. Building up real data instead of models to which policy and regulations are primarily based on.

Limitation: The influence of confounders and laboratory analyses.

- We, as the human population, cross the line with a worldwide Tsunami production of for-ever-chemicals: thousands of PFAS compounds, which cannot all be analysed in detail in laboratories only a few PFAS compounds.