

A benchmark investigation of industrial chemicals, pollutants, and pesticides in human umbilical cord blood



# PTS et traitement des déchets: Evolution depuis 20 ans



**Jean François Narbonne**

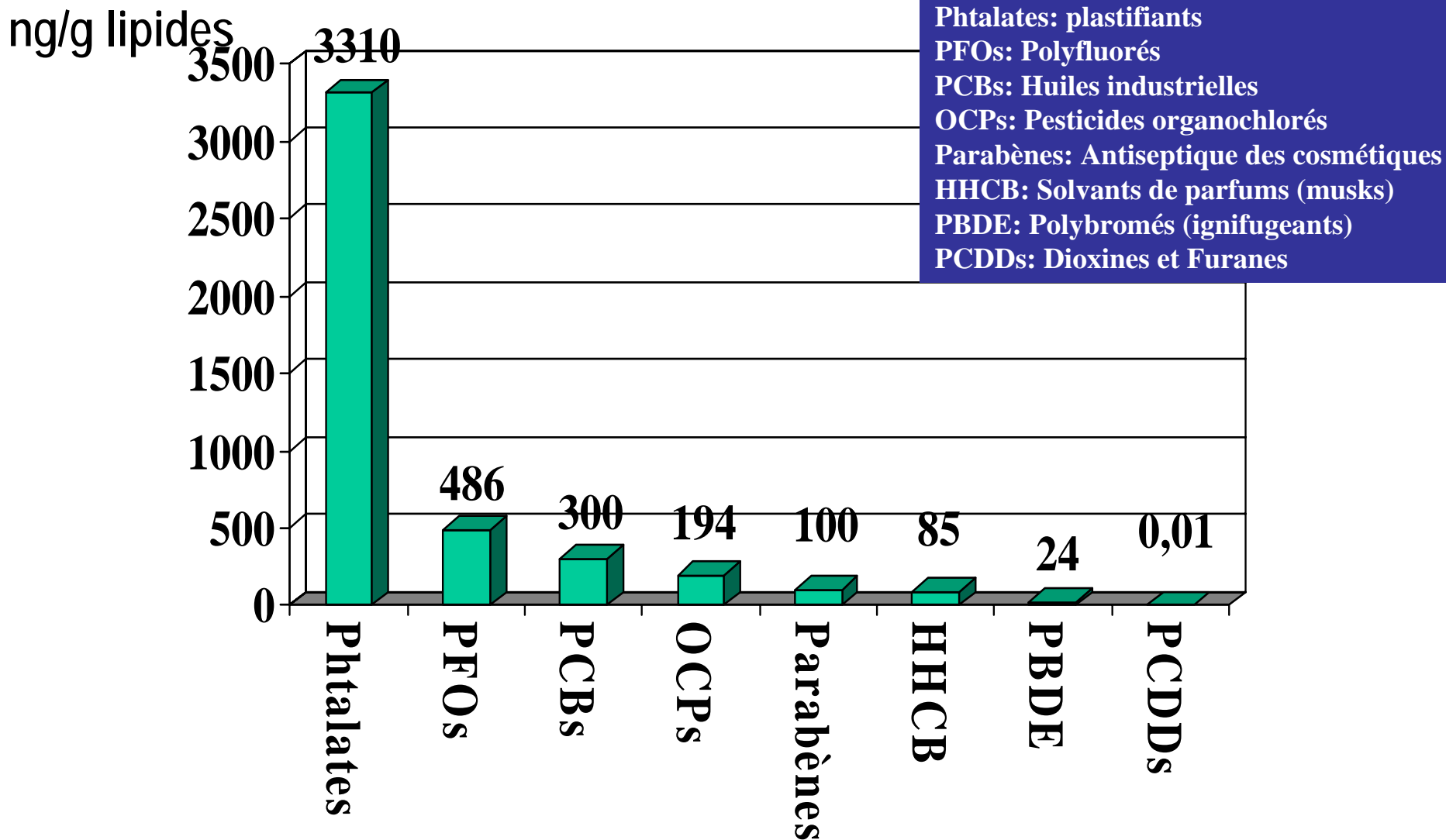
Pr. de Toxicologie, Université Bordeaux 1

LPTC, UMR ONRS 5472



e mail: [jf.narbonne@ism.u-bordeaux1.fr](mailto:jf.narbonne@ism.u-bordeaux1.fr)

# Contaminants des graisses humaines (EU/US)



# Contaminants dans le sang du cordon ombilical, Etude US

PCDD/F

PBDD/F

PAH

Hg

PCNs

PFCs

PBDE

PCBs

OCPs

PCDD/F

PBDD/F

PAH

Hg

PCNs

0

200

400

600

800

1000

1200

Min Mean Max

pg/g lipides

0

5000

10000

15000

20000

25000

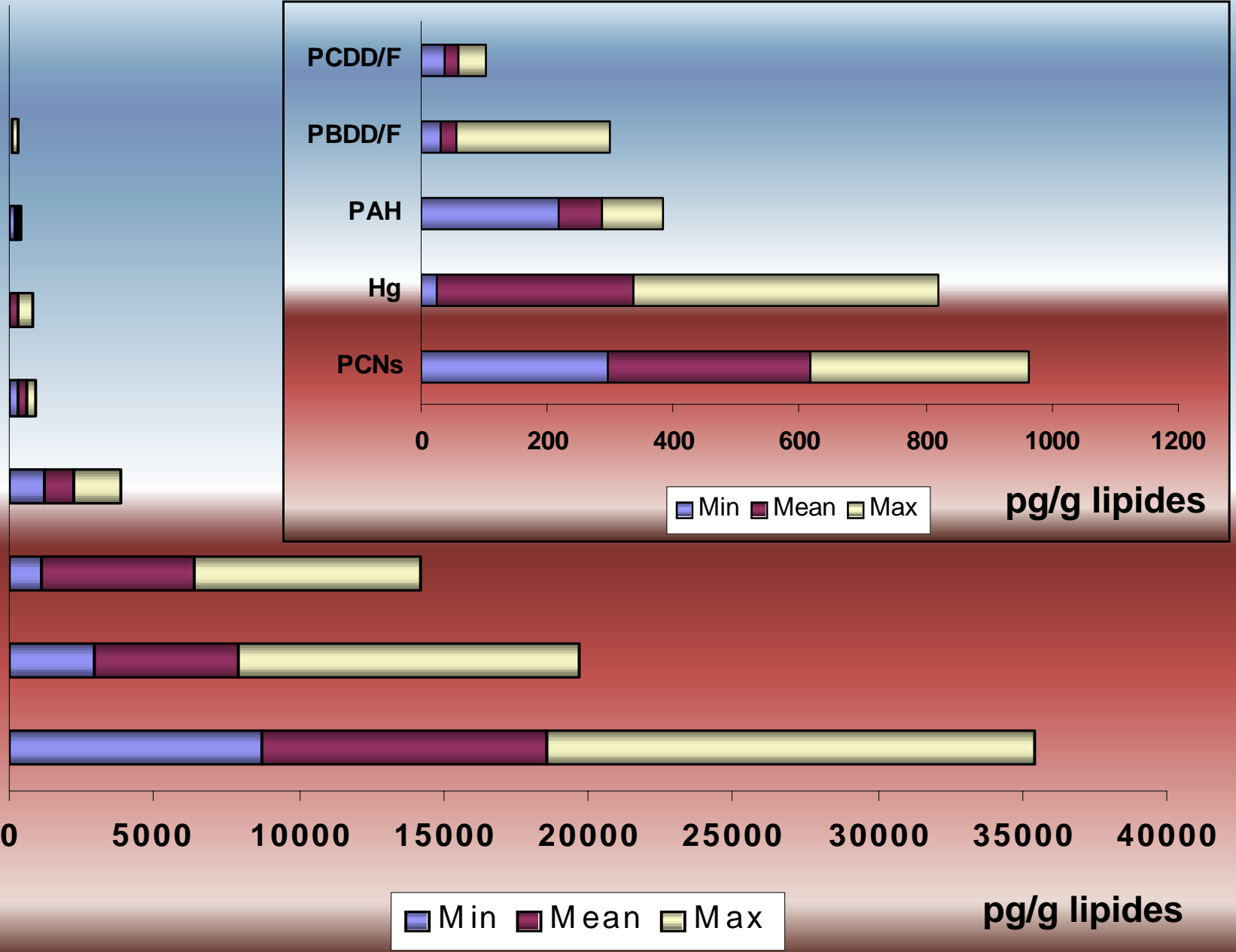
30000

35000

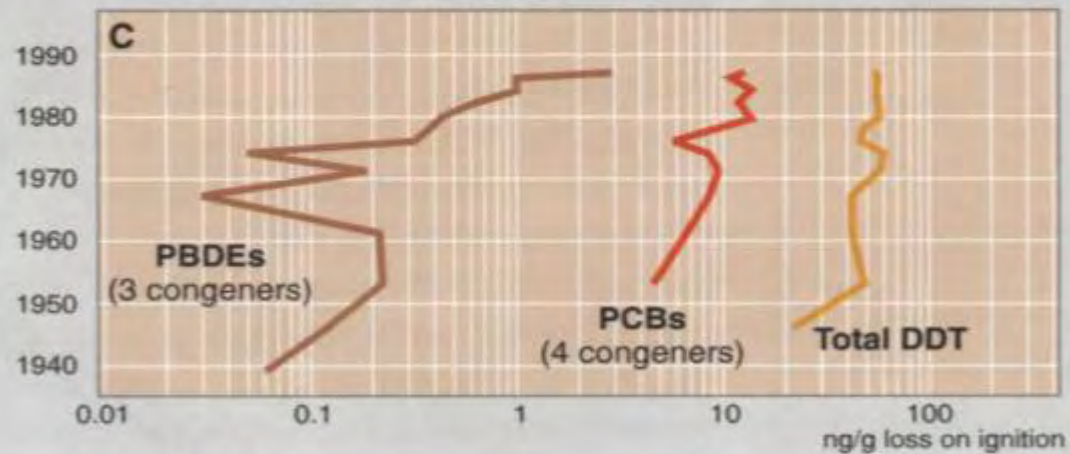
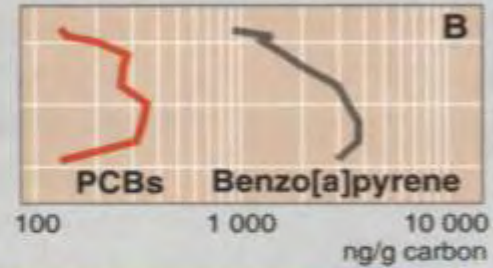
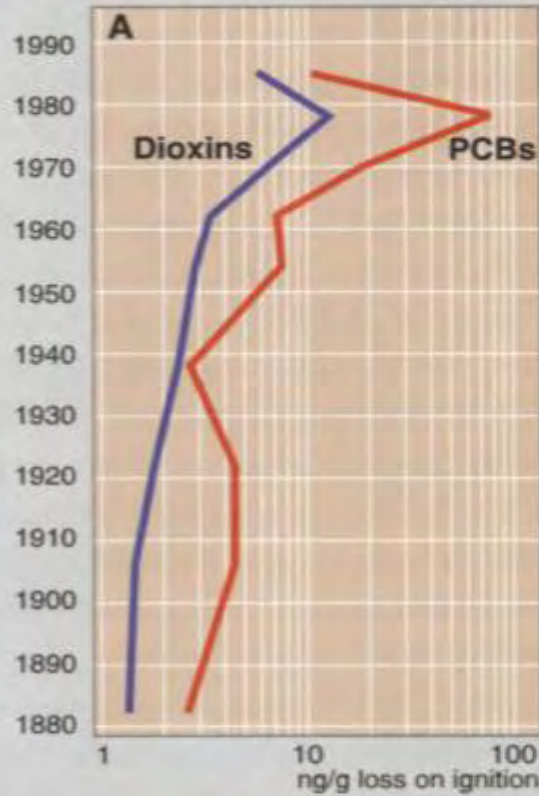
40000

Min Mean Max

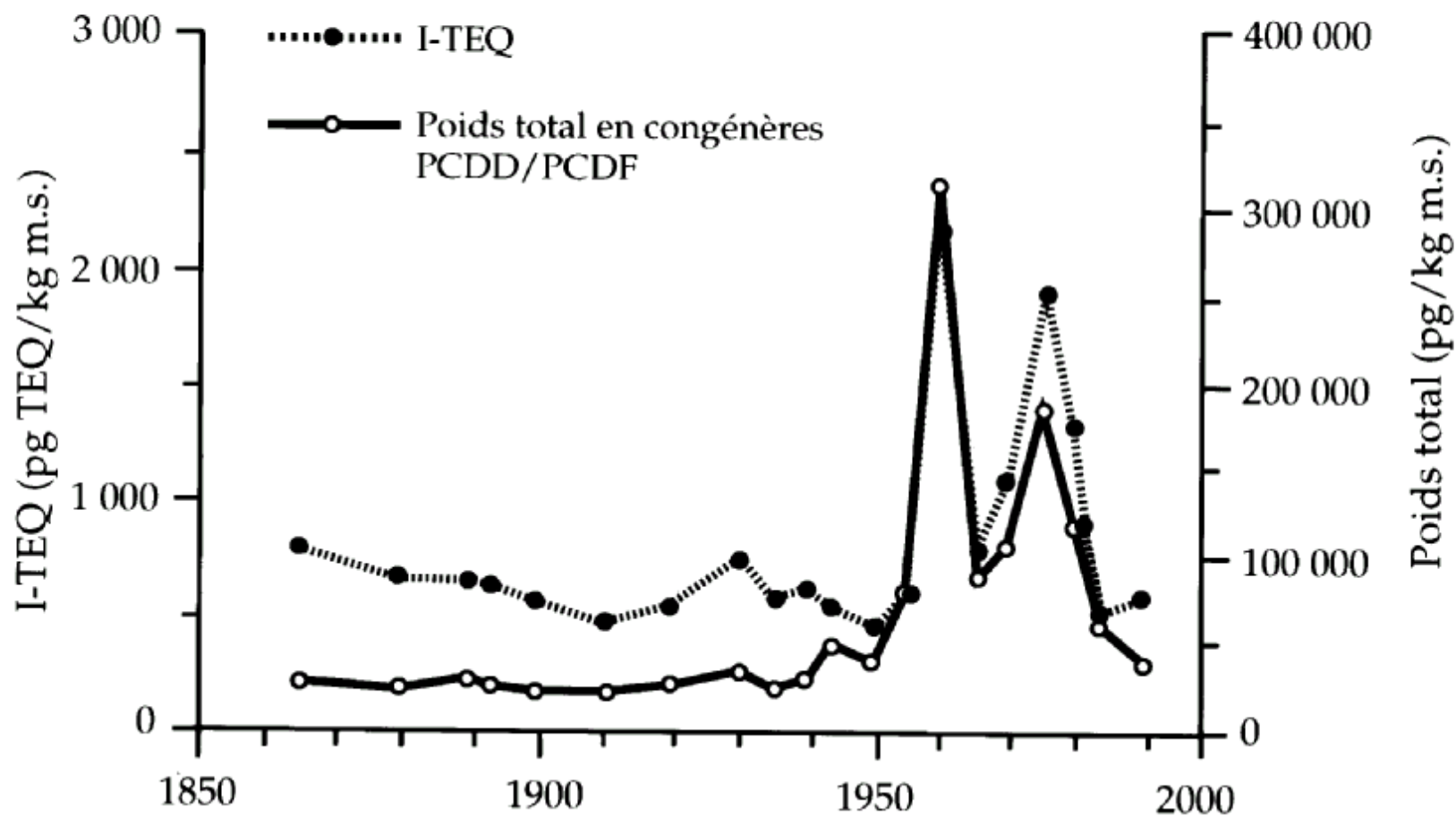
pg/g lipides

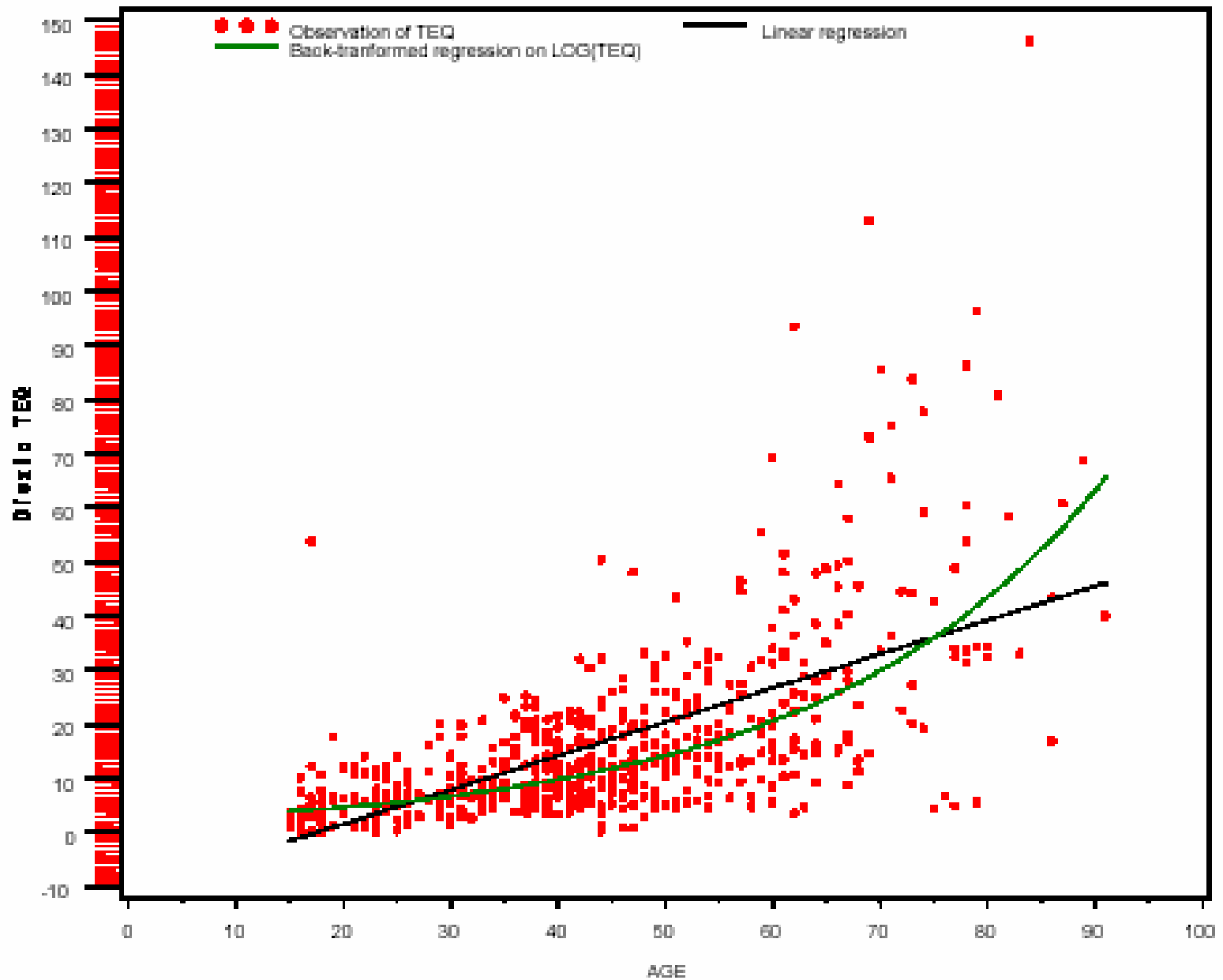


# Pollutants in Baltic sediments of different ages



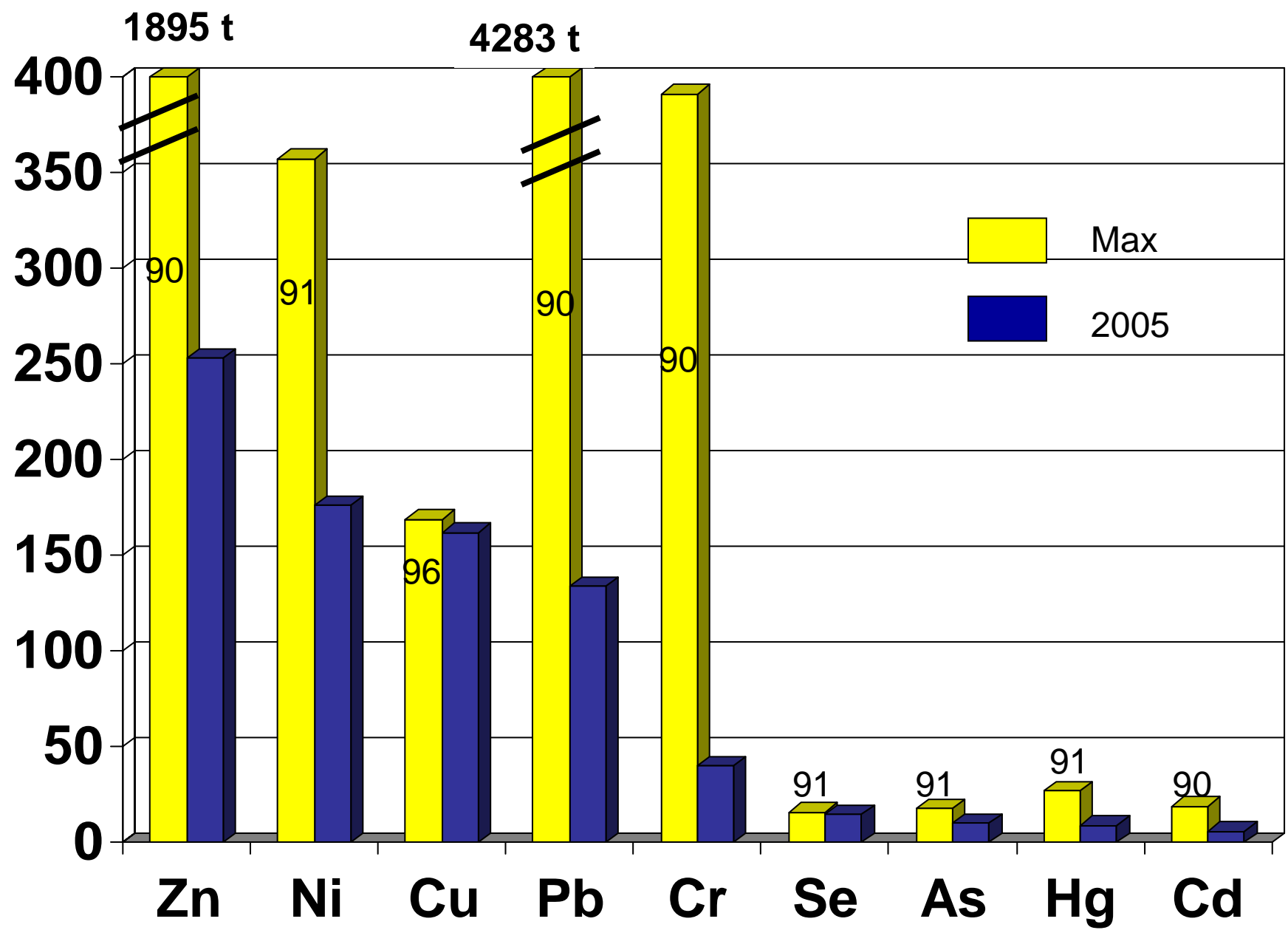
# Evolution des concentrations en PCDD et PCDF en Grande-Bretagne (1860-1993)



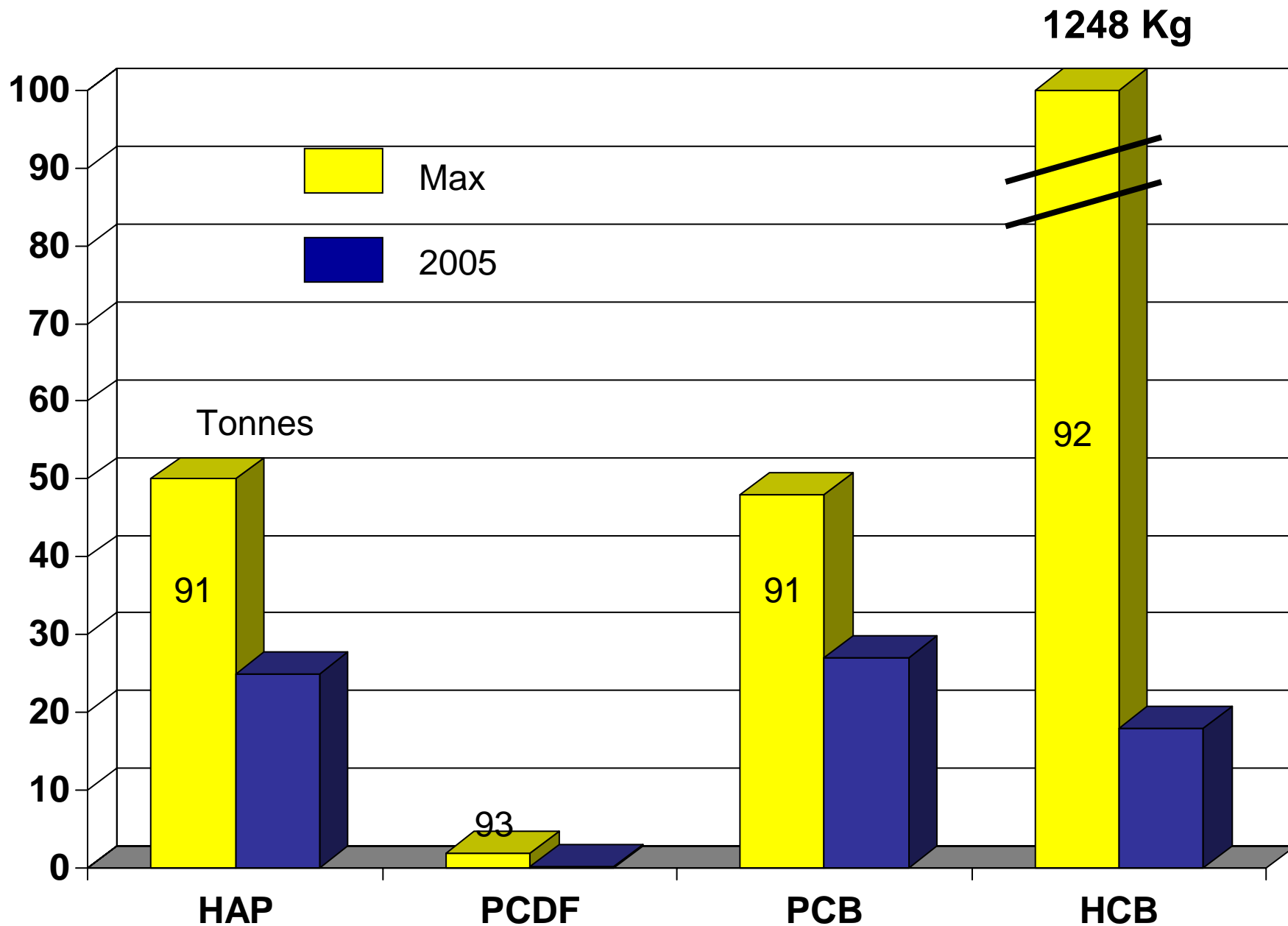


Dioxin TEQ versus Age for Studies from LA, MO, NC, and NY

# Evolution des émissions de métaux dans l'atmosphère (Tonnes)



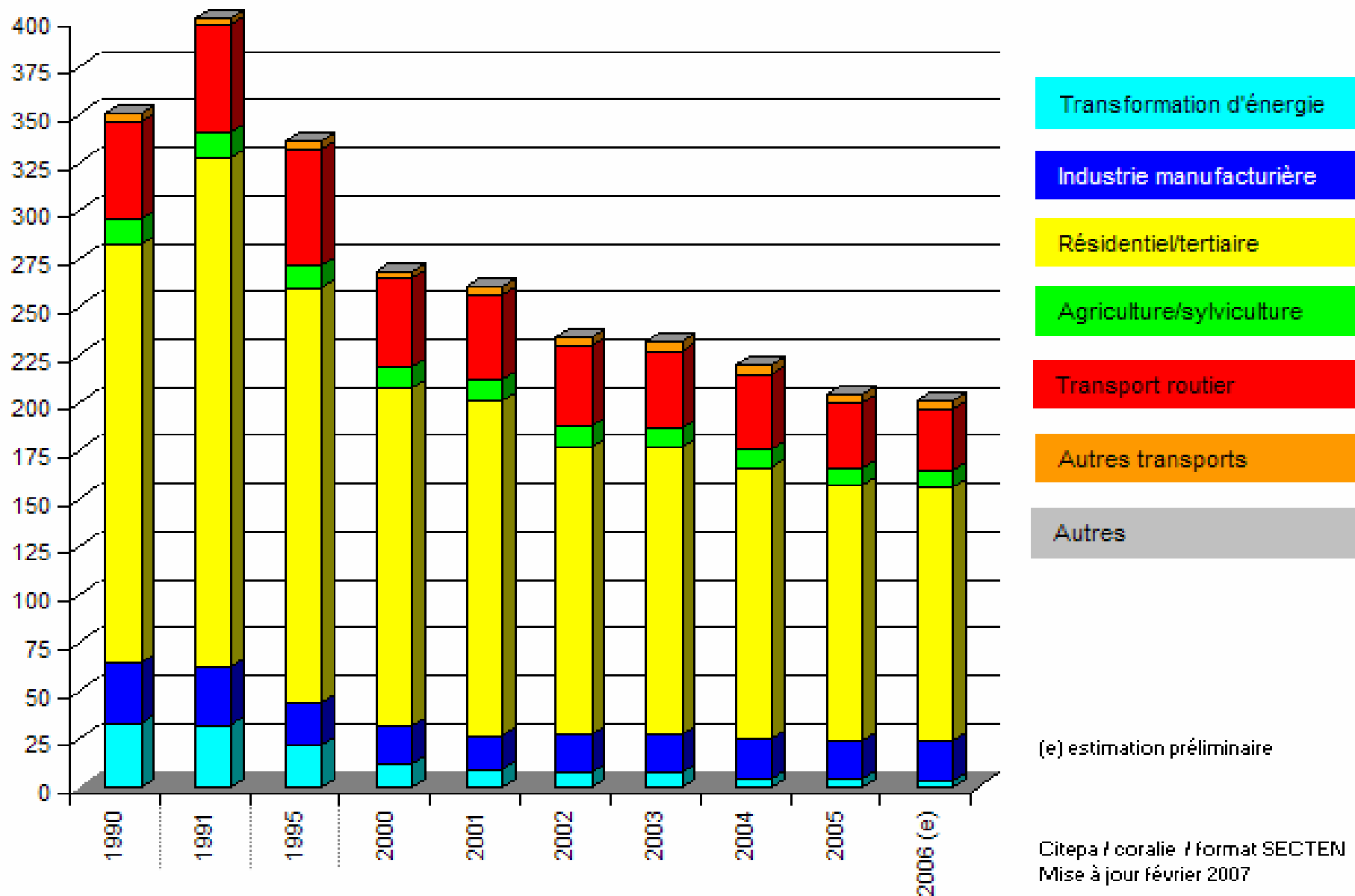
# Evolution des émissions des PTS dans l'atmosphère (Kg)



# PM<sub>1,0</sub>

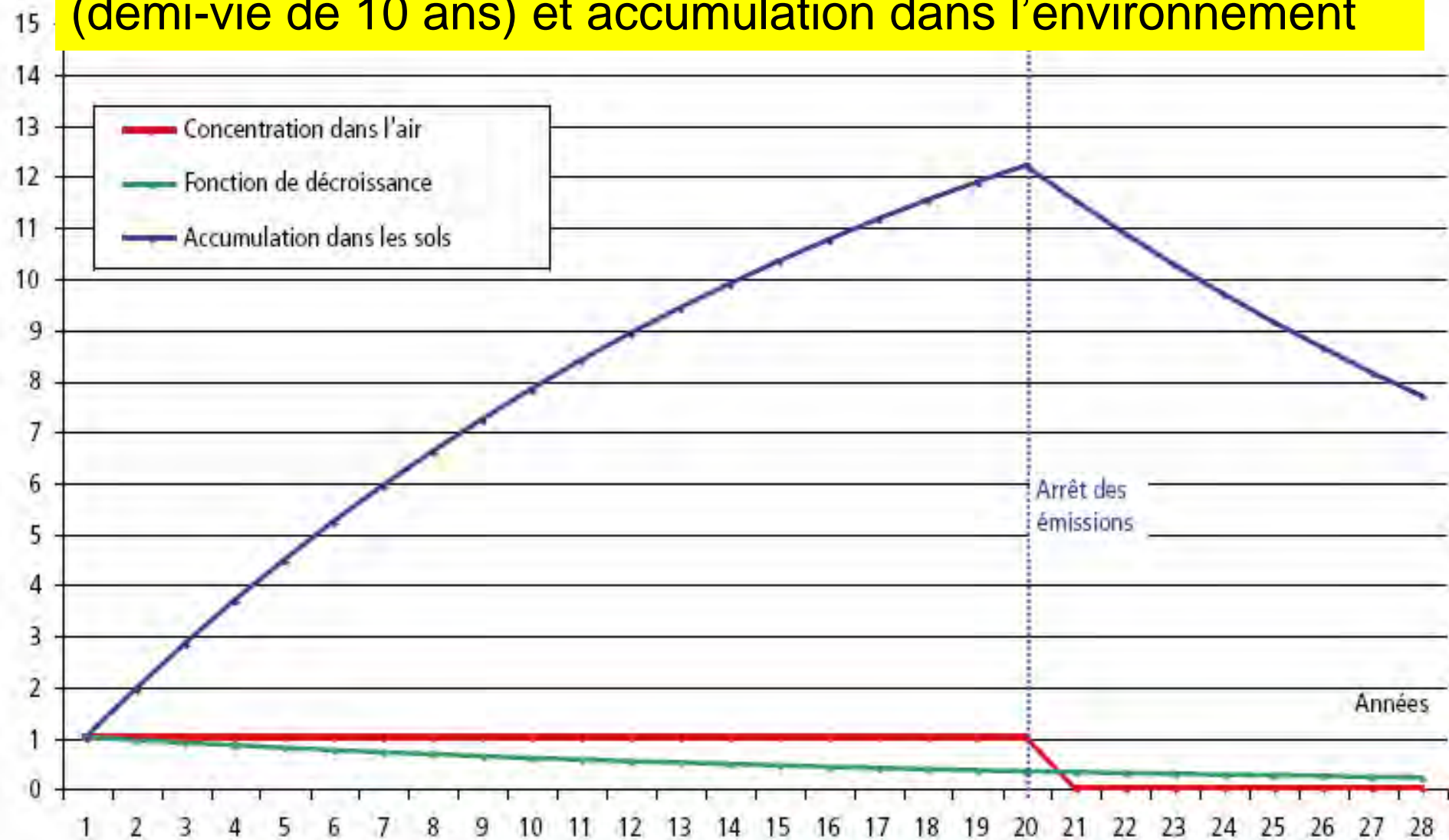
## Emissions atmosphériques par secteur en France métropolitaine

en kt



# Incinérateurs

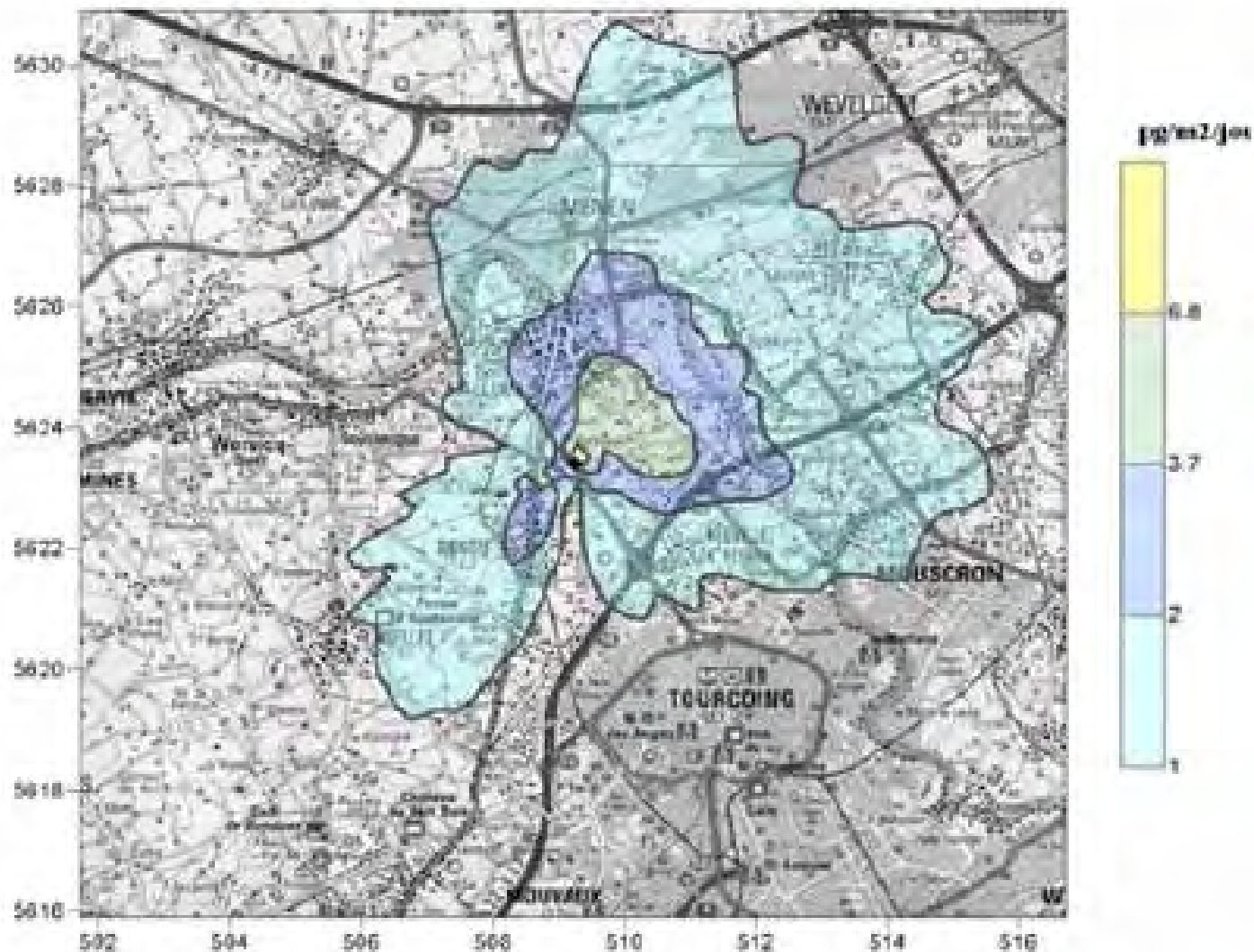
# Concentration atmosphérique de PCDD/F rejetées par un incinérateur pendant 20 ans avec fonction de décroissance (demi-vie de 10 ans) et accumulation dans l'environnement



Les concentrations sont exprimées en facteur de l'unité 1 (une unité de concentration dans l'air et une unité de dépôt surfacique dispersé chaque année dans l'environnement).

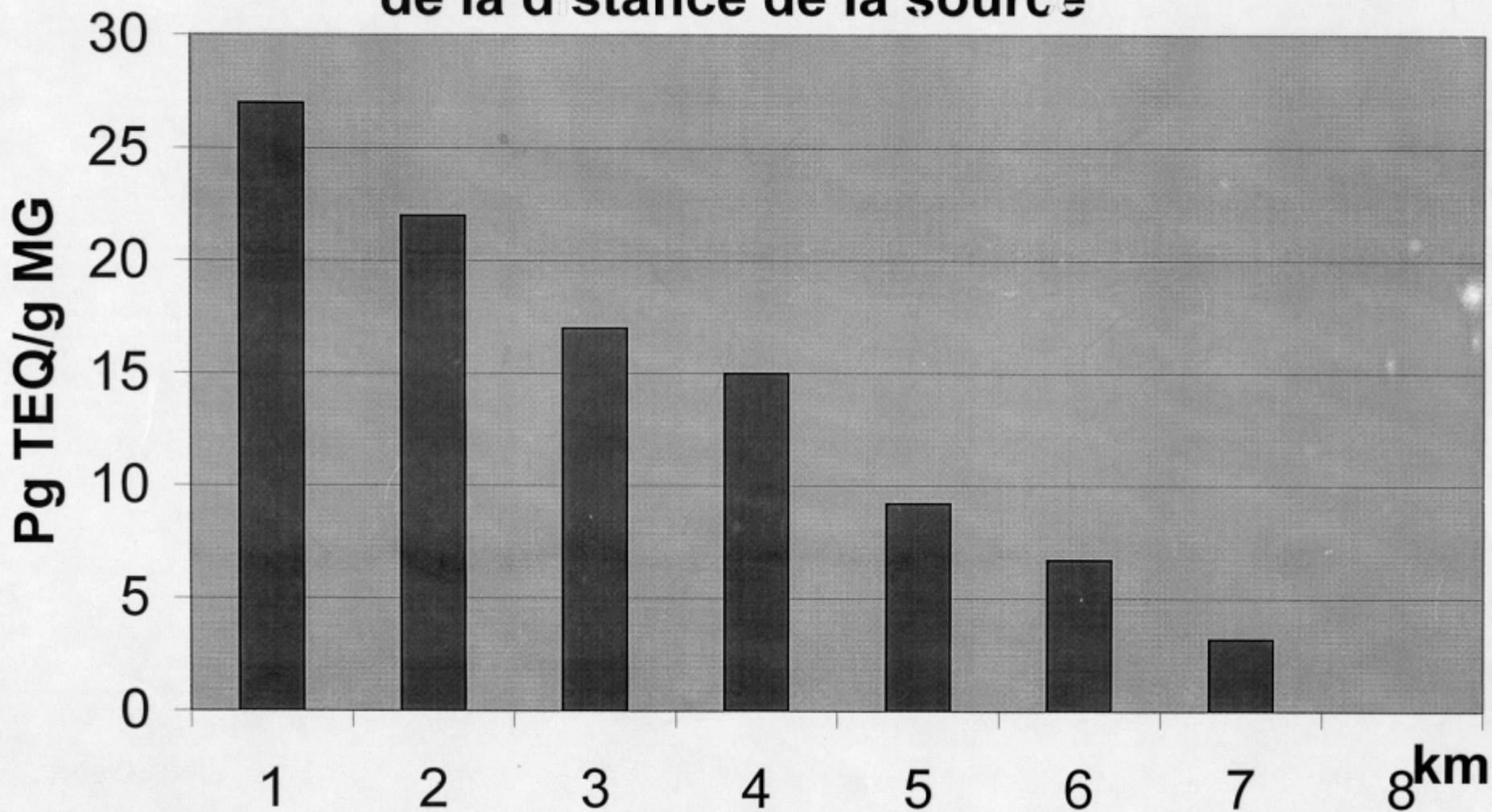
# Dépôts en Dioxines et Furanes autour de l'UIOM d'Halluin

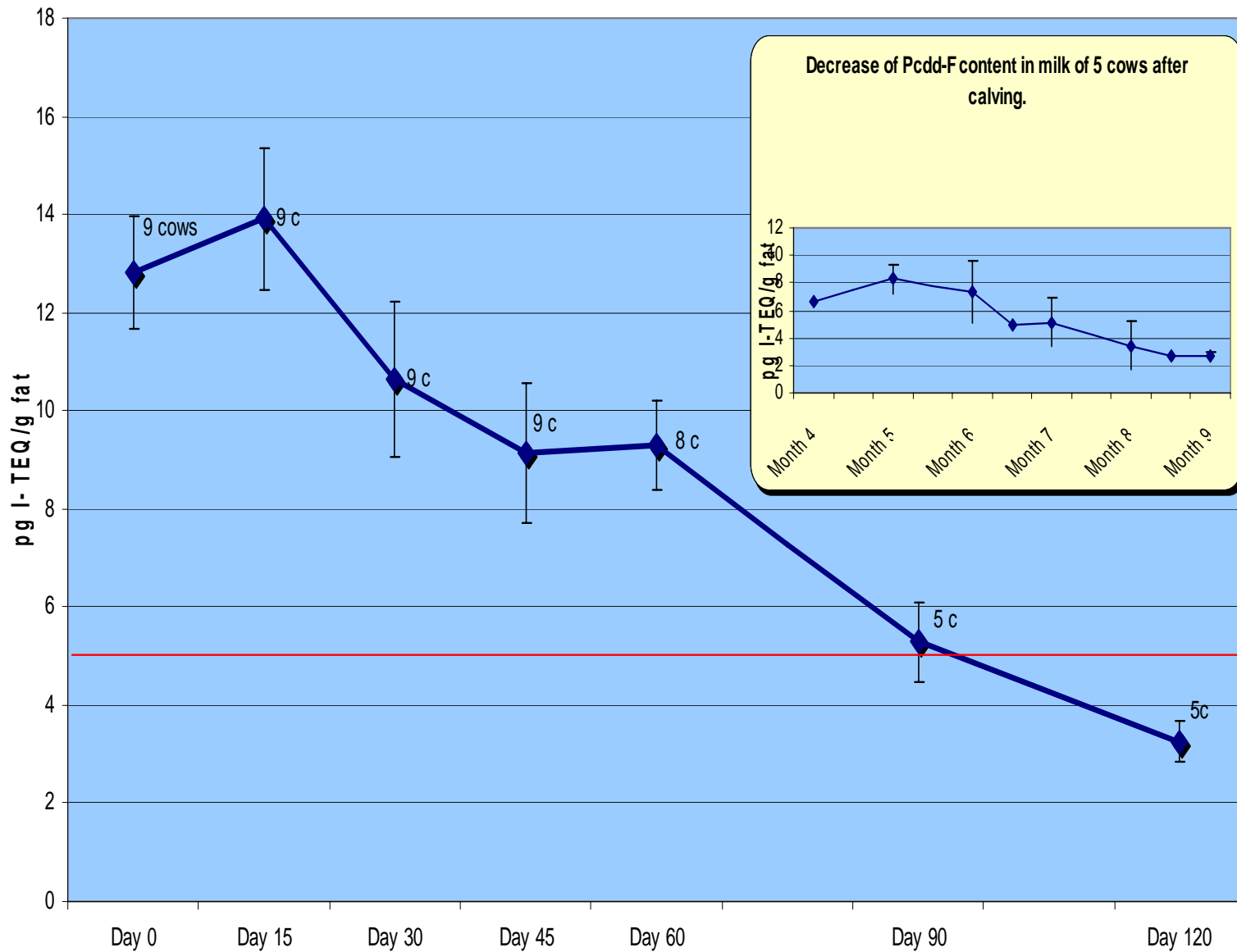
Dépôts totaux (secs + humides) - Dioxines et furanes (PCDD/F)



Dépôts max. : 24.25  $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$

## Teneurs en dioxines dans le lait en fonction de la distance de la source

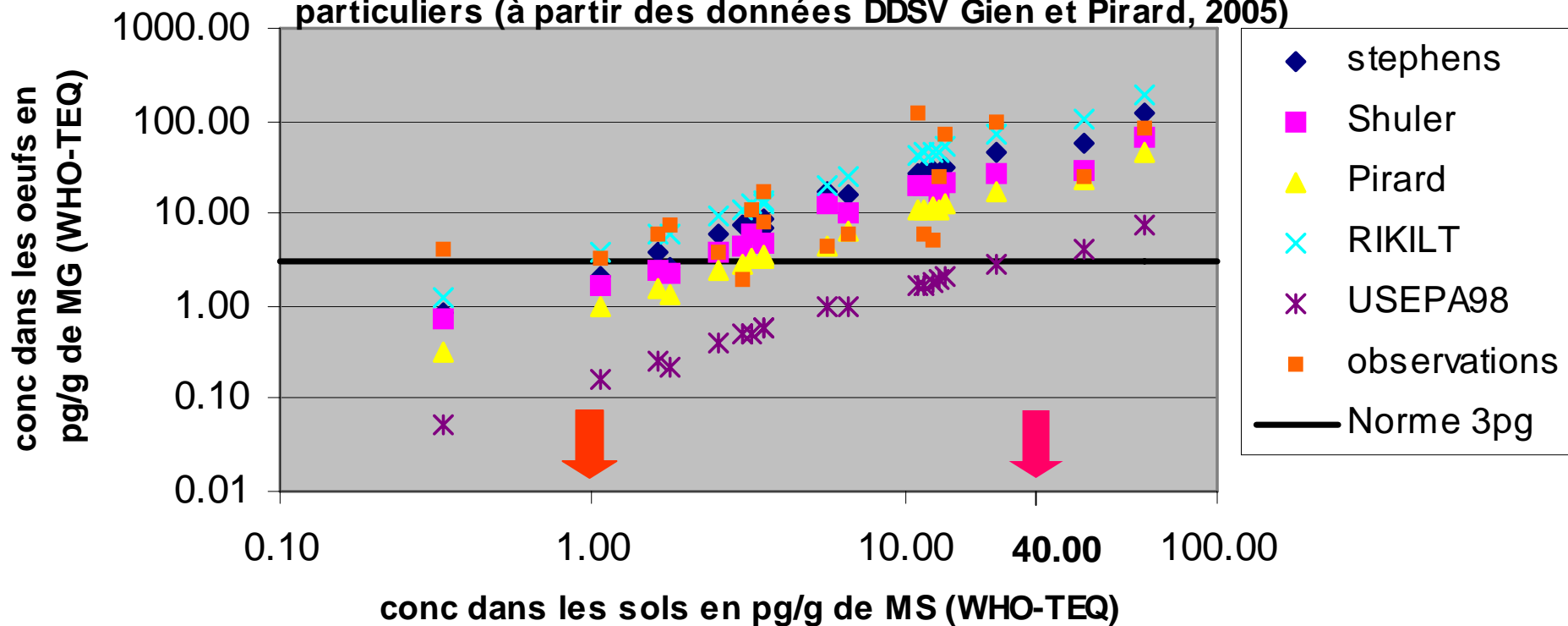




*Decrease of dioxine content in cow milk after closure of MSWI (France Halluin 1999)*

## Approche à la parcelle

Figure 1 : Comparaison entre observations et prédictions des concentrations en dioxines des œufs de plein air issus d'élevages de particuliers (à partir des données DDSV Gien et Pirard, 2005)

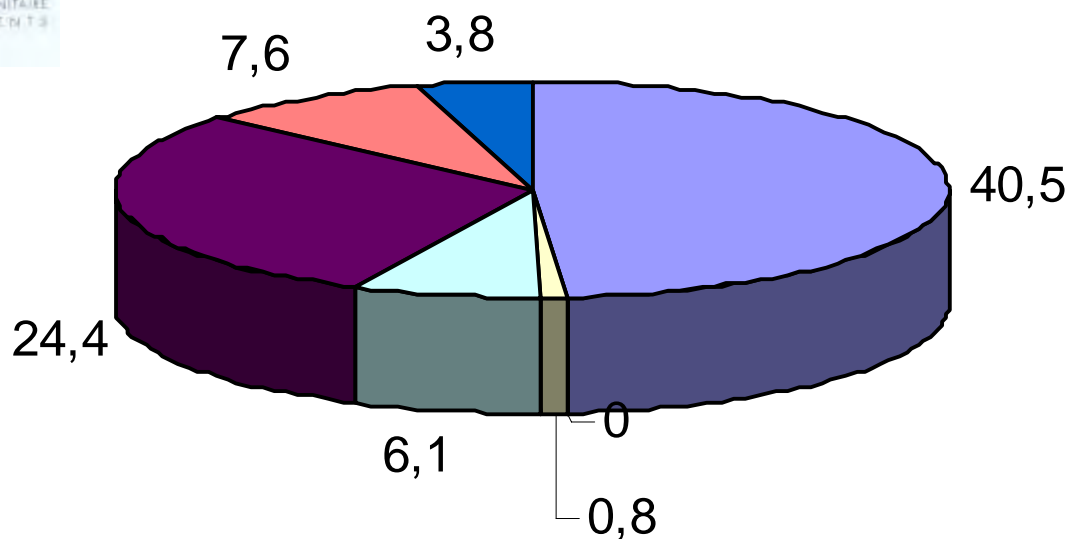


**Valeur limite en dioxine dans les sols**

**Volaille**

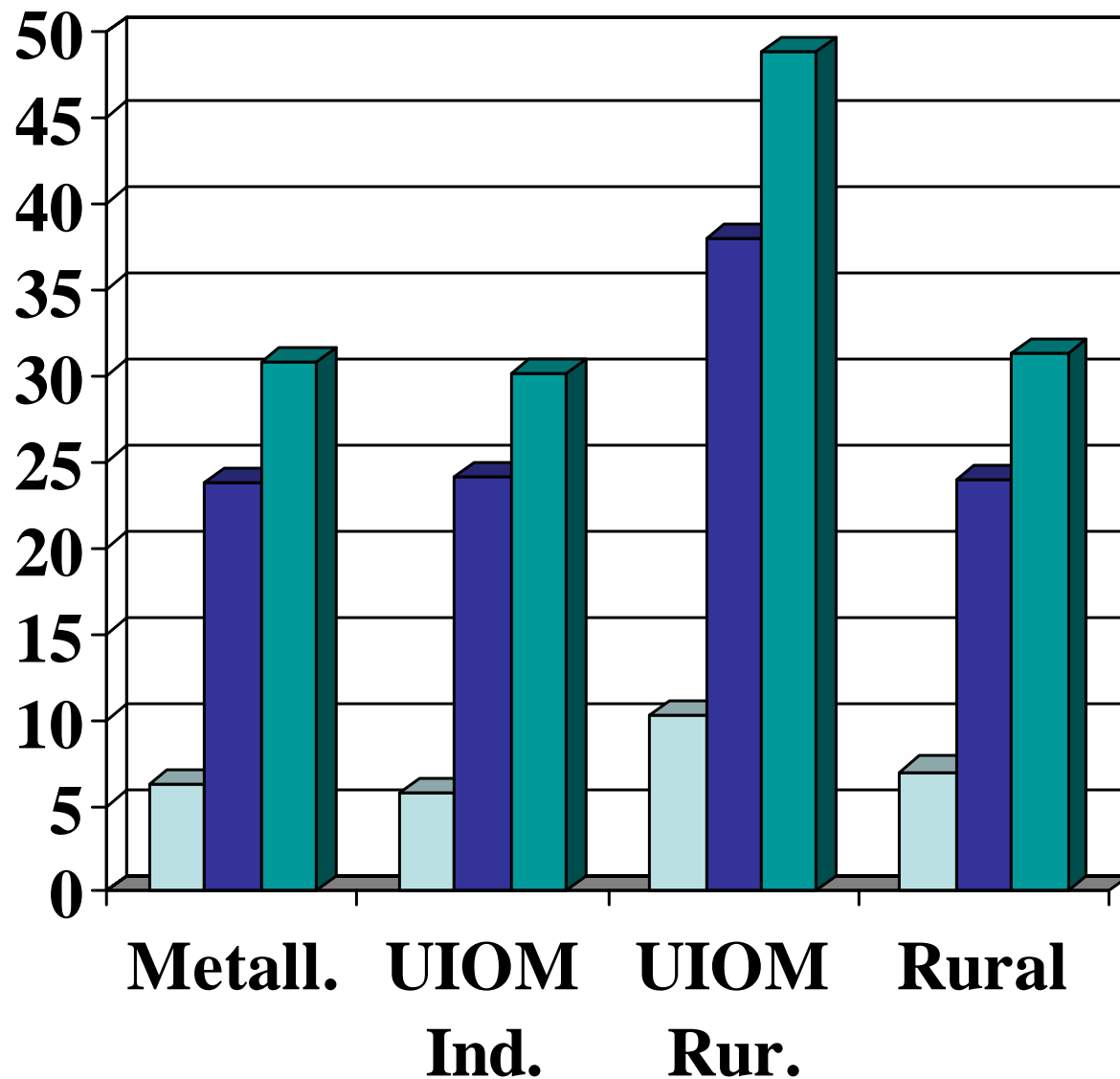
**Elevage bovin**

# Contributeurs alimentaires à l'exposition aux PCDD/F en 1999 (exposition moyenne pour l'adulte 1,30 pg TEQ/kg/j)

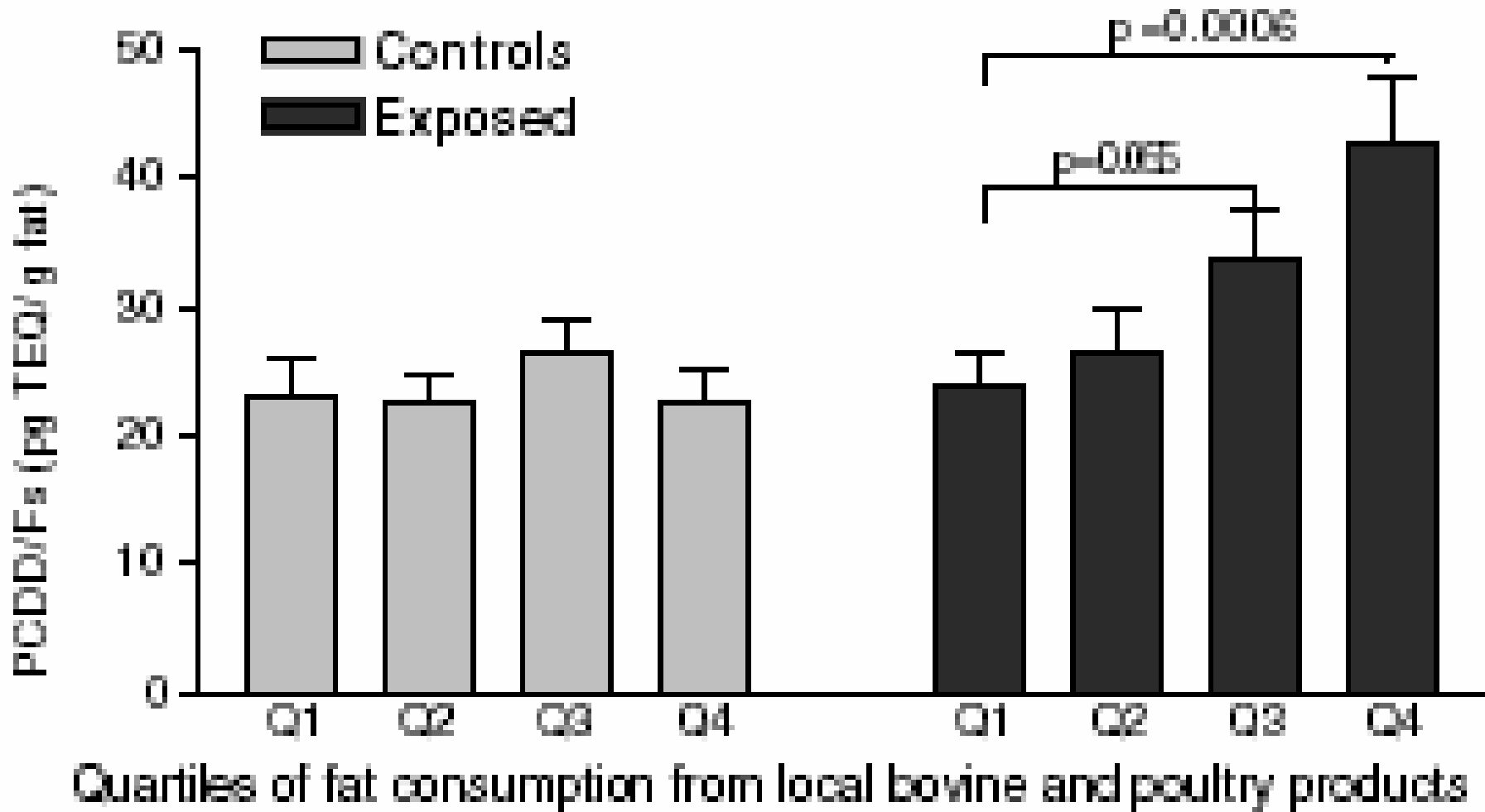


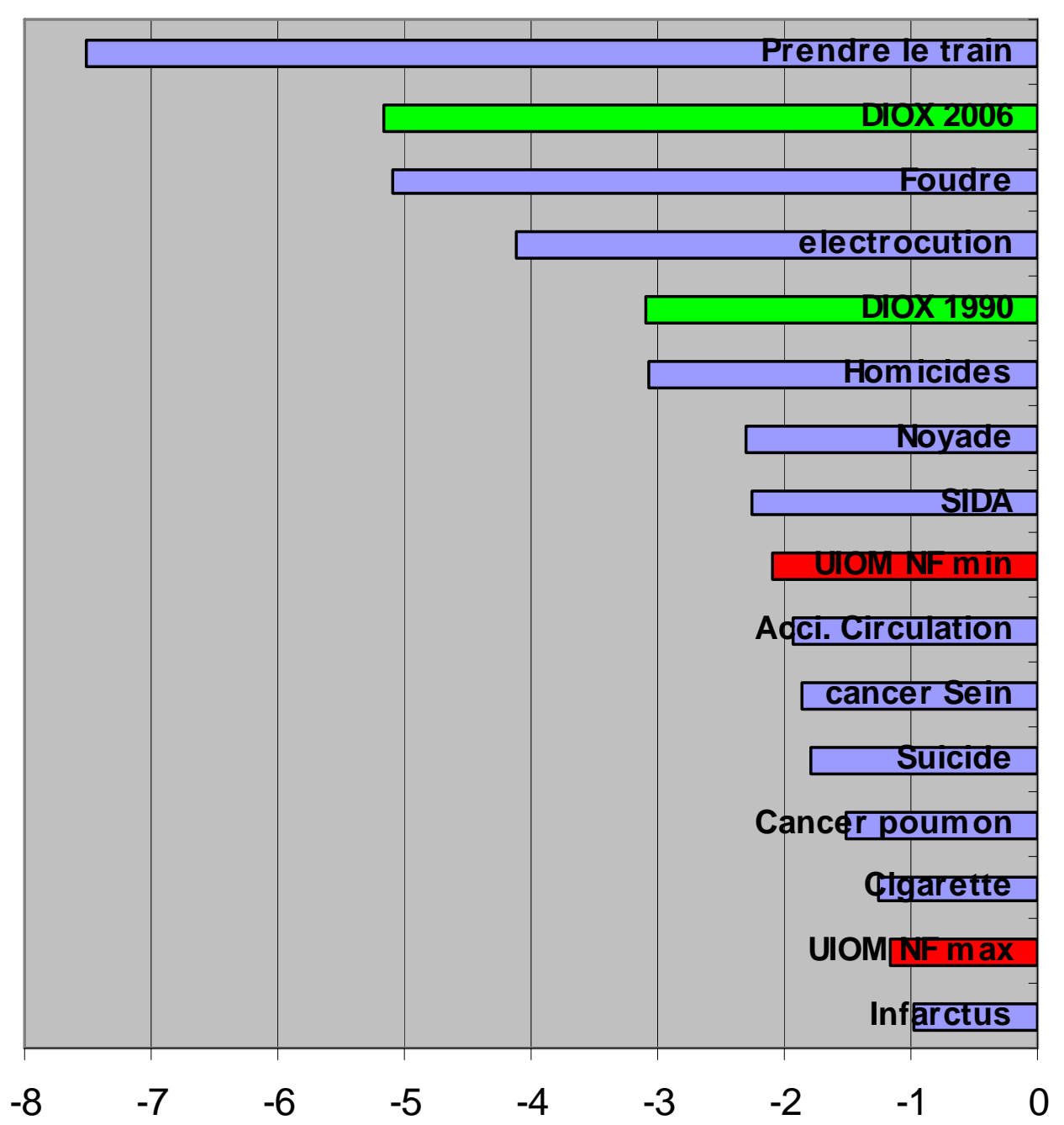
- produits laitiers
- produits carnés
- matières grasses
- œufs
- produits de la mer
- fruits et légumes
- produits céréaliers

**Teneurs en dioxines et PCB-DL dans le sang de populations riveraines de sites métallurgiques, d'UIOM en milieu industriel, d'UIOM en milieu rural ou en milieu rural non pollué**



Taille de l'échantillon:  
50 à 60 individus par site

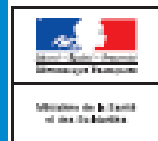




3 études demandées  
en 2000 (rapport INSERM)

Incidence des cancers  
à proximité des usines  
d'incinération  
d'ordures ménagères

PREMIERS  
RÉSULTATS



Etude  
des voies de  
Contamination  
Alimentaires



Étude  
d'imprégnation  
par les dioxines

des populations vivant à proximité d'usines  
d'incinération d'ordures ménagères

ÉTUDE  
DIOXINES

Synthèse des résultats - Novembre 2006

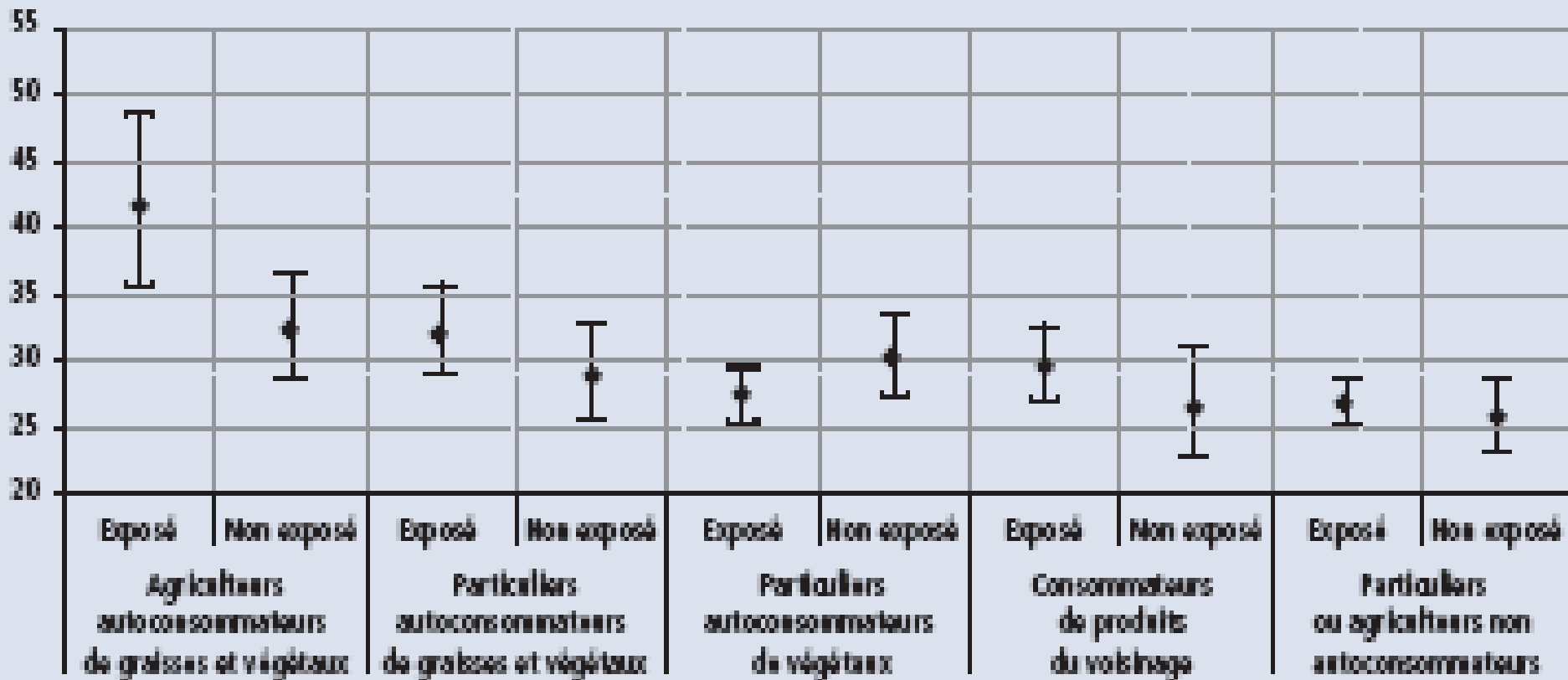


# Cancers et UIOM

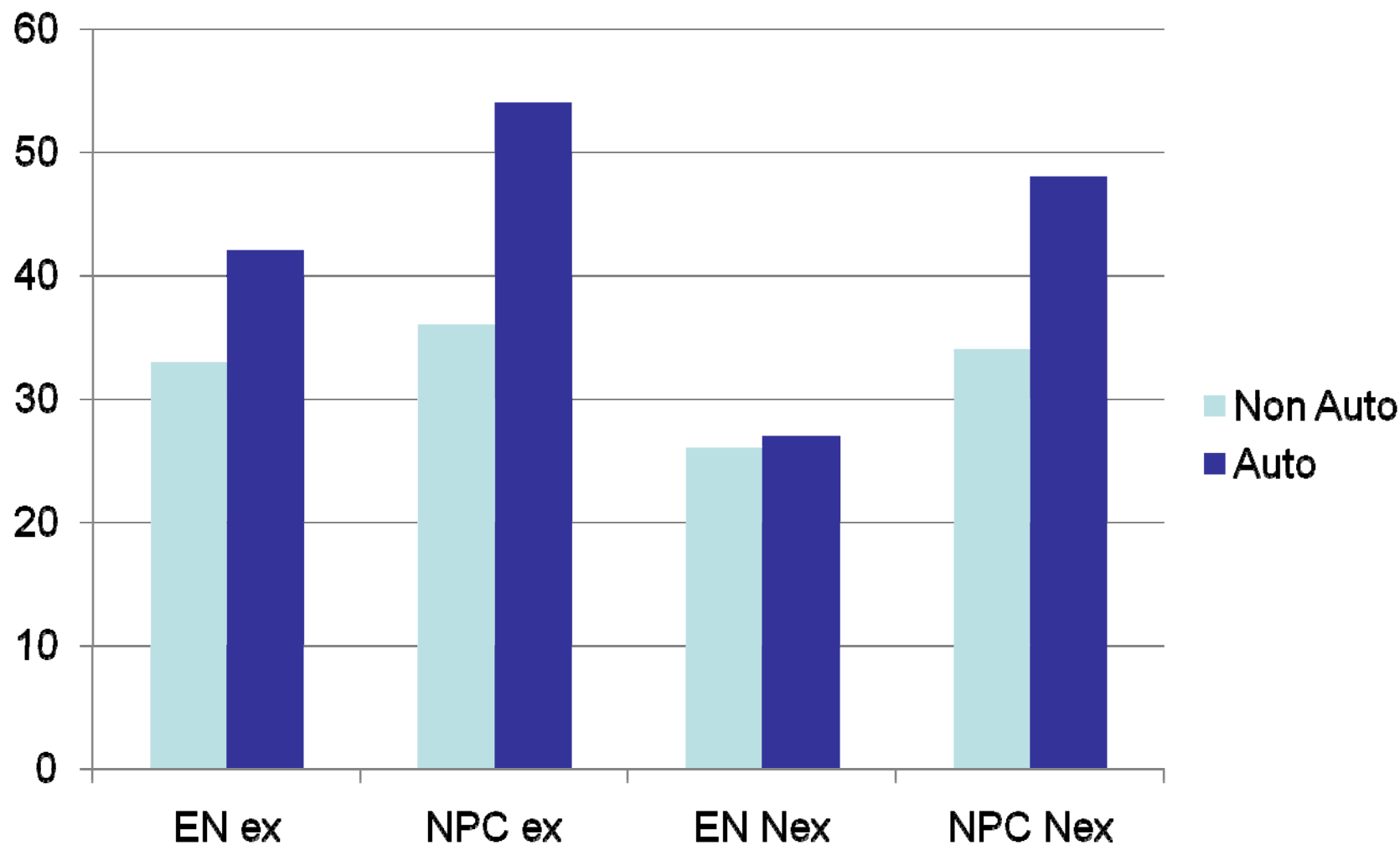
Localisations	Excès de risque pour les personnes habitant un IRIS moyennement exposé (percentile 50) par rapport aux résidents d'un IRIS faiblement exposé (percentile 2,5)	Excès de risque pour les personnes habitant un IRIS fortement exposé (percentile 90) par rapport aux résidents d'un IRIS faiblement exposé (percentile 2,5)	Significativité statistique
Cancer du foie (deux sexes)	6,8 % (0,1 – 14,1)	9,7 % (0,1 – 20,3)	p < 0,05
Lymphomes malins non hodgkiniens (deux sexes)	1,9 % (0,0 – 3,8)	8,4 % (0,2 – 17,2)	p < 0,05
Sarcomes des tissus mous (deux sexes)	9,1 % (-1,7 – 20,9)	12,9 % (-2,3 – 30,6)	p = 0,1
Tous cancers chez la femme	2,8 % (0,7 – 5,1)	4,0 % (0,9 – 7,2)	p < 0,05
Cancer du sein chez la femme	4,8 % (2,0 – 7,7)	6,9 % (2,9 – 11,0)	p < 0,05

# ETUDE D'IMPREGNATION PAR LES DIOXINES et UIOM: Résultats Novembre 2006

Figure 1 – Moyennes des PCDD/F et PCB-DL en pg TEQ<sub>14</sub>/g MG selon le type de consommateur et la zone d'exposition (Mg (IC<sub>95%</sub>) ajustées)



**Imprégnation aux PCDD/F + PCB-DL (pg TEQ/g lipides) chez les Autoconsommateurs (Auto) et Non autoconsommateurs (Non Auto) résultant de l'étude Nationale AFSSA/InVS (EN) ou de l'étude URMEL Nord –Pas de Calais (NPC) vivant en zone exposée au panache de l'ancienne l'UIOM d'Halluin (ex) ou en zone non exposées (Nex)**



# Les dioxines dans le lait maternel autour de l'incinérateur de Gilly: Résultats Novembre 2006

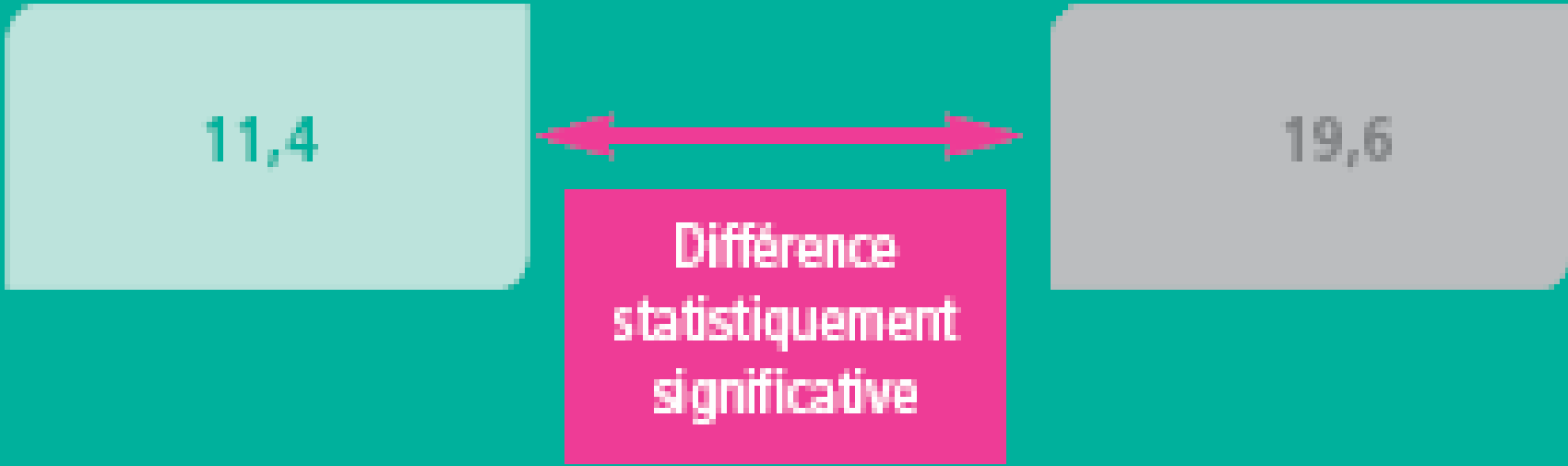
Moyenne chez  
les 48 mères  
de l'étude

11,4

Moyenne chez les  
244 mères de  
l'étude nationale

19,6

Différence  
statistiquement  
significative



# Évolution de la réglementation des UIOM

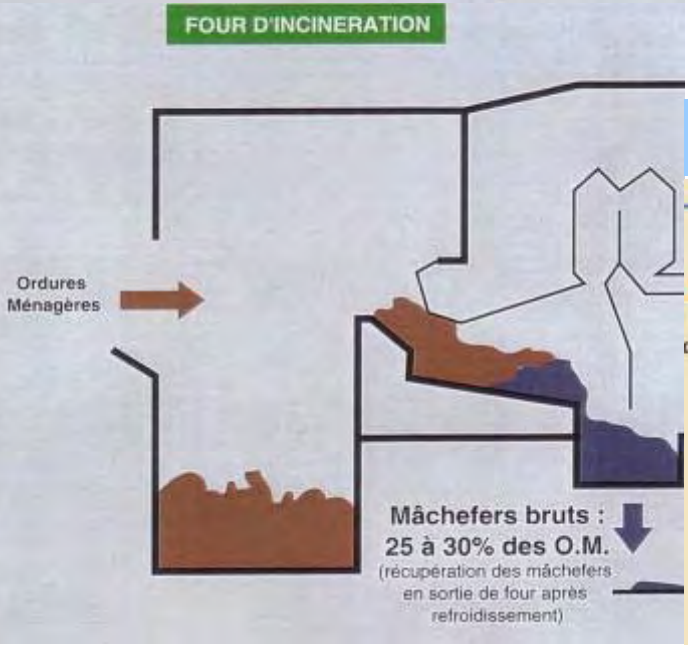
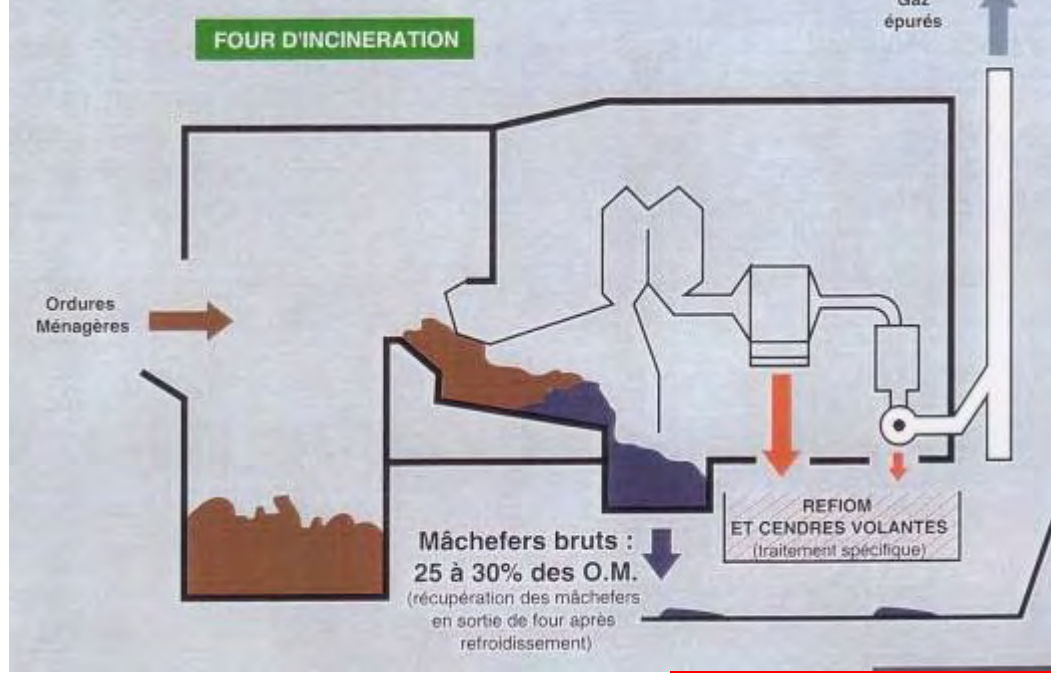
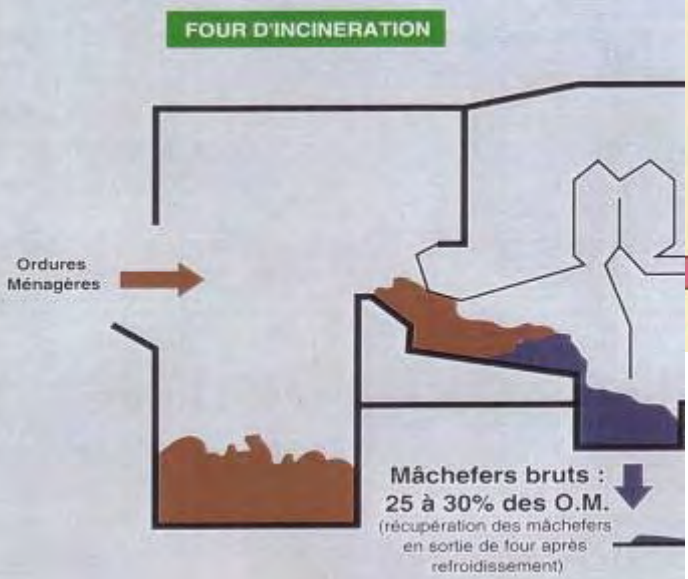
Polluants	Arrêté 6/07/72	Arrêté 9/06/86	Arrêté 25/01/91 <sup>2</sup>	Circulaire Lepage <sup>3</sup>	Directive CEE 4/12/00 <sup>3</sup>
Poussières	193	64	30	10	10
HCl	-	128	50	10	10
SO <sub>2</sub>	-	-	300	50	50
HF	-	-	2	1	1
CO	1 600	1 600	100	50	50
COT	-	9	20	10	10
Dioxines et furannes	-	-	-	0,1	0,1
NOx	-	-	-	-	200
NH <sub>3</sub>	-	-	-	-	-
Cd + Tl	-	-	-	0,05	0,05
Hg	-	-	-	0,05	0,05
Hg + Cd	-	0,38	0,2	-	-
As + Ni	-	1,3	1	-	-
Sb + As + Pb + Cr + Ca + Cu + Mn + Ni + V	-	-	-	-	0,5
Sb + As + Pb + Cr + Ca + Cu + Mn + Ni + V + Sn + Se + Te	-	-	-	0,5	-
Sb + As + Pb + Cr + Ca + Cu + Mn + Ni + V + Sn + Se + Te + Zn	-	-	-	5	-
Pb + Cr + Cu + Mn	-	6,4	5	-	-

UIOM 1970 – 1991 – 2003!!!

50-150 ng/M<sup>3</sup>

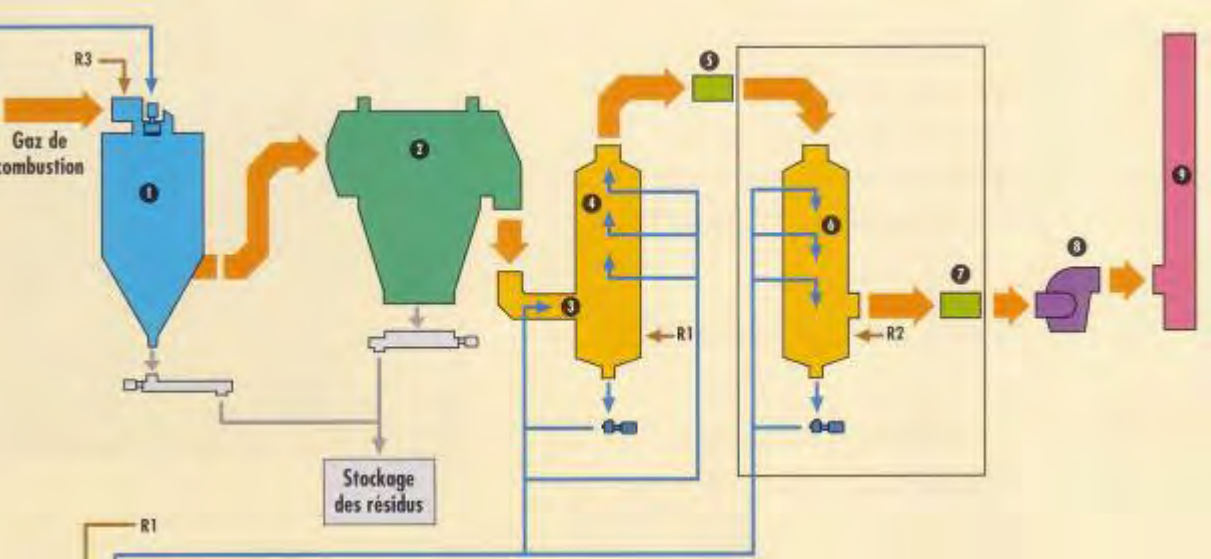
UIOM 1991 – 2006

1-5 ng/M<sup>3</sup>



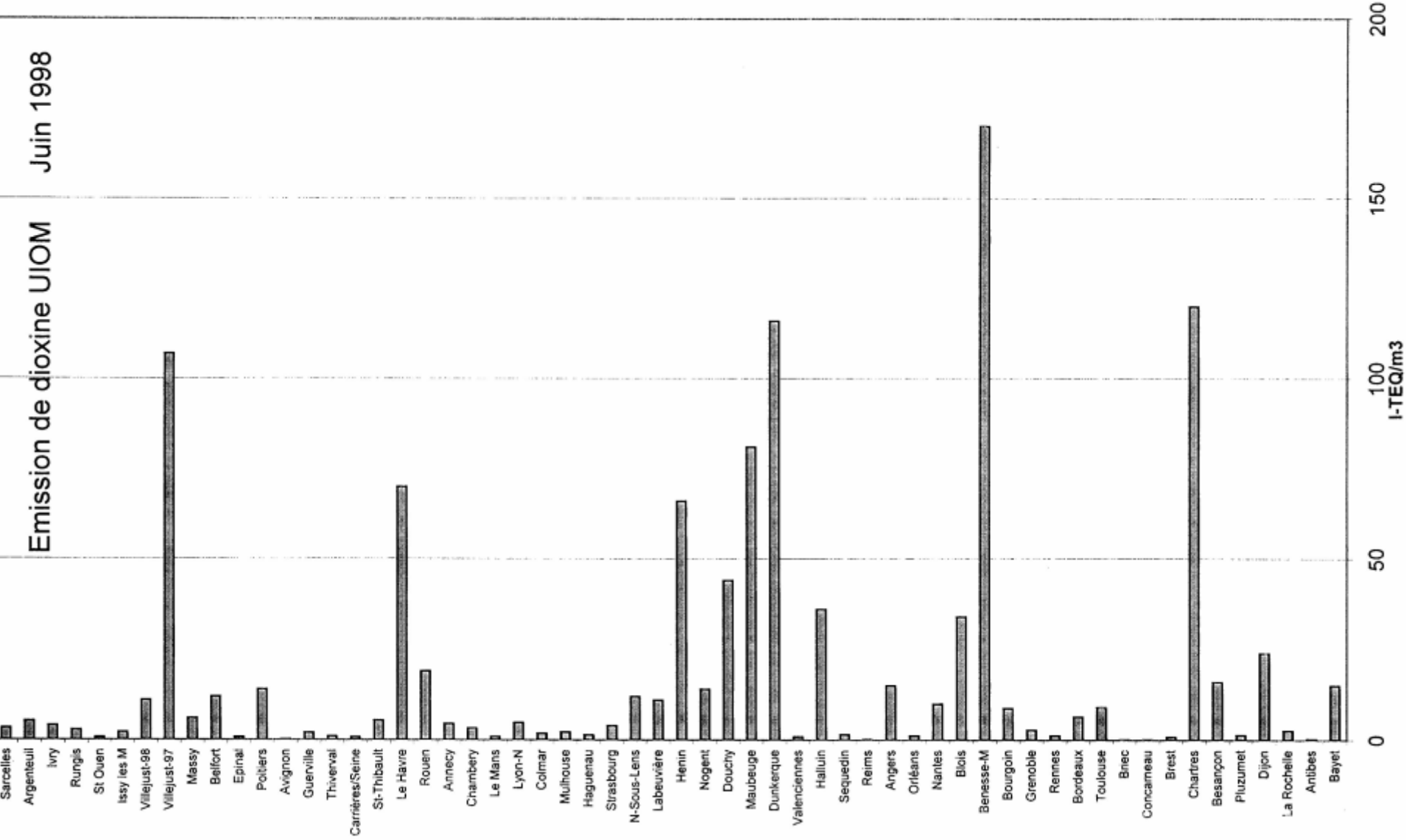
UIOM 1997

0,01-0,1 ng/M<sup>3</sup>

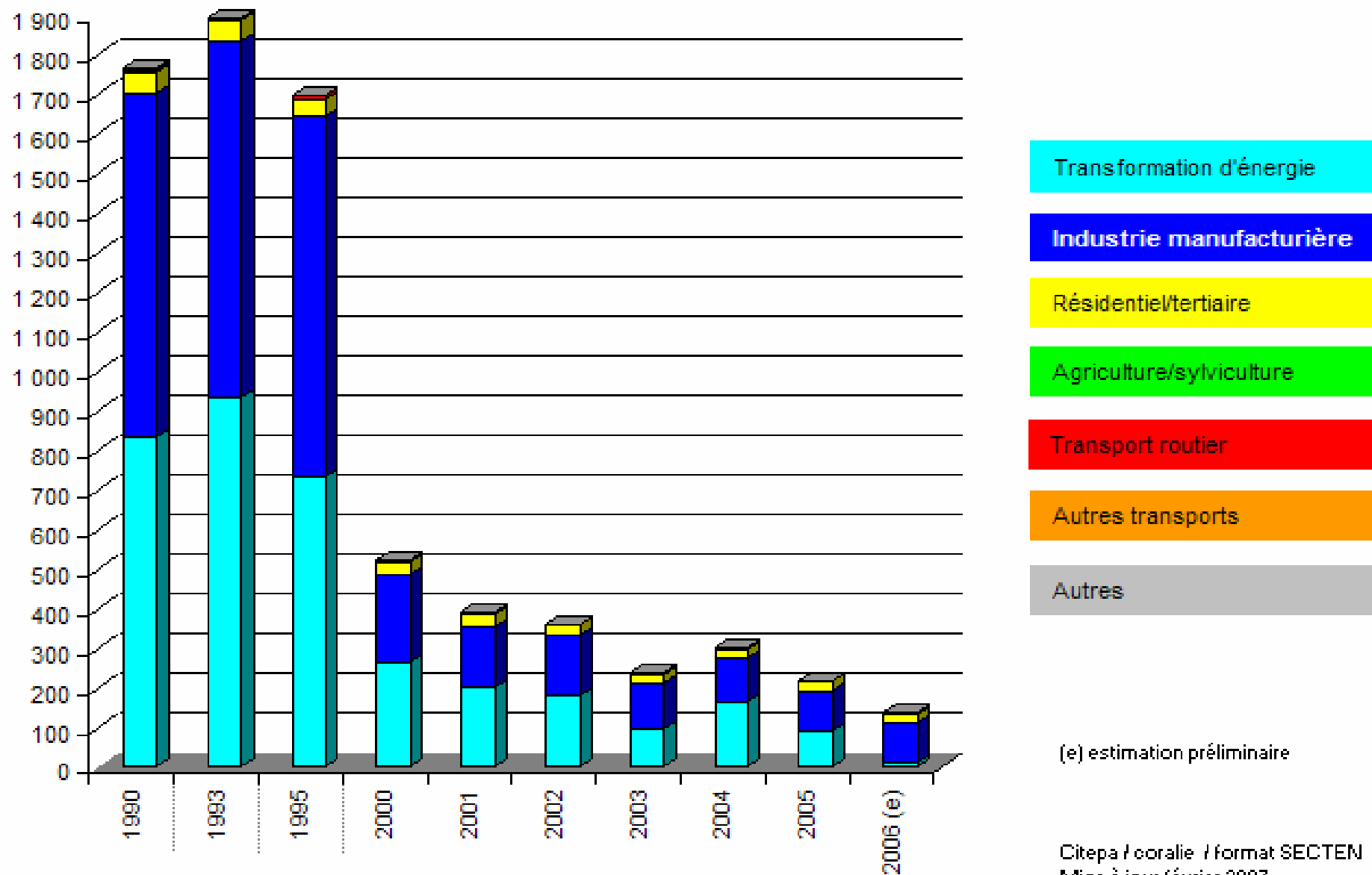


## Emission de dioxine UIOM

Jun 1998

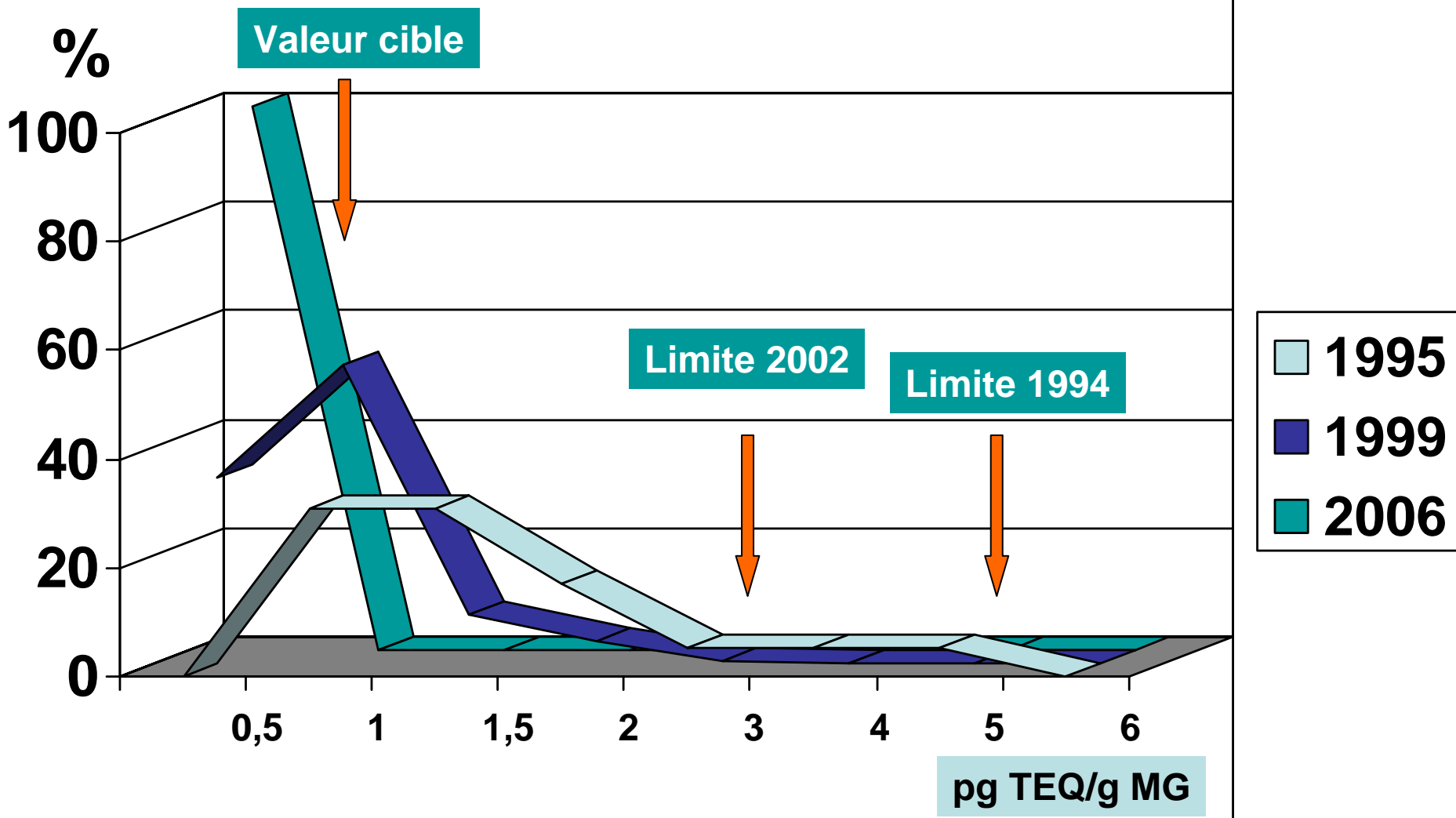


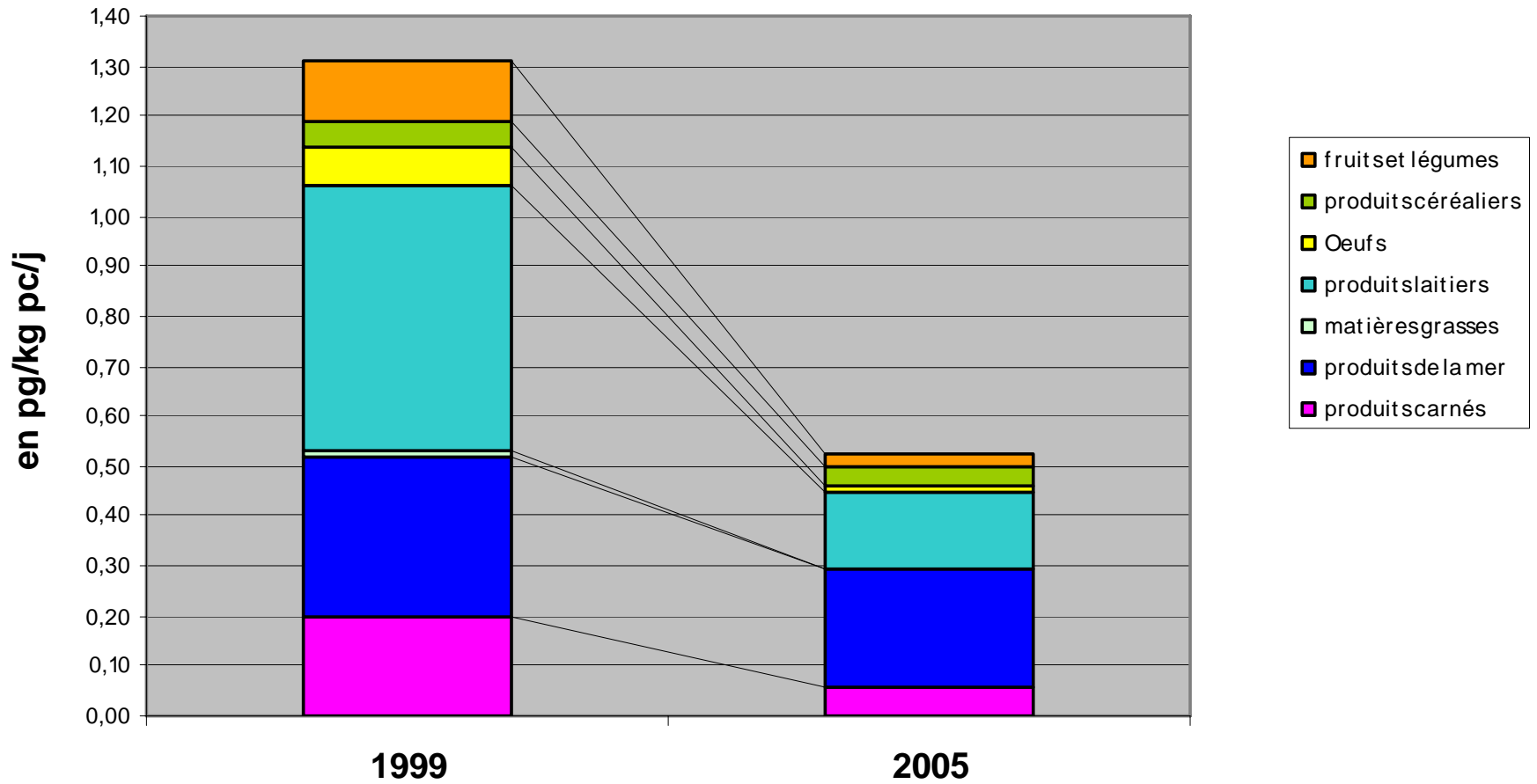
en g ITEQ



(e) estimation préliminaire

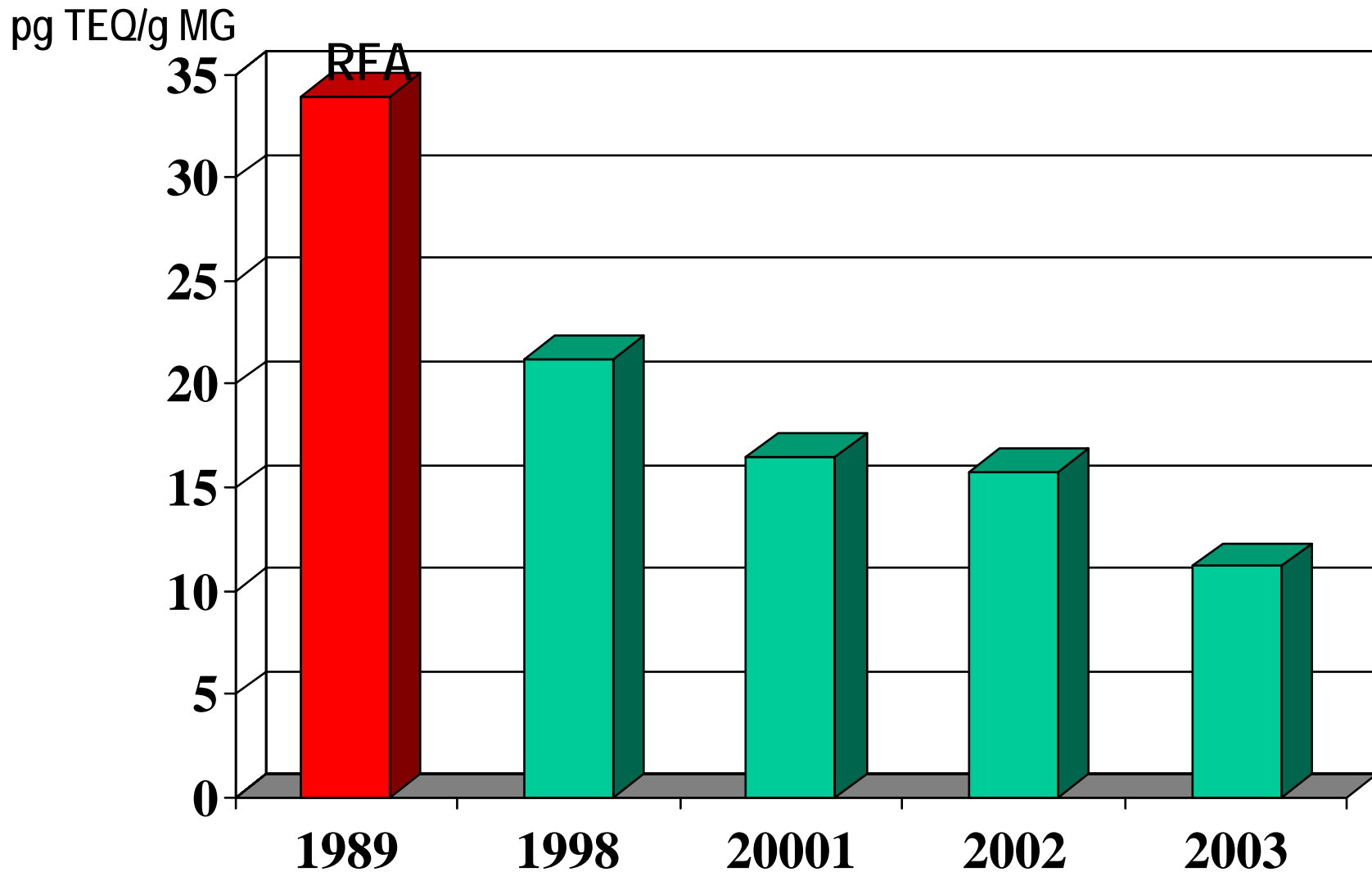
# Evolution de la teneur en PCDD/F dans les laits de mélange en fonction de la réduction des sources



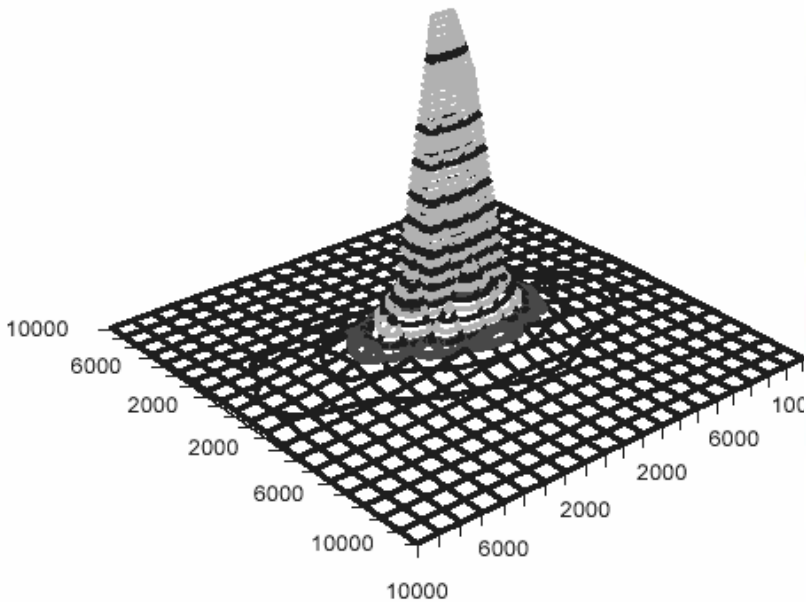


**Temporal trend of Exposure to PCDD/F in French population**

# PCDD/F mesurés dans le lait humain en France



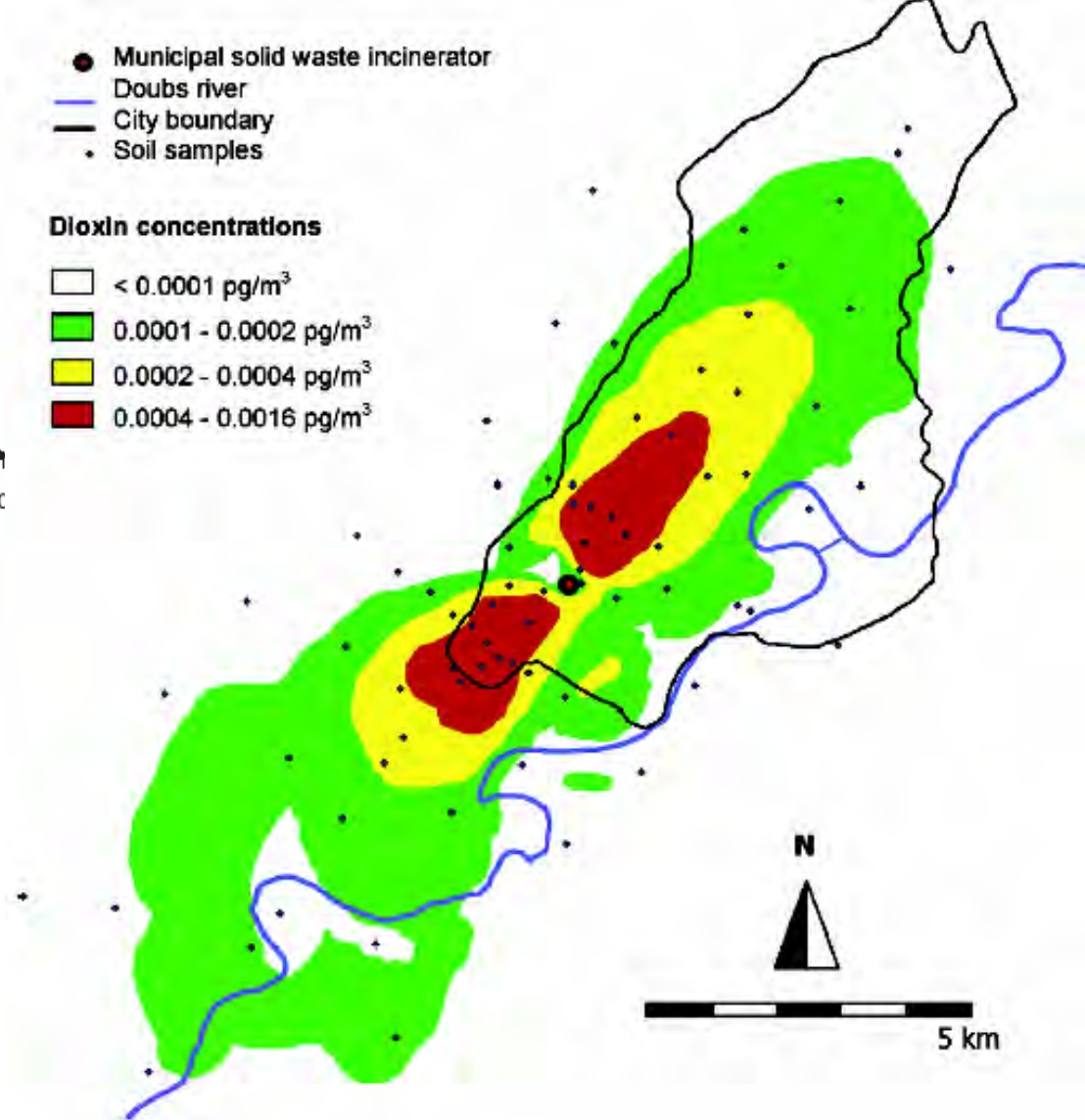




- Municipal solid waste incinerator
- Doubs river
- City boundary
- Soil samples

**Dioxin concentrations**

- < 0.0001  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 0.0001 - 0.0002  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 0.0002 - 0.0004  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 0.0004 - 0.0016  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Exemple de modélisation par POLAIR illustré par le graphique de type surface

**Modeled average ground-level dioxin concentrations and soil samples locations around the municipal solid waste incinerator of Besancon,**

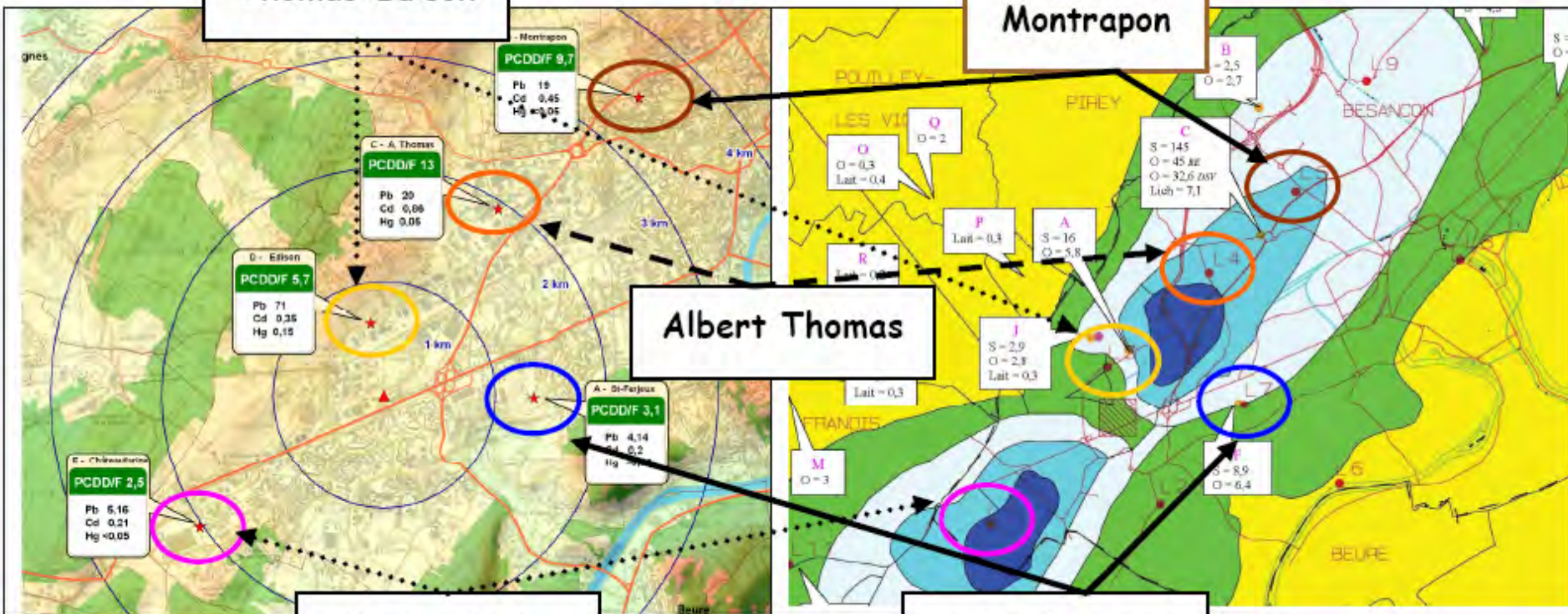
Thomas Edison

Montrapon

Albert Thomas

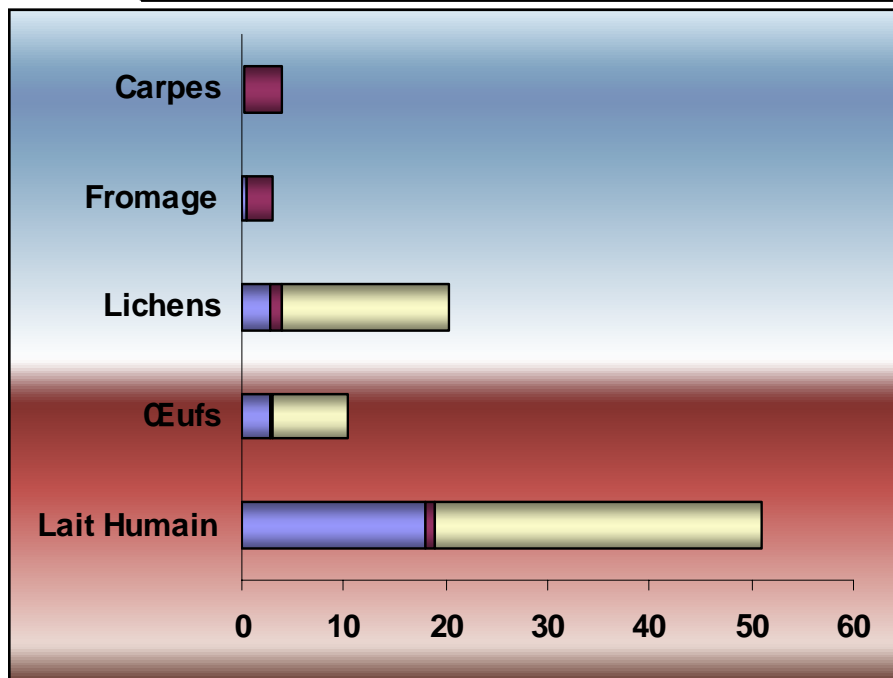
Chateaufarine

Saint Ferjeux



Résultats des analyses de dioxines dans le sang de certains résidents voisins de l'Incinérateur de Lunel-Viel. Association AMIES en 2005-2007 en pg TEQ/g lipides

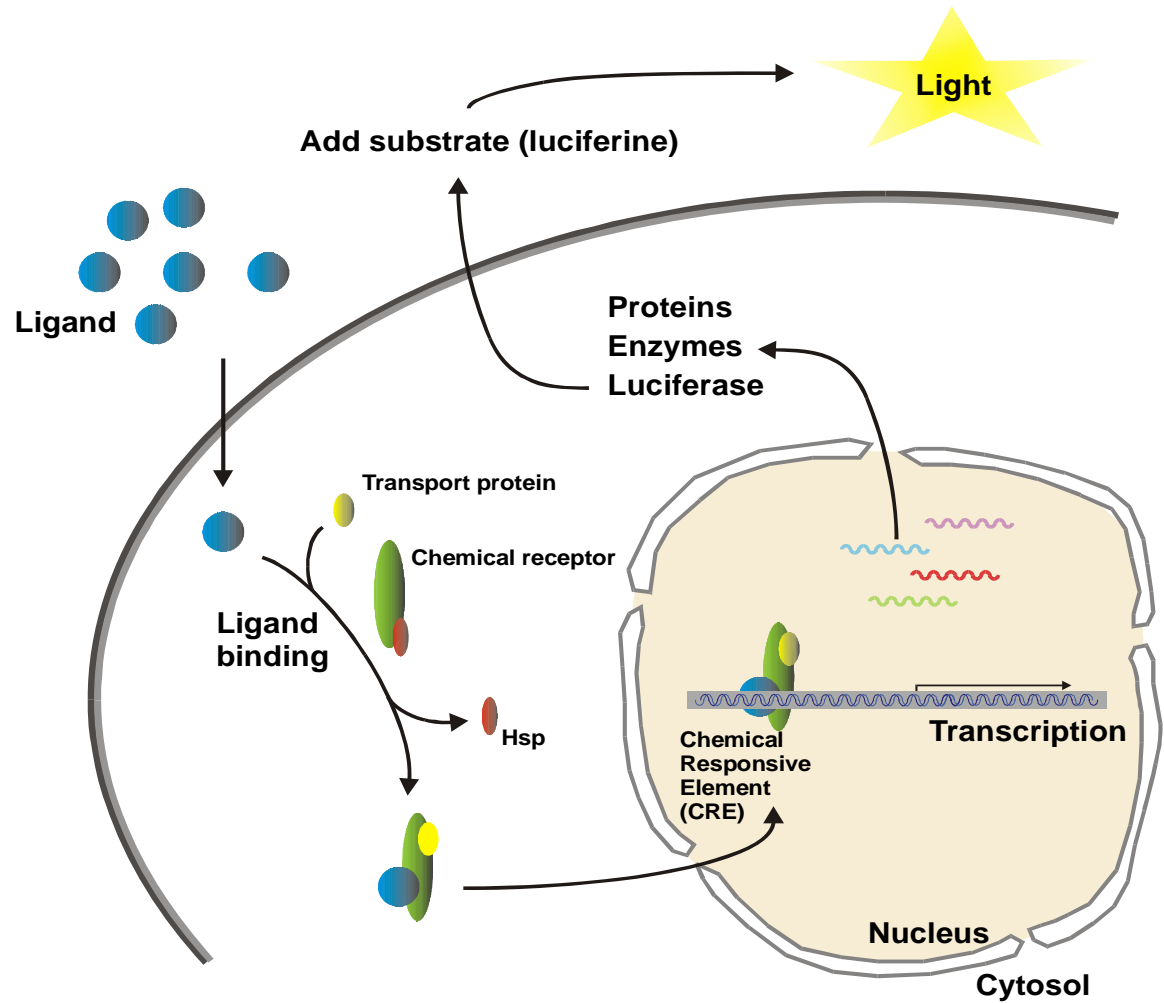
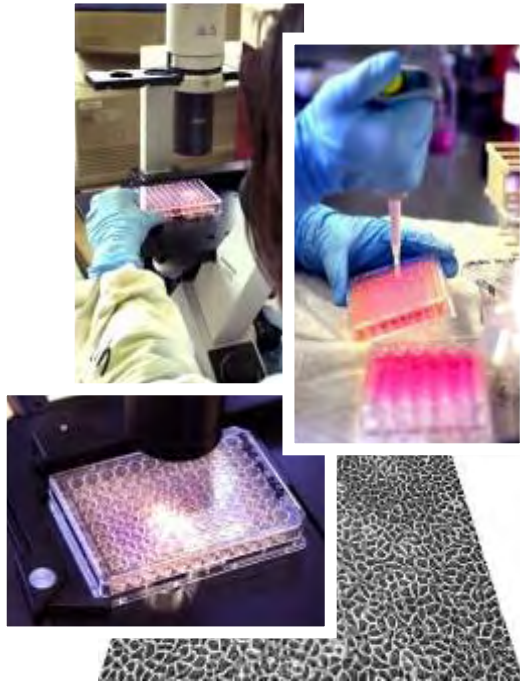
Etude	Age	PCDD/F*	+ PCB- DL	PCDD/an
AMIES 2005	50	40	80,7	0,81
	26	22	42,3	0,82
	64	30	59,2	0,47
AMIES 2007	70	32	95	0,45
	50	30	Nd	0,6
	25	7,7	17	0,3
	25	8,3	nd	0,33



Résultats des dosages dans le lait humain et dans des matrices alimentaires et environnementales  
Association AMIES

- Valeur mesurée
- Limite réglementaire ou moyenne InVS
- Limite sanitaire

# DR CALUX<sup>®</sup> method to screen for AhR active compounds



**Cross-Validation Study between Two Laboratories Using the DR-CALUX Bioassay  
in Comparison to H4IIE-EROD and Chemical Analysis**

Samples	KC (A)	BDS (B)	Ratio A/B	KC (C)	KC or BDS (D)	Ratio		
	DR-CALUX [n; CV]	DR-CALUX [n; CV]		Micro-EROD [n; CV]	WHO-TEF or TEQ	A/C	A/D	C/D
2,3,4,7,8-PCDF	0.75 ± 0.06 <sup>b</sup> [4; 8]	0.84 ± 0.16 <sup>b</sup> [3; 23]	0.89	0.41 ± 0.17 <sup>b</sup> [5; 42]	0.5 <sup>b</sup>	1.8	[1.5]	
2,3,4,7,8-PBDF	0.069 ± 0.022 <sup>b</sup> [5; 32]	0.099 ± 0.017 <sup>b</sup> [2; —]	0.70	0.055 ± 0.021 <sup>b</sup> [5; 38]	—	1.3	—	
PCB-126	0.072 ± 0.014 <sup>b</sup> [6; 19]	0.073 ± 0.016 <sup>b</sup> [3; 22]	0.99	0.049 ± 0.018 <sup>b</sup> [6; 36]	0.1 <sup>b</sup>	1.5	[0.72]	
Dioxin mixture (EPA-1613)	260 ± 39 <sup>c</sup> [16; 15]	290 <sup>c</sup> [2; —]	0.90	310 ± 94 <sup>c</sup> [9; 30]	240 <sup>d</sup>	0.84	1.1	1.3
PCB mixture	98 ± 21 <sup>c</sup> [3; 21]	140 <sup>c</sup> [2; —]	0.70	N/A <sup>a</sup>	160 <sup>d</sup>	—	0.61	—
Co-PCB mixture	270 ± 59 <sup>c</sup> [11; 22]	330 <sup>c</sup> [2; —]	0.82	260 ± 75 <sup>c</sup> [13; 29]	240 <sup>d</sup>	1.0	1.1	1.1
PCBs/PCDD/Fs	160 ± 32 <sup>c</sup> [7; 20]	150 <sup>c</sup> [1; —]	1.1	210 ± 51 <sup>c</sup> [8; 24]	150 <sup>d</sup>	0.76	1.1	1.4
2,2,4,4',5- PBDE	< 4.2 × 10 <sup>-4</sup>	< 4.2 × 10 <sup>-4</sup>	—	—	—	—	—	—
Combustion gas	72 ± 11 <sup>c</sup> [6; 15]	97 ± 14 <sup>c</sup> [3; 14]	0.74	8.9 ± 2.6 <sup>c</sup> [5; 29]	8.7 <sup>e</sup>	8.1	8.3	1.0
Fly ash 1	130 ± 13 <sup>c</sup> [5; 10]	130 ± 10 <sup>c</sup> [3; 8]	1.0	51 ± 6.7 <sup>c</sup> <sub>25</sub>	44 <sup>e</sup>	2.6	3.0	1.2
Fly ash 2	17 ± 3.0 <sup>c</sup> [6; 18]	14 ± 1.4 <sup>c</sup> [3; 10]	1.2	7.4 ± 1.4 <sup>c</sup> <sub>18</sub>	5.3 <sup>e</sup>	2.3	3.2	1.4
Fly ash 3	210 ± 36 <sup>c</sup> [5; 17]	240 ± 26 <sup>c</sup> [3; 11]	0.88	370 ± 150 <sup>c</sup> [3; 42]	95 <sup>e</sup>	0.57	2.2	3.9
PCB oil 1	2300 ± 370 <sup>c</sup> [10; 16]	2100 <sup>c</sup> [2; —]	1.1	1500 ± 180 <sup>c</sup> [3; 12]	1150 <sup>e</sup>	1.5	2.0	1.3
PCB oil 2	0.36 ± 0.05 <sup>c</sup> [6; 15]	0.30 <sup>c</sup> [2; —]	1.2	0.059 <sup>c</sup> [4; 33]	<sup>a</sup>	6.1	3.6	
Mineral oil	2240 ± 580 <sup>c</sup> [6; 26]	2750 <sup>c</sup> [2; —]	0.81	710 ± 310 <sup>c</sup> [3; 44]	<sup>a</sup>	3.2		
Feed sample 1	2.9 ± 0.84 <sup>c</sup> [9; 29]	3.5 ± 0.84 <sup>c</sup> [6; 24]	0.83	2.7 ± 0.12 <sup>c</sup> [3; 4]	<sup>a</sup>	1.1		
Feed sample 2	220 ± 49 <sup>c</sup> [7; 22]	230 ± 55 <sup>c</sup> [3; 24]	0.96	220 ± 55 <sup>c</sup> [3; 25]	<sup>a</sup>	1.0		
Feed sample 3	240 ± 49 <sup>c</sup> [7; 21]	210 ± 23 <sup>c</sup> [3; 11]	1.1	230 ± 40 <sup>c</sup> [3; 18]	<sup>a</sup>	1.0		
Sediment 1	0.055 ± 0.02 <sup>c</sup> [8; 37]	0.063 ± 0.011 <sup>c</sup> [3; 17]	0.87	0.027 ± 5.5 <sup>c</sup> [3; 20]	<sup>a</sup>	2.0		
Sediment 2	0.080 ± 0.021 <sup>c</sup> [8; 26]	0.26 ± 0.096 <sup>c</sup> [3; 37]	3.1	0.13 ± 0.015 <sup>c</sup> [3; 11]	<sup>a</sup>	0.62		
Sediment 3	0.13 ± 0.02 <sup>c</sup> [6; 17]	0.19 <sup>c</sup> [2; —]	0.68	0.086 ± 0.022 <sup>c</sup> [3; 26]	<sup>a</sup>	1.5		
Mean value			0.89			2.0	2.5	1.6

Note. KC, Kaneka Corporation. CV, Coefficient of variation (%).

<sup>a</sup> N/A, not available.

<sup>b</sup> TEF.

<sup>c</sup> TCDD-EQ.

<sup>d</sup> TEQ-calculated (pg TEQ/ml).

# Résultats Bioéssais

(totalité des contaminants connus et inconnus)

- Gaz de combustion

TEQ Diox: 8,7pg CALUX: 97 pg Ratio: 8,3

- Cendres volantes

TEQ Diox: 44 pg CALUX: 130 pg Ratio: 3

- Chez l'Homme: Ratio 1,6

Sols: BRGM?  
 VDSS=500  
 VCI US=1000  
 VCI UNS=10000

Sols: AFSSA  
 1= Limite Poules  
 5=Seuil d'alerte  
 40=Limite Bovins  
 100=Aires de jeu  
 1000=Aires résidentielles  
 10000=Toute activité

Herbe/végétaux  
 1=Signe de pollution  
 2=Pollution du lait  
 10=Forte pollution

**Concentrations in soil, Grass and cow milk in vicinity of MSWI**  
 (Halluin 1998)

Farms	Soil pg TEQ/g d.m.	Grass pg TEQ/g d.m.	Milk pg TEQ/g f.w.
A	40 - 54	18 - 34	14.5
B	44 - 59	21 - 42	13.5
C	07 - 10	02 - 10	5.2
D	24 - 64	10 - 35	23.4
E	15 - 36	10 - 20	19.4

**Changes in grass concentration after Remediation**  
 (Halluin 1998) pg TEQ/g d.m.

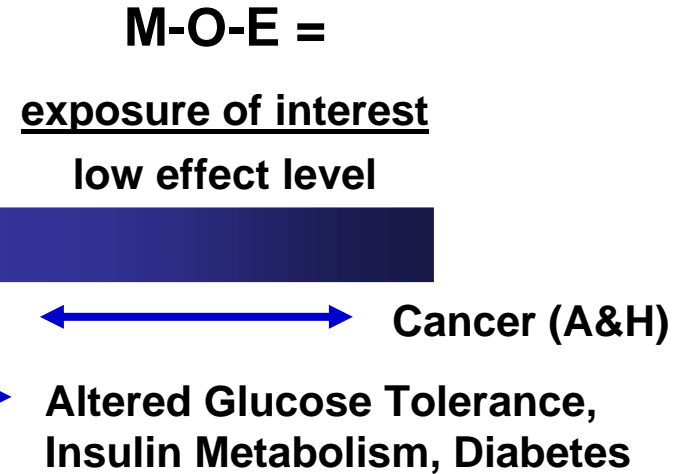
Farms	Grass before R	Grass after R	Observations
B	21	1.02	Labour
B	41	0.63	Mowing
C	10.4	0.49	Mowing
D	15.4	0.09	Labour
E	10	0.62	Labour

**Concentrations in soil, Grass and cow milk around MSWI (1998-2002)**

Location	Soil pg TEQ/g d.m.	Grass pg TEQ/g d.m.	Milk pg TEQ/g fat
Halluin	15 - 64	10 - 42	03 - 24
La Beuvriere	1.95		<3
Villejust	3 - 4	12	4 - 8
Gilly	2.5 - 34	12 - 60	3.3 - 37

# Integrating Exposure and Effects

Avg. Daily Intake = 1-2 pg TEQ/kg/day  
 WHO TDI (1998) = 1-4 pg TEQ/kg/day



\* Dev.Eff. (Dutch, Japanese, Finnish, German Studies)



Average Body Burden



10<sup>-2</sup>      10<sup>-1</sup>      10<sup>0</sup>      10<sup>1</sup>      10<sup>2</sup>      10<sup>3</sup>      10<sup>4</sup>

Body Burden (ng/kg)

A = Animal      H = Human

<sup>1</sup> enzyme induction, cellular effects, viral susceptibility, oxidative damage, developmental effects, endometriosis

# MOE for PCDD/F and DL-PCB

- Ratio of Body Burden where Effects occur to Background Body Burden
- **No** MOE for Biochemical Effects
- MOE <10 for clearly Adverse Non-Cancer Responses
- MOE ~10-100 for Cancer
  - Excess Risk ~1/1000

# RECOMMANDATIONS / INCINERATION

- **L'absence de risques santé publique ne justifie pas l'utilisation de l'incinération comme unique procédé de traitement des déchets**
- **Il n'y a pas de filière de traitement sans risques**
- **L'existence de risques potentiels nécessite une surveillance pertinente**
- **Cette surveillance doit être multiple et**

# RECOMMANDATIONS / INCINERATION

- **Les REFIOMS devraient être vitrifiés (torche à plasma)**
- **Les mâchefers doivent être catégorisés valorisés ou mis en CET (sinon vitrifiés)**
- **Les normes d'émission peuvent être divisées par 2**
- **Le prélèvement en continu doit être obligatoire**