

Annexe 7 – Comparaison des données de sols aux prédictions des modèles

Les grandeurs calculées par la modélisation des panaches sont :

- les concentrations dans l'air ;
- les dépôts totaux au sol (secs et humides).

Les modalités de calcul et de prise en compte des différentes périodes de fonctionnement sont données dans le tableau ci-dessous, à partir des résultats de dépôts exprimés en fg/m²/s pour chaque période de fonctionnement.

TABLEAU 1 MODALITÉS DE CALCUL DES DÉPÔTS CUMULÉS			
UIOM	Contribution au dépôt cumulé de chaque période	Dépôt cumulé de 1994 à 2004 maximum du domaine d'étude	Concentration maximale prédite tenant compte de la période 2004-1994 et sans tenir compte de la demi-vie (15 cm)
Bessières	$4 \cdot (\text{dépôt}_{\text{per1}}) \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^6$	0,2 ng/m ²	0,9 fg/g MS
Pluzunet	$[(9/12+2+6/12)\text{dépôt}_{\text{per1}}+(6/12+4)\text{dépôt}_{\text{per2}}] \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^9$	1,12 ng/m ²	4,97 fg/g MS
Cluny	$(8+2/12) \cdot \text{per1} + (4/12) \cdot \text{per2} \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^9$	4,13 µg/m ²	18,3 pg/g MS
Senneville-sur-Fécamp	$(5,5 \cdot \text{per2} + (2+11/12) \cdot \text{per3}) \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^9$	2,38 µg/m ²	10,5 pg/g MS
Gilly-sur-Isère	$(5 \cdot \text{per2} + (2+10/12) \cdot \text{per3}) \cdot 365 \cdot 3\,600 \cdot 24 / 10^9$	35 µg/m ²	159 pg/g MS
Vaux-le-Pénil	$(3 \cdot \text{per2} + (2+5/12) \cdot \text{per3} + (2+13/12) \cdot \text{per4}) \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^9$	5,7 µg/m ²	25,3 pg/g MS
Dijon	$[(4,5) \cdot \text{dépôt}_{\text{per2}} + (4,5) \cdot \text{dépôt}_{\text{per3}} + (2) \cdot \text{dépôt}_{\text{per5}}] \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^9$	0,46 µg/m ²	2 pg/g MS
Maubeuge	$[(7+3/12)\text{dépôt}_{\text{per2}} + (3+4/12) \text{dépôt}_{\text{nouvel UIOM}}] \cdot 3\,600 \cdot 24 \cdot 365 / 10^9$	1,94 µg/m ²	8,7 pg/g MS

Comparaison des résultats aux mesures environnementales

Les données environnementales n'ont pas été recueillies pour cette étude, et ont été effectuées pour différents motifs, par différents organismes, et en absence de connaissance, le plus souvent, sur les panaches de dispersion. Si l'objectif est de valider un modèle de dispersion il est d'usage de mesurer des concentrations atmosphériques par des capteurs ou des dépôts dans des jauges de type Owen [Hanna, Egan, Purdum, Wagler 2001]. Cela n'était pas possible ici, car les UIOM étaient arrêtés ou devenus non polluants, et ce type d'analyse n'était pas disponible. D'autre part c'est bien l'activité cumulée qui nous intéresse et plutôt des données qu'on pouvait relier à des contaminations alimentaires, et donc en premier lieu, à des données de sols. Les analyses dans les produits végétaux étaient trop hétérogènes pour être utilisées directement et traduisent, dans l'état des connaissances actuelles, le dépôt gazeux plutôt que particulaire [Bonnard 2004]

Estimations des concentrations dans les sols à partir des résultats de dispersion

Les concentrations dans les sols sont estimées à partir des résultats de dépôts suivant la formule suivante (US-EPA, 1998). En effet l'US-EPA recommande de négliger les pertes sauf pour 2,3,7,8-TCDD.

En fait

$$C_{\text{sol}} = \frac{(D_{\text{sec1}} + D_{\text{hum1}}) \times T_1 + (D_{\text{sec2}} + D_{\text{hum2}}) \times T_2}{1\,000 \times \rho_t \times P}$$

avec :

C_{sol}	Concentration dans les sols	en pg/g de MS
D_{sec1} et D_{sec2}	Dépôts secs au sol pour les périodes de fonctionnement 1 et 2	en fg/m ² /s
D_{hum1} et D_{hum2}	Dépôts humides au sol pour les périodes de fonctionnement 1 et 2	en fg/m ² /s
T_1 et T_2	Durée de déposition durant les périodes de fonctionnement 1 et 2	en s
ρ_t	Masse volumique de la terre	en g/m ³
P	Profondeur de terre où se concentrent les dioxines	en m
1 000	Facteur de conversion des fg/g	en pg/g

La masse volumique de la terre sèche est prise égale à 1 500 kg/m³ [US-EPA 1998].

La durée de déposition est prise égale à la durée de fonctionnement de l'incinérateur.

La demi-vie a été prise en compte de trois façons différentes compte tenu des éléments ci-dessous.

En effet, d'après un rapport de l'Inéris [Inéris 2001], les dioxines "ont une durée de vie très longue : elles ont une demi-vie estimée à plusieurs dizaines d'années en sous-sol et une dizaine d'années en surface. Les dioxines se diffusent mal dans le sol puisque 80 % des dioxines se retrouvent dans les 15 premiers centimètres du sol [Brzuzy, Hites 1995]". La demi-vie en surface serait entre 9 et 15 ans [Brzuzy, Hites 1995], d'autres l'estiment à 10 ans [Domingo, Schuhmacher, Agramunt, Llobet, Rivera, Muller 2002]. La demi-vie en profondeur a même été estimée entre 25-100 ans [Brzuzy, Hites 1995]

Ces chiffres sont confirmés par le rapport [Afssa-InVS 2003] : "la persistance des dioxines dans les sols est très longue : la cinétique de disparition est très probablement biphasique (...), ce qui permet d'estimer la demi-vie de la TCDD à environ 10 ans,

les congénères plus chlorés persistant encore plus longtemps". Ce rapport précise également que les dioxines "semblent peu migrer en profondeur (...); elles sont retrouvées généralement à 95 % dans les 10 premiers centimètres au-dessous de la surface dans les sols cultivés ou pâturés".

Dans une approche simplifiée, n'ont été pris en compte que les dépôts cumulés de 1994 à 2004 (11 ans), sans prise en compte de la demi-vie, dans une seconde approche tous les dépôts cumulés depuis le démarrage de l'UIOM jusqu'à 2004 inclus, avec des demi-vies de 9 et 15 ans.

Cette seconde approche est proche de celle utilisée pour l'étude CANCER en cours. La décroissance des concentrations suit dans cette approche une relation exponentielle négative [Le Gall 2004 ; US-EPA 1998 ; Yamamoto, Fukushima 1993].

$$C = C_0(1 - \exp(-kT))$$

et $k = \ln 2 / t_{1/2}$ et $t_{1/2}$ = demi-vie de la molécule.