



**HAL**  
open science

## Les dioxines-furanes : de la réflexion à l'action

Richard Wojnarowski

► **To cite this version:**

Richard Wojnarowski. Les dioxines-furanes : de la réflexion à l'action. Environnement, Ingénierie & Développement, 1996, N°2 - 2ème Trimestre 1996, pp.26-31. 10.4267/dechets-sciences-techniques.608 . hal-03183194

**HAL Id: hal-03183194**

**<https://hal.science/hal-03183194v1>**

Submitted on 27 Mar 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# LES DIOXINES-FURANES DE LA RÉFLEXION À L'ACTION

Richard Wojnarowski

*Ingénieur Consultant*

**La nature physico-chimique des dioxines-furanes - Les concentrations en présence et la difficulté de leur mesure - Les réservoirs, les sources et la contamination des écosystèmes par ces substances - L'estimation des niveaux maximum d'exposition admissible pour l'homme - Les réponses réglementaires élaborées par les États industrialisés - Intérêt d'une démarche harmonisée et d'une information responsabilisante du consommateur - citoyen.**

**Physical and chemical nature of dioxins-furans - Occurring concentrations and difficulty of their measurement. - Sinks, sources and contamination of ecosystems by these pollutants - Ways of estimation of maximum acceptable level for human exposure - Regulatory answers worked out by industrialised States - Interest of a harmonised approach and liability-involving information of the consumer-citizen.**

## INTRODUCTION

Que peut-on tirer aujourd'hui de la masse de connaissances, opinions et incertitudes attachées aux dioxines-furanes ? Quel usage peuvent en faire l'entrepreneur, le législateur, l'administration, le consommateur ou encore le citoyen ? Sommes-nous en présence de contaminants qu'il convient de combattre activement ou faut-il plutôt privilégier la lutte contre d'autres pollutions qui menacent plus gravement notre planète ?

La lecture des conclusions du Rapport de l'Académie des Sciences « La dioxine et ses analogues » de septembre 1994 tendrait apparemment à nous rassurer : « aucun élément connu ne permet aujourd'hui de considérer que les PCDD/F<sup>(1)</sup> constituent un risque majeur pour la santé publique ». Ce qui n'empêche pas les auteurs du rapport de recommander « une diminution du niveau moyen d'exposition de la population générale, par la mise en œuvre de procédés moins polluants et acceptables économiquement, en particulier dans le cas de l'incinération de toutes les sortes de déchets »<sup>(1)</sup>.

L'Association Greenpeace Deutschland est beaucoup plus catégorique et affirme, dans une étude datée du 26 avril 1993 : « L'extrême toxicité des dioxines et furanes pour les

animaux et les hommes est scientifiquement établie. Le caractère cancérigène chez les animaux fut découvert dans les années 70 et les résultats de recherche les plus récents constatent cet effet chez les hommes également et terminent ainsi une controverse qui a duré des années à propos du potentiel cancérigène de la dioxine »<sup>(2)</sup>.

Ces deux positions qui font référence à de nombreuses publications et font parfois appel aux mêmes spécialistes pour étayer leur argumentation, constituent des interprétations différentes d'une même réalité.

Il s'agit, en l'espèce, de deux jugements, dont il serait vain de vouloir démontrer l'exactitude ou l'inexactitude.

En revanche, il est utile, pour le citoyen responsable, de mieux percevoir les attendus qui sous-tendent ces jugements, afin de se forger, en toute connaissance de cause, sa propre opinion.

Dans cette perspective, nous présentons d'abord quelques données sur la nature physico-chimique des dioxines-furanes, les concentrations en présence et leur mesure, les sources, les réservoirs et la contamination des éco-systèmes par ces substances.

Nous rappelons ensuite comment ont été évalués les niveaux maximum d'exposition admissible pour l'homme.

Nous évoquons enfin les différents types de réponses réglementaires apportées par les États industrialisés à ce problème à partir des années 80, époque à laquelle l'attention fut attirée sur les risques potentiels d'une exposition générale, et non plus limitée aux seuls environnements professionnels.

## NATURE PHYSICO-CHIMIQUE DES DIOXINES-FURANES

Les dioxines-furanes font partie de la grande famille de composés chimiques dits « organo-halogénés », résultant de la combinaison d'un composé organique, naturel ou synthétique, avec un élément halogène (fluor, chlore, brome ou iode). Les éléments halogénés ont pour caractéristique leur extrême réactivité et ne se rencontrent dans la nature que sous forme combinée (sels métalliques cristallisés ou dissous). A l'état pur, ils ont des propriétés biocides très puissantes qu'on utilise, par exemple, pour la destruction de germes

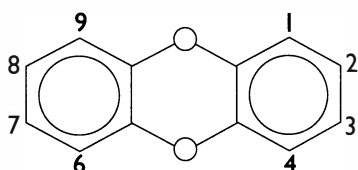
pathogènes dans la préparation d'eau potable.

Cette absence d'éco-compatibilité explique la quasi-inexistence de composés organo-halogénés naturels : les dérivés organo-halogénés sont donc essentiellement d'origine synthétique. Leur chimie s'est développée dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, du fait de leur intérêt pratique (solvants, pesticides et herbicides, résines thermoplastiques telles que le PVC).

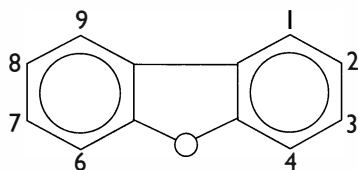
La synthèse de ces produits, qui fait intervenir des réactions aux nombreux paramètres physico-chimiques, peut donner lieu à la formation de co-produits indésirables : c'est le cas notamment des dioxines et de leurs composés apparentés, encore appelés « congénères ».

Ces composés ont en commun une structure moléculaire hétérocyclique particulière que l'on peut représenter comme suit :

Structure dibenzodioxinique



Structure dibenzofurannique



Ces structures, dotées de propriétés stériques et fonctionnelles très spécifiques sont susceptibles d'interférer avec les structures moléculaires biologiques et donc d'affecter en profondeur le fonctionnement des organismes vivants.

Encore faut-il que leur mise en contact avec les cellules vivantes soit possible, ce qui dépendra de leur « biodisponibilité » : celle-ci est tributaire de nombreux facteurs, dont certains relèvent de leur nature physico-chimique, et d'autres du degré d'exposition des organismes vivants à ces mêmes substances.

Les trois principales caractéristiques de la famille des PCDD/PCDF sont :

- Leur stabilité : elles sont très stables chimiquement, pratiquement pas biodégradables et ne peuvent être décomposées thermiquement qu'à des températures relativement élevées (supérieures à 1 000°C environ).
- Leur liposolubilité : ce sont d'excellents solvants de graisse, ce qui leur confère un grand pouvoir de pénétration des tissus vivants. En revanche, elles sont très peu solubles dans l'eau.
- Leur très faible volatilité : elles sont sous forme solide aux conditions de température et de pression habituelles et ont une très faible tension de vapeur, ce qui limite leur possibilité de dispersion atmosphérique aux formes adsorbées particulières. Le piégeage de ces particules par des moyens de dépoussiérage efficaces peut donc contribuer de façon déterminante à réduire cette dispersion. Corrélativement, la fixation de ces substances sur des adsorbants solides (cendres, charbon ou coke actif) constitue un moyen de

confinement efficace.

La conjonction de ces caractéristiques peut favoriser l'accumulation de ces substances dans les organismes vivants exposés. Cette bio-accumulation se produit notamment par l'intermédiaire des composés lipidiques (graisses) de la chaîne alimentaire et est considérée comme la principale voie de contamination de l'homme par ces composés.

## LES CONCENTRATIONS EN PRÉSENCE ET LEUR MESURE

La production des PCDD/F par les procédés chimiques est, lorsqu'elle existe, toujours de nature parasite et les concentrations résiduelles dans le produit final sont, pour fixer les idées, de l'ordre du ppm (partie par million) ou même du ppt (partie par trillion ou mille milliards).

Les concentrations mesurées dans les émissions de fumées de certains incinérateurs de déchets sont de l'ordre du nanogramme (soit un milliardième de gramme) par m<sup>3</sup> (approximativement 1 kg) de fumée.

Les concentrations mesurées dans les tissus vivants ou les aliments sont de l'ordre du picogramme (soit un mille milliardième de gramme) par gramme : on obtiendrait une concentration du même ordre en diluant un litre de substance soluble pure dans un volume équivalent à celui du lac d'Annecy !

On est donc confronté, si l'on veut aborder l'étude quantitative de la toxicité des dioxines-furanes, aux problèmes inhérents à l'analyse de traces ou même d'ultra traces.

Ces problèmes, d'une grande complexité, relèvent du nombre de composés à prendre en compte, du prélèvement et de l'analyse proprement dite des échantillons.

La famille des dioxines-furanes polyhalogénés comprend en effet de très nombreux composés, encore appelés congénères, qui se distinguent les uns des autres par le nombre et l'emplacement des positions occupées par les atomes d'halogène sur la structure dioxinique ou furannique. Pour les dérivés monohalogénés, il existe 75 congénères possibles pour les dioxines et 135 pour les furanes, soit 210 composés au total. Ce nombre augmente sensiblement lorsqu'on prend en considération les structures polyhalogénées : il existe 4 600 congénères possibles de chloro-bromodibenzodioxines ou dibenzofuranes !

Au sein de cette grande famille, seul un nombre restreint de 17 congénères, correspondant à l'occupation d'au moins quatre positions latérales du squelette (repérées 2,3,7,8 par convention) par des atomes de chlore, est pris en considération. Ces congénères sont réputés les plus toxiques, les particularités stériques conférées à la molécule par la présence de chlore sur ces positions étant très probablement à l'origine de cette réputation. Une échelle de toxicité a été établie entre ces 17 congénères et attribuée à chacun d'entre eux un coefficient de toxicité (TEF) par référence à la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine. (2,3,7,8 TCDD), considérée comme la plus toxique. Une telle méthode, bien que commode, ne tient pas compte des éventuels antagonismes ou synergies entre les différents congénères et est considérée

comme trop globale par certains spécialistes<sup>[3]</sup>. Par ailleurs, certains toxicologues ont récemment souligné l'intérêt qu'il y aurait à prendre en compte d'autres substances, telles que les dérivés bromés<sup>[4]</sup> et les polychlorobiphényles (PCB) coplanaires.

Le prélèvement de l'échantillon doit faire l'objet de protocoles très stricts pour éviter, notamment, la contamination de l'échantillon par la chaîne de prélèvement. L'appareillage doit être soigneusement préparé en laboratoire : solvants et réactifs, matériel en verre, filtres, résines qui permettront de piéger les substances à analyser. Une verrerie rayée ou mal lavée, un solvant insuffisamment pur induiront des erreurs de mesure qui peuvent être du même ordre de grandeur, ou même supérieures à la teneur à mesurer. Des vérifications préalables permettent de s'assurer d'un « blanc » analytique compatible avec les performances requises.

L'ensemble de ces opérations de préparation des réactifs et appareillages d'étalonnage et de vérification des « blancs » peuvent prendre plusieurs semaines avant la réalisation du prélèvement proprement dit.

Une fois prélevé, l'échantillon est analysé en laboratoire par chromatographie en phase gazeuse haute résolution couplée à une spectrométrie de masse haute résolution. Les résultats obtenus dépendent des procédures et des équipements mis en œuvre lors d'une telle analyse et leur interprétation nécessite des compétences pointues d'analyste, certes, mais aussi de chimiste.

Depuis 1991, un groupe de travail « dioxines » travaille au sein du Comité européen de normalisation à l'établissement d'une méthode de référence permettant de vérifier que l'on peut quantifier des émissions au niveau de 0,1 ng TEQ/m<sup>3(2)</sup> avec un intervalle de confiance acceptable dans le domaine de l'incinération de déchets. Cette condition a, en effet, été jugée nécessaire par le législateur européen pour permettre l'entrée en vigueur de la disposition limitant l'émission de dioxines-furanes à ce niveau dans le cadre de la Directive 94/67/CE du Conseil du 16 décembre 1994 concernant l'incinération de déchets dangereux. Les projets de normes seront prochainement soumis aux organismes nationaux de normalisation pour adoption comme normes européennes.

Les caractéristiques statistiques de la procédure de mesure, déterminées dans le cadre de la validation de la norme, ont été calculées à partir d'essais effectués sur des gaz très peu empoussiérés, avec un niveau moyen d'émission de 0,035 ng TEQ/m<sup>3</sup>. Les intervalles de confiance pour la répétabilité et pour la reproductibilité ont été évalués respectivement à environ 50 % et 70 % de la valeur moyenne mesurée<sup>[5]</sup>.

On comprendra aisément que des mesures effectuées dans des conditions moins strictes peuvent donner des résultats qui n'ont qu'un lointain rapport avec la réalité. D'autre part, le suivi de méthodes non harmonisées a toutes chances de donner des résultats difficilement comparables. Ce constat nous amène à relativiser les conclusions qui ont pu être tirées d'un certain nombre de campagnes de mesures.

Le corollaire de la technicité requise pour les campagnes de mesure de dioxines-furanes est, bien entendu, leur coût : le montant correspondant à la réalisation de trois prélèvements suivis de trois analyses sur effluent gazeux est de l'ordre de 150 à 200 kF HT<sup>[6]</sup>. Dans ces conditions, il est exclu de réaliser des mesures fréquentes et, compte tenu de la variabilité de l'émission de certaines sources, on peut s'interroger sur la représentativité de telles mesures.

Quoiqu'il en soit, le nombre de laboratoires français, publics ou privés, capables d'effectuer ce type d'analyses peut se compter sur les doigts d'une seule main.

## LES RÉSERVOIRS, LES SOURCES, LA CONTAMINATION DES ÉCOSYSTÈMES

D'où proviennent les dioxines-furanes ? Que deviennent ces substances une fois introduites dans les écosystèmes ? Les inventaires effectués pour essayer de quantifier l'apport des différentes sources reposent sur des relevés très peu nombreux : on peut avancer, sans grand risque de se tromper, que les campagnes de mesure réalisées portent sur moins de 1 % du potentiel émissif.

Si l'on ajoute à ce constat les réserves relatives à la valeur intrinsèque des mesures de dioxines-furanes disponibles, on s'aperçoit que toute tentative de quantification globale repose sur une chaîne d'extrapolations cumulant les incertitudes. A titre d'exemple, une récente évaluation effectuée pour la France par les services de l'Ademe fait état de valeurs d'émission de PCDD/PCDF, estimées à 400 g TEQ/an pour l'incinération d'ordures ménagères et dans une fourchette de 270 à 2 300 g TEQ/an pour l'industrie des métaux (ferreux et non ferreux)<sup>[7]</sup>.

Alors que les incinérateurs de déchets sont souvent considérés aujourd'hui comme la source potentielle majeure de dispersion atmosphérique des PCDD/F et focalisent à ce titre l'attention, beaucoup d'études mettent en évidence les difficultés de bouclage des bilans d'introduction de ces substances dans l'environnement et concluent à ce que plus de 50 % des apports de PCDD/F sont d'origine non identifiée. C'est ainsi que l'étude Travis, réalisée en 1991, conclut que la part des incinérateurs d'ordures ménagères dans le bilan dioxinique des USA n'excède pas 1 % et que la contribution d'un incinérateur « moderne » à la contamination par les PCDD/F des personnes vivant dans son environnement immédiat n'excède pas 1/130<sup>ème</sup> de l'ensemble des autres sources<sup>[8]</sup>.

Cela étant dit, quelques points semblent faire l'objet d'un consensus :

- Les PCDD/F sont disséminés dans tous les compartiments des écosystèmes (air-sols-eaux-biosphère) des pays industrialisés.
- Il est souvent difficile de déceler l'origine d'une contamination et de l'attribuer à une source unique bien identifiée ; bien que chaque source possède probablement une « empreinte digitale » fournie par son analyse chromatographique, il n'est pas facile d'isoler ces empreintes au sein du « bruit de fond » de la contamination.

- Le compartiment le plus contaminé est incontestablement constitué par les sols (y compris les sédiments des lacs et des rivières) : il concentrerait plus de 95 % de la contamination ; les quelques % restants sont répartis entre les autres compartiments, mais probablement surtout dans la biosphère du fait des processus bio-accumulatifs. Pour fixer les idées, les quantités annoncées pour un pays tel que le Royaume-Uni sont de l'ordre de quelques tonnes de dioxines-furanes dans les sols superficiels, quelques dizaines de kilogrammes dans les sédiments, et quelques kilogrammes dans l'atmosphère, l'hydrosphère et biosphère (homme, animaux et végétaux) <sup>[9]</sup>.

- Les rythmes de dégradation au sein de ces différents compartiments sont relativement lents : la période de vie des PCDD/F est de l'ordre de quelques années, voire dizaines d'années dans les sols. Il semble qu'après une croissance sensible des concentrations dans tous les compartiments entre les années 1920 et 1970, on assiste depuis les années 70 à une stabilisation voire une décroissance des émissions anthropiques (de loin les plus importantes) grâce à l'abandon de la fabrication des produits précurseurs et sans doute aussi un dépoussiérage plus efficace au niveau des sources, qui permet de piéger simultanément les poussières et les PCDD/F qui sont adsorbées sur celles-ci. Cela n'implique pas pour autant une décroissance des concentrations dans les différents réservoirs, compte tenu, nous l'avons vu, de la longévité de ces substances et des quantités accumulées dans les sols.

- Les modalités de transfert entre les compartiments ne sont pas encore suffisamment connues : tandis que les émissions se produisent essentiellement dans les sols, sédiments et l'atmosphère, les transferts de ces trois compartiments à la biosphère sont au centre de la problématique de l'exposition humaine à ces contaminants. En dehors des cas d'exposition accidentelle, la voie d'exposition par ingestion est en général considérée largement prédominante (95 %) chez l'homme, par rapport aux autres voies possibles d'exposition (cutanée et respiratoire). En dehors de cas (pathologiques) d'ingestion de sols ou autres matières contaminées, le principal chemin d'accès des dioxines à l'homme est donc la chaîne alimentaire, et plus particulièrement l'apport des graisses, compte tenu du caractère lipophile de ces substances.

- Les sources d'émission de dioxines-furanes sont soit naturelles, soit, majoritairement, d'origine anthropique.

L'incinération des déchets ménagers est certainement la source d'émission qui a le plus focalisé l'attention sur les dioxines, notamment dans les pays nord-européens, où elle apparaît souvent en tête du palmarès des sources recensées. Cependant, la documentation relative aux différentes sources est de qualité très inégale et la toute relative abondance de données concernant l'incinération de déchets a mis ce type d'émission au premier plan des préoccupations alors que de nombreuses autres sources, notamment d'origine industrielle (chimie, papeterie, métallurgie...) restent mal cernées. En outre, les évaluations quantitatives, indé-

pendamment de leur fiabilité limitée pour les raisons que nous avons exposées, ne prennent pas, ou insuffisamment, en compte le caractère plus ou moins mobilisable pour la biosphère, et en particulier pour l'homme, de ces émissions. Cette prise en compte permettrait sans doute de mieux hiérarchiser le caractère de nocivité réelle pour l'homme de ces différentes catégories d'émission.

- La réduction des émissions de dioxines-furanes relève essentiellement de quatre démarches :

- Suppression des produits dits « précurseurs », dont la fabrication ou la combustion accidentelle peut générer des PCDD/F : c'est le cas notamment du pentachlorophénol, produit de conservation des bois, et de certains polychlorobiphényles (PCB), utilisés en tant que diélectriques dans les transformateurs. Compte tenu des qualités industrielles de ces produits, leur abandon peut présenter des inconvénients notables en terme de coût et d'efficacité moindre des substituts, qu'il convient de rapporter au bénéfice attendu de leur éradication.

- Adaptation des procédés industriels pour éviter la formation de PCDD/F co-produits en modifiant, par exemple, les conditions de synthèse de certains produits chimiques.

- Incinération des déchets à haute température et en milieu oxydant : les réglementations imposent des températures de combustion de 850°C pendant au moins 2 s, et en présence d'au moins 6 % d'oxygène ; si les déchets contiennent plus de 1 % de chlore, la température doit être portée à 1100°C au minimum.

- Réduction des émissions atmosphériques par dépoussiérage poussé des fumées complété si nécessaire soit par une adsorption des dioxines-furanes sur de la poudre ou des grains de charbon ou de coke actif, soit par une oxydation/destruction catalytique de ces composés. Le choix du procédé dépend de l'ensemble de la chaîne de traitement des fumées de l'incinérateur et relève d'une procédure globale d'optimisation.

### ESTIMATION DES NIVEAUX MAXIMUM D'EXPOSITION ADMISSIBLE POUR L'HOMME

La toxicité des dioxines-furanes pour les êtres vivants, et plus particulièrement l'homme, fait l'objet de très nombreuses études utilisant une ou plusieurs des trois approches suivantes :

- les observations cliniques suite à des expositions en milieu professionnel ou accidentelles, telles qu'à Séveso.

- les expériences de laboratoire sur les animaux.

- les enquêtes épidémiologiques.

Les résultats de ces études alimentent de nombreuses controverses, notamment aux USA, où le « dioxin-business » prospère grâce aux milliards de dollars engagés dans ces travaux par l'EPA<sup>(9)</sup> et les nombreux lobbies concernés. Sans entrer dans le détail et les subtilités des thèses en présence, on peut citer quelques éléments relevant d'un consensus assez large :

- Les doses létales sur les mammifères s'échelonnent dans

la fourchette de 1 à 5 000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids corporel, ce qui fait de ces substances un des plus violents poisons connus.

– On ne connaît pas la dose létale pour l'homme et aucun cas de décès par exposition aiguë aux PCDD/F ne semble officiellement recensé. Les observations cliniques à la suite de conditions d'exposition sévères ont porté sur des cas de chloracné et, exceptionnellement, sur des cas de porphyrie et d'hirsutisme chez des chimistes exposés à la TCDD pure<sup>[1]</sup>.

– Les travaux de laboratoire ont mis en évidence l'extraordinaire diversité d'action de ces composés sur les organismes vivants supérieurs. Selon les conditions d'exposition (aiguë ou chronique) ces effets peuvent être cutanés, hépatiques, hématologiques, reproductifs, cardio-vasculaires, cancérigènes. La géno-toxicité ne paraît pas, en revanche, avoir été démontrée. Pour ces manifestations, le niveau d'effet non mesurable serait de 1 000  $\text{pg}/\text{kg} \times \text{j}$ <sup>[1]</sup>.

– Les enquêtes épidémiologiques ne permettent pas d'établir avec certitude de liens de causalité entre l'exposition et l'apparition d'une quelconque maladie (hors chloracné) chez l'homme. Ce constat mérite cependant d'être interprété avec prudence, car compte tenu du niveau relativement faible de probabilité de réalisation des risques étudiés, l'effectif des cohortes étudiées est sans doute trop faible pour aboutir à des conclusions statistiquement significatives, ce qui limite fortement la validité de ce mode d'inférence statistique.

L'étude des mécanismes d'action de ces toxiques au niveau moléculaire confirme la grande spécificité structurale de cette action, qui requiert l'occupation des positions 2,3,7,8 par des atomes de chlore sur le squelette dioxinique ou furanique. Mais elle a également démontré la grande variété de ces actions en fonction de l'espèce considérée, des organes cibles, du niveau de concentration et de la durée d'exposition au toxique. L'interférence avec d'autres mécanismes, notamment hormonaux, est susceptible, par ailleurs, de troubler considérablement la lisibilité de cette action. Le mécanisme de la létalité ne semble pas avoir été élucidé à ce jour.

La voie quasi-exclusive d'exposition de l'homme aux PCDD/F étant la voie alimentaire, la quantité de dioxines-furanes ingérées quotidiennement est considérée comme un bon indicateur du degré d'exposition.

On néglige, ce faisant, les autres facteurs de risque, et notamment :

– expositions accidentelles massives : risque considéré comme pratiquement éliminé du fait de l'arrêt de la production parasite de ces substances,

– exposition chronique par voie respiratoire : jugé très faible par rapport à l'exposition par voie orale.

Compte tenu des divergences dans l'appréciation du degré de toxicité de ces substances, les niveaux maximum d'exposition admissible retenus par les différentes instances sanitaires diffèrent sensiblement :

– beaucoup de pays ont adopté la valeur recommandée par l'OMS, soit une DJA<sup>[4]</sup> de 10  $\text{pg}/\text{kg} \times \text{j}$  de TCDD, cor-

respondant au niveau d'effet non mesurable chez les animaux de 1 000  $\text{pg}/\text{kg} \times \text{j}$  divisé par un « facteur de transposition » de 100 ;

– l'Allemagne, à partir du même principe, mais en prenant un facteur de transposition de 1 000 a retenu une DJA de 1  $\text{pg}/\text{kg} \times \text{j}$  de TCDD ;

– l'EPA, partant d'une hypothèse de toxicité des dioxines-furanes même à de très faibles doses, inférieures au niveau d'effet non mesurable considéré par l'OMS, a déterminé une DJA correspondant, d'après ses modèles, à un excès de risque acceptable de  $10^{-6}$  cancer supplémentaire pour une vie entière, soit 0,006  $\text{pg}/\text{kg} \times \text{j}$  de TCDD, environ 1 700 fois moins que l'OMS et 170 fois moins que l'Allemagne.

Par ailleurs, la quantité de dioxines-furanes ingérées quotidiennement par un adulte européen a été évaluée à 2  $\text{pg}$  TEQ/kg de poids corporel, provenant en proportions sensiblement égales du lait et des produits laitiers, de la viande et des œufs, et du poisson.

Cette quantité correspond donc à :

– 20 % de la DJA recommandée par l'OMS,

– 2 fois la DJA retenue par l'administration allemande,

– plus de 300 fois la DJA déterminée par l'EPA.

### LES RÉPONSES RÉGLEMENTAIRES ÉLABORÉES PAR LES ÉTATS INDUSTRIALISÉS

Nous avons classé ces réponses en deux catégories :

– les réponses « dures » : Allemagne, Pays-Bas,

– les réponses « molles » : Japon, USA, France.

#### L'Allemagne et les Pays-Bas

Ils ont pris, dès 1989-90, des dispositions réglementaires visant à limiter à 0,1  $\text{ng}$  TEQ/ $\text{Nm}^3$  les émissions de dioxines-furanes dans l'atmosphère pour les incinérateurs de déchets. Cette valeur a été présentée comme résultant des meilleures techniques disponibles à l'époque.

L'extension de cette mesure à d'autres installations industrielles est actuellement envisagée en Allemagne.

Des valeurs-guide sont également fixées pour le suivi de la contamination des sols et celle du lait d'origine animale.

Cinq ou six incinérateurs anciens, incapables de répondre à la nouvelle réglementation ont été fermés aux Pays-Bas, tandis que le développement de l'incinération a été considérablement freiné en Allemagne.

#### Le Japon, les USA et la France

Le Japon a élaboré en 1990 des recommandations visant la réduction de l'émission de dioxines par les meilleures technologies disponibles. Aucune valeur limite réglementaire n'est imposée, mais une valeur-guide de 0,5  $\text{ng}/\text{m}^3$  est indiquée pour les nouveaux incinérateurs. La même année, l'industrie du papier s'engage dans un programme de réduction de la teneur de ses effluents liquides en organo-chlorés. Depuis 1986, des mesures sont effectuées régulièrement pour le suivi de la contamination générale sur plusieurs

sites (sédiments, faune aquatique, atmosphère).

Aux USA, l'EPA a publié depuis 1985 plusieurs rapports, de plus en plus volumineux, sur les risques liés aux dioxines, avec l'intention déclarée de donner une base scientifique aux décisions réglementaires à prendre dans ce domaine. Etant donné la quantité de controverses soulevées par ces rapports, ni la date d'aboutissement, ni le résultat de cette démarche n'apparaissent clairement aujourd'hui. Ces difficultés montrent qu'un dispositif d'évaluation scientifique, même coûteux, n'est pas forcément efficace en matière de protection de l'environnement et ne facilite pas, en tout cas, la prise de positions politiquement difficiles.

La France, en dehors de l'abandon de l'usage de certains produits précurseurs, n'a pas adopté de dispositions réglementaires spécifiques des dioxines jusqu'à présent. Les conditions d'incinération de déchets font, en revanche, l'objet d'impositions particulières, issues de la fameuse règle des « trois T » (température, temps de séjour, turbulence) dont le respect contribue efficacement à la destruction thermique des dioxines-furanes.

### Les instances internationales

Les instances internationales, et notamment celles de l'Union Européenne, commencent également à se préoccuper du problème. La directive européenne 94/67/CE du 16 décembre 1994 relative à l'incinération de déchets dangereux impose de réduire les émissions de dioxines et de furanes en ayant recours aux techniques les plus avancées. La valeur limite de 0,1 ng/m<sup>3</sup> sera imposée à partir du 1<sup>er</sup> Janvier 1997, à condition toutefois que des méthodes de mesures harmonisées existent au niveau communautaire au moins six mois avant cette date. Jusqu'à la date d'application de cette valeur limite, les États membres doivent utiliser cette valeur au minimum comme valeur guide.

### CONCLUSION

On ne peut que constater, aujourd'hui, la grande dispersion des réponses réglementaires au problème des dioxines-furanes, et la difficulté avec laquelle ces réponses s'élaborent. Cette difficulté résulte essentiellement d'un risque mal cerné, et apprécié sur des bases différentes par les différents protagonistes : industriels, consommateurs, scientifiques, administrations, groupes d'expression.

Seule une approche harmonisée au niveau des méthodes de mesure et d'évaluation des degrés d'exposition réelle aux différentes sources potentielles est susceptible d'instaurer un dialogue constructif entre les différents acteurs concernés et éviter la comparaison de chiffres non comparables, source de contestations stériles, coûteuses et exploitées par les lobbyistes en tout genre.

Une telle approche aurait l'avantage de déboucher sur une hiérarchisation des mesures concrètes à prendre en priorité, aboutissant selon la règle bien connue des « 80/20 », à travailler efficacement sur les 20 % de sources occasionnant 80 % des nuisances dans ce domaine.

Afin d'éviter, autant que faire se peut, les réactions d'ordre

émotionnel, bien souvent mauvaises conseillères, une politique d'information du consommateur-citoyen doit également contribuer à responsabiliser ce dernier vis-à-vis des conséquences environnementales de ses exigences : protection du patrimoine bâti face aux insectes, papier super-blanc, matières synthétiques légères et confortables ont un coût en terme de contamination des écosystèmes par les dioxines-furanes. Mais ce coût excède-t-il les bénéfices apportés ? A chacun de répondre, en fonction de ses propres valeurs, mais en toute connaissance de cause.

Les risques engendrés par cette contamination méritent également d'être relativisés : un risque supplémentaire de 10<sup>-6</sup> cancer pendant une vie entière correspond, pour un pays tel que la France, à un décès annuel supplémentaire.

Notre propos n'est pas ici de trancher, mais d'apporter des éléments de réflexion en vue d'une action plus raisonnée et responsable.

La meilleure décision n'est-elle pas, en définitive, celle dont on est préparé à assumer toutes les conséquences, quelles qu'elles puissent être ?

\* Richard Wojnarowski

35, route de Saint-Romain - 69450 Saint-Cyr-au-Mont-d'Or

#### Notes :

1. PCDD : polychlorodibenzo-dioxine, PCDF : polychlorodibenzo-furane.
2. TEQ : équivalent toxique obtenu en attribuant à chaque congénère son coefficient de toxicité (TEF)
3. EPA : Environment Protection Agency
4. DJA : Dose journalière admissible

### Bibliographie

1. *La dioxine - et ses analogues* - Académie des Sciences - Cadas - Rapport commun n°4 - Septembre 1994.
2. *Dioxin-Fabriken - Eine Studie über die Entstehung und Verbreitung von Dioxinen und anderen Chlororganika bei der Produktion von PVC* - Greenpeace Deutschland - 26 April 1993.
3. *Development of bioassays and approaches for the risk assessment of 2,3,7,8 TDCC and related compounds* - S. Safe in Environ. Health Perspect. Suppl., 1993, 101. (3).
4. *Polybrominated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzo-furans : Literature Review and Health Assessment* - John H. Mennear and Cheng Chun Lee in Environmental Health Perspectives Supplements - Vol 102 Suppl. 1, 1994.
5. Travaux du Comité Européen de Normalisation - Mireille KNOCHE - Journée technique Ademe du 26 mars 1996.
6. Montant annoncé par Tamara Menard de l'Inéris lors de la Journée technique Ademe du 26 mars 1996.
7. *Évaluation des émissions de dioxines et furanes* - Hervé Pernin de l'Ademe - Journée technique Ademe du 26 mars 1996.
8. *Air Emissions of Mercury and Dioxin : Sources and Human Exposure* - Curtis C. Travis and Bonnie P. Blaylock - 1991.
9. *A source inventory and budget for chlorinated dioxins and furans in the United Kingdom environment* - S.J. Harrad and K. C. Jones - in The Science of the Total Environment, 126 - 1992.