

Risque sanitaire lié à la pollution de l’environnement par les métaux dans la ville de Guiyu, principal site de recyclage des déchets électroniques en Chine (6)

Les objectifs de l’étude sont d’une part de déterminer les concentrations et la distribution spatiale de 7 métaux lourds (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) dans les poussières de surface d’un quartier de Guiyu pratiquant le recyclage de circuits imprimés, en particulier dans les ateliers et dans les places publiques à proximité (routes, école, marché extérieur) et d’autre part d’évaluer les risques sanitaires pour les adultes et les enfants via l’ingestion de poussières. Des échantillons de poussière de surface (granulométrie < 2 mm) ont été prélevés en décembre 2004 pendant la saison sèche (favorable à la présence élevée de poussières) dans 4 ateliers, 2 routes, la cours d’une école et un marché, ainsi que dans un quartier témoin. Ils ont ensuite été analysés par ICP-OES (spectrométrie d’émission optique à plasma induit). Les résultats ont été traités par une analyse de variance (ANOVA).

Une évaluation des risques a été ensuite réalisée pour l’exposition chronique par ingestion de poussières des enfants et des adultes de la population générale et des travailleurs. Des concentrations moyennes élevées ont été mesurées dans les poussières des ateliers (Pb 110 000, Cu 8 360, Zn 4 420, Ni 1 500 mg/kg) et celles des routes adjacentes (Pb 22 600, Cu 6 170, Zn 2 370, Ni 304 mg/kg). Le plomb et le cuivre étaient significativement plus présents dans les poussières de routes adjacentes des ateliers que dans celles des environnements témoins. Les concentrations mesurées dans la cour de l’école et dans le marché indiquent que ces lieux sont impactés par l’activité de recyclage.

L’évaluation des risques montre que le plomb et le cuivre pourraient poser de sérieux problèmes sanitaires pour les travailleurs et les résidents (en particulier les enfants) du quartier hébergeant l’activité de recyclage.

Ce travail fait partie des rares études ayant pour objet l’évaluation de la pollution environnementale et les risques sanitaires associés des activités de traitement des déchets électroniques qui sont caractéristiques des pays en développement comme la Chine, l’Inde, le Vietnam et certains pays africains.

La méthode présentée est claire et pertinente, à la fois pour la campagne de mesure et pour l’évaluation des risques sanitaires, même si tous les détails ne sont pas donnés notamment pour les métaux autres que le plomb.

Les incertitudes sont bien analysées (notamment la non prise en compte de la consommation d’aliments et d’eau contaminés, l’interrogation sur la bioaccessibilité et la biodisponibilité des polluants dans la matrice poussière).

Ce travail complète de façon originale les données déjà disponibles sur la présence de métaux lourds dans les poussières.

Même si elle concerne une activité très spécifique de certains pays, cette étude contribue à confirmer le rôle de l’évaluation des risques comme outil d’aide à la décision pour la prévention et la maîtrise des risques sanitaires d’origine environnementale.

Ces résultats doivent aussi nous interpeller car nous avons tendance à externaliser tout un ensemble d’activités avec leurs risques associés sans nous en sentir responsables.

Bibliographie

- ↑ KOUZNETSOVA M, HUANG X, MA J, LESSNER L, CARPENTER DO. *Increased rate of hospitalization for diabetes and residential proximity of hazardous waste sites. Environ. Health Perspect., 2007, 115, (1), 75-79 (50 références), LO : 3009*
- ↑ MA J, KOUZNETSOVA M, LESSNER L, CARPENTER D. *Asthma and infectious respiratory disease in children – correlation to residence near hazardous waste sites. Paediatric Respiratory Reviews, 2007, 8, 4, 292-298 (37 références), LO : 3088*
- ↑ MOHAI P SAHA R. *Racial inequality in the distribution of hazardous waste : A national-level reassessment. Social Problems, 2007, 54, 3, 343-370 (81 références), LO : 3132*
- ↑ MUELLER BA, KUEHN CM, SHAPIRO-MENDOZA CK, TOMASHEK KM. *Fetal death risk and proximity to hazardous waste sites in Washington State. Environ. Health Perspect., 2007, 115, (5), 776-780 (61 références), LO : 3090*
- ↑ BRENDER JD, ZHAN FB, LANGLOIS PH, SUAREZ L, SCHEUERLE A. *Residential proximity to waste sites and industrial facilities and chromosomal anomalies in offspring. Int. J. Hyg. Environ. Health, 2008, 211, 1-2, 50-58 (24 références), LO : 3012*
- ↑ LEUNG AOW, DUZGOREN-AYDIN NS, CHEUNG KC, WONG MH. *Heavy metals concentrations of surface dust from e-waste recycling and its human health implications in southeast China. Environ. Sci. Technol., 2008, 42, 2674-2680 (39 références), LO : 3136*

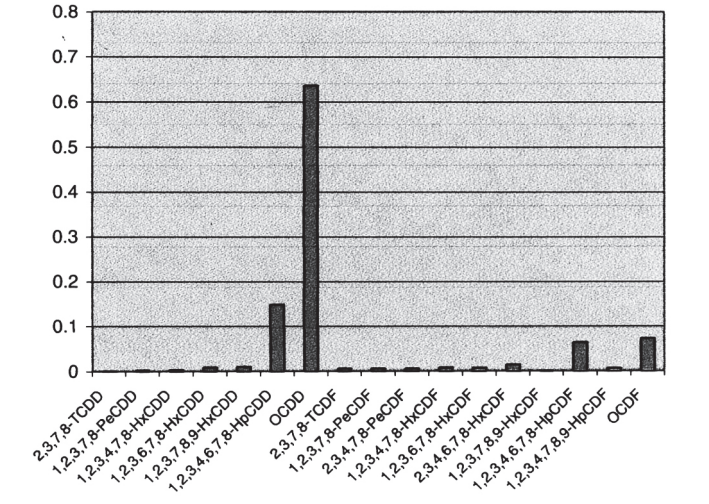


Produits

Une **UIOM en tant que source unique dominante de PCDD/F dans un secteur d’incidence accrue de lymphomes non hodgkiniens* en France** (1) Les auteurs ont examiné les profils de PCDD/F dans des échantillons de sols en périphérie proche ou éloignée de l’incinérateur de Besançon afin de faire la distinction entre l’incinérateur et les autres sources d’émission dites secondaires. Une étude antérieure a montré une augmentation de l’incidence des lymphomes dans la zone estimée la plus exposée aux retombées des émissions de l’incinérateur (évaluées en utilisant un modèle gaussien de dispersion), mais une controverse existe quant à l’existence de sources secondaires.

Sur 75 échantillons de sols prélevés en fonction des retombées modélisées autour de l’UIOM, des analyses de PCDD/F ont été effectuées. Les profils ont été comparés à l’aide de deux méthodes algorithmiques pour obtenir des groupes en fonction de leur ressemblance. Les profils observés sont très proches sur les 75 échantillons, malgré des différences importantes de niveaux de contamination (de 0,25 à 28 pg I-TEQ/g) et des différences d’éloignement et de topographie (relief plat ou accidenté) (figure 1). Ce profil est dominé par les congénères octachlorodibenzodioxines (OCDD), heptachlorodibenzodioxines (HpCDD) et un peu moins octachlorodibenzofuranes (OCDF) et heptachlorodibenzofuranes (HpCDF).

Figure 1 : profils des congénères de PCDD/F dans les prélèvements de sols au voisinage de l’UIOM de Besançon (Floret, 2007)



Dans la discussion, sont mentionnés des divers facteurs qui selon les publications analysées conduisent à une uniformisation des profils de PCDD/F dans les sols, indépendamment de la source d’émission. Ces facteurs sont la dégradation et la transformation des congénères* moins stables en congénères plus stables tant sur les particules atmosphériques que dans les sols. Selon les auteurs, cette étude permet néanmoins d’attribuer à l’incinérateur la seule et unique origine des PCDD/F retrouvés dans les sols. Plusieurs points posent problème. L’UIOM est qualifiée de fortement polluante : avec 16 ng I-TEQ/m³ mesurés à la cheminée, cela paraît exagéré par rapport aux émissions connues avant 2000 pour de nombreuses UIOM en France et ailleurs. L’utilisation des profils dans les sols pour identifier une source de pollution est remise en question dans la discussion, à juste titre car une pollution ancienne finit par donner les mêmes profils dans les sols que celui montré dans les figures et ceci quelle qu’en soit la source. Ceci est assez gênant puisque l’étude veut précisément montrer que cette signature prouve que l’UIOM est seule à l’origine de la pollution. L’article fait mention qu’il n’existe aucune autre source de dioxines envisageable à Besançon alors que des enquêtes de terrain avec analyses de sols et des études sur des lichens ont montré l’existence d’autres sources parfois importantes : chaudière à fuel, dépôts de cendres, pollution routière notamment. Ces observations montrent l’importance de tenir compte des sources de pollution dites secondaires.

Identification des sources de PCDD/F au voisinage d’une UIOM par analyse spécifique des profils d’isomères dans les sols en Chine (2)

Les objectifs de cet article sont de présenter les résultats d’une analyse basée sur des profils d’isomères de PCDD/Fs présents dans deux types de sols agricoles au voisinage d’un incinérateur de déchets, d’utiliser cette analyse pour identifier les sources potentielles de ces contaminants, de comparer les résultats ainsi obtenus à des résultats plus anciens prenant en compte les profils plus classiques d’homologues et de congénères.

Les méthodes mises en œuvre concernent l’analyse chimique des sols, des flux de fumées et des cendres issues de l’incinérateur, celle des composés agrochimiques épanus, au moyen des techniques adaptées, notamment la chromatographie gazeuse et la spectrométrie de masse à haute résolution. Les résultats sont ensuite soumis à analyse factorielle.

Les résultats, basés sur une analyse factorielle des correspondances, montrent que les profils d’isomères de PCDD/Fs sont identiques dans les deux types de sols et les émissions de combustion, mais que les profils d’homologues varient. Ceci indique, pour les auteurs, que l’origine principale de la contamination des sols provient des émissions de l’incinérateur, ce qui confirme les résultats obtenus auparavant par les analyses classiquement réalisées, et que les impuretés des composés agrochimiques (pentachlorophénol,...) utilisés sont des sources additionnelles importantes de contamination des sols. Les auteurs concluent que l’analyse spécifique des isomères de PCDD/Fs est essentielle pour l’identification de sources multiples de contamination.

L’analyse spécifique des profils d’isomères paraît pertinente pour préciser la contribution de sources multiples de contamination d’un site, dès lors que l’on dispose de données suffisantes concernant ces sources. Cependant, la lourdeur et le coût de la méthode analytique en diminuent l’utilisation à grande échelle pour un suivi de la contamination des milieux naturels avec un objectif d’évaluation des impacts sur la santé.

Surveillance de la pollution atmosphérique par les PCDD/F au moyen de Lichens (3, 4) au Portugal

Le site d’étude d’une superficie de 150000 ha est localisé dans la péninsule Setubal au Portugal (3). Le lichen *Ramalina canariensis* a été récolté en mars 2000 dans 44 stations sur *Pinus pinea* à distance des routes. La comparaison des résultats obtenus dans les lichens et dans d’autres matrices végétales (aiguilles de pin, végétation et fruits) a montré que les concentrations en PCDD/Fs étaient plus importantes dans les lichens. Elle a également montré que, bien que les concentrations de PCDD/Fs dans les lichens étaient au même niveau de magnitude que les concentrations trouvées dans les sols du même pays (197,5-1218,7 ng.kg⁻¹ et 2,3-15,2 ng I-TEQ.kg⁻¹), les teneurs en PCDD/Fs ne reflètent pas la contamination des particules de sols. Au contraire, les teneurs en PCDD/Fs dans les lichens semblent être similaires à celles de l’atmosphère, au moins pour les diverses formes utilisées dans cette étude.

Ces résultats indiquent que les lichens de l’espèce *Ramalina canariensis* sont des bioindicateurs intéressants pour la biosurveillance des PCDD/F de l’atmosphère.

Les concentrations en PCDD/F mesurées dans les lichens *Xanthoria parietina* (L.) sont utilisées comme indicateurs du dépôt des niveaux de PCDD/F atmosphériques (4). Des semivariogrammes* expérimentaux ont été calculés, qui ne montraient pas de direction préférentielle de la dispersion spatiale. Un modèle de semivariogramme isotropique comprenant 2 structures sphériques a été ajusté sur des rayons de 6 et 26 km. Une carte du dépôt de PCDD/F a été estimée en utilisant des grilles espacées de 200 m et traduite par un Système d’Information Géographique.

Une des difficultés rencontrées est de mettre en relation les faibles niveaux de pollution avec des effets chroniques à long terme sur la santé. Ainsi, l’information obtenue ici augmente considérablement la connaissance de base sur l’exposition environnementale aux dioxines à travers la distinction que l’on peut faire entre des zones témoins et des zones soumises à un dépôt atmosphérique modéré. Les lichens pouvant détecter de faibles niveaux de pollution, elle autorise en effet l’intégration du dépôt atmosphérique de PCDD/F sur de longues périodes, permettant ainsi de mettre en relation sur une longue période les bas niveaux de pollution avec des effets chroniques sur la santé.

Les PCDD/F mesurés dans les lichens peuvent être utilisés comme des estimateurs du risque potentiel d’inhalation par la population présente dans la région étudiée. La priorité a été donnée aux zones les plus contaminées où il y avait un grand nombre de résidents. Le nombre de résidents au-dessous de 14 ans a été considéré car les enfants sont très vulnérables aux effets de la pollution.

Un exemple de l’application de ces données pour sélectionner les zones témoins et les zones exposées pour les études d’environnement sur la santé est présenté. Les cartes régionales développées dans l’étude peuvent être utilisées pour identifier le dépôt critique des PCDD/F, optimiser la surveillance des PCDD/F et produire des études de l’évaluation du risque incluant des investigations épidémiologiques.

La méthode utilisée pourrait être appliquée à d’autres régions du monde afin de contribuer à une meilleure connaissance de l’impact des PCDD/F sur la santé humaine.

Bibliographie

- FLORET N, LUCOT E, BADOT PM, MAUNY F, VIEL JF. A municipal solid waste incinerator as the single dominant point source of PCDD/Fs in an area of increased non-Hodgkin’s lymphoma incidence. Chemosphere, 2007, 68, 8, 1419-1426 (38 références), LO : 3071*
- XU MX, YAN JH, LU SY, CHEN T, NI MJ, DAI HF, CEN KF. Source identification of PCDD/Fs in agricultural soils near to a Chinese MSWI plant through isomer-specific data analysis. Chemosphere, 2008, 71, 6, 1144-1155 (60 références), LO : 3134*
- AUGUSTO S, CATARINO F, BRANQUINHO C. Interpreting the dioxin and furan profiles in the lichen Ramalina canariensis Steiner for monitoring air pollution. Sci. total Environ., 2007, 377, 114-123 (51 références), LO : 3040*
- AUGUSTO S, PEREIRA MJ, SOARES A, BRANQUINHO C. The contribution of environmental biomonitoring with lichens to assess human exposure to dioxins. Int. J. Hyg. environ. Health, 2007, 210, 433-438 (36 références), LO : 3039*

GLOSSAIRE :

Actinomycètes mésophiles : actinomycètes (ou « champignons rayonnants » car leurs colonies sont constituées de filaments), dont la température optimale de croissance est comprise entre 25 et 40°C.

Agar : la gélose ou agar est un polyside complexe extrait d’algues marines couramment utilisé comme milieu de culture pour la recherche des microorganismes. Elle présente la propriété de former avec l’eau un gel solide à une température inférieure à 45°C, de n’être qu’exceptionnellement attaqué par les microorganismes et d’être parfaitement transparente.

Aménorrhée : absence de règles, soit par manque d’apparition des premières règles, soit par arrêt des règles.

Andain : désigne une disposition classique, en tas triangulaire, de matières destinées à être compostées. Le retournement des andains sert à aérer la matière pour favoriser sa décomposition par dégradation des produits organiques.-

Bactéries ou champignons thermophiles : dont la température de croissance optimale se situe autour de 50°C ou plus.

Caucasien : terme employé pour désigner les individus considérés comme "blancs".

Experts ayant contribué à ce numéro : ASTA J., BARBIER R., BRASSETT M., CHARBOTEL B., DELERY L., DEPORTES I., KECK G., MASSARDIER J., MOUGIN C., NEDELLEC V., THOUMELIN P
<p>Le compteur d’ISD : Le nombre total d’articles répertoriés est : 3158 - Le nombre total d’articles expertisés est : 1253</p>

La base de données constituée peut être interrogée à la demande. Un devis sera élaboré au cas par cas. Abonnements : Annuel (4 n°) : 45 € HT, étudiant : 22 € H; au numéro : 18 € HT.

Congénère : ensemble de molécules de même structure de base, mais plus ou moins chlorées (congénères des PCBs, des PCDDs et des PCDFs).

Endotoxines : constituants lipopolysaccharidiques de la paroi de certaines bactéries qui sont libérés lors de la destruction de celles-ci.

Lymphomes non hodgkiniens : désigne un groupe de cancers qui prennent naissance dans les cellules du système lymphatique. Les cancers du système lymphatique sont appelés lymphomes. Les lymphomes non hodgkiniens représentent environ 85% de tous les cas de lymphomes, alors que la maladie de Hodgkin (ou lymphome de Hodgkin) est diagnostiquée dans 15% des cas.

OR : odds ratio, soit le risque relatif

Semi variogramme (ou variogramme) : dans l’étude de tout phénomène quantitatif qui se développe de façon structurée dans l’espace et/ou le temps (géostatistique) mesure la variabilité spatiale ou temporelle d’une variable Z selon l’échelle spatiale ou temporelle considérée.

Ufc : unité formant colonie (équivalut au nombre de germes).

POINT DE VUE

Quinze années de traitement bibliographique des déchets

Au début des années 1990, quelques situations à fort impact médiatique, notamment la décharge de Montchanin en France, ont stimulé les recherches sur l’impact sanitaire des modes de traitement des déchets. Soutenus par les industriels réunis au sein de RE.CO.R.D., par les administrations de tutelle (santé et environnement) et par l’ADEME, des chercheurs ont créé le Réseau Santé Déchets (RSD) et le dispositi Info Santé Déchets (ISD) (veille bibliographique, analyses par un réseau d’experts et publication périodique du bulletin Info Santé Déchets).

Suite à la proposition de Denis Zmirou, un des membres fondateurs du RSD, j’ai poursuivi ma contribution à l’élaboration des numéros successifs du bulletin ISD. En complément à cette activité de veille bibliographique, j’ai eu l’occasion de découvrir auprès des membres du RSD ce qu’était l’évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) et d’en faire la présentation à divers publics notamment des étudiants en master. Fort de ses compétences multiples, le RSD a participé à plusieurs des publications princeps relatives à l’EQRS des filières de traitement des déchets (incinération et stockage notamment). J’ai beaucoup appris au contact des spécialistes engagés dans ces projets du RSD. Parallèlement à mes activités au RSD, j’ai poursuivi mes activités de médecin du travail. J’ai mis à profit cette expérience dans le cadre des relations du RSD avec ses interlocuteurs, industriels ou collectivités territoriales.

Mais les préoccupations de la recherche et des chercheurs, notamment au sein du RSD, se sont progressivement éloignées de la thématique « déchets » pour s’orienter vers des thématiques environnementales plus larges. Dans le même temps, les préoccupations des autorités publiques comme du public vis-à-vis de la thématique « déchets » n’ont pas faibli mais de nouvelles structures, notamment les agences sanitaires, ont occupé assez largement le terrain scientifique. Elles ont notamment confirmé récemment que les riverains des incinérateurs d’ancienne génération présentaient un niveau de risque accru de cancer.

Personnellement, après 15 années de traitement bibliographique des déchets, j’ai décidé de recentrer mes activités sur la pratique de la « santé au travail ». Dans de nombreux secteurs industriels, le traitement des déchets notamment, les travailleurs ont des hauts niveaux d’exposition aux émissions toxiques. Ils méritent toute l’attention des professionnels de la santé au travail en vue d’une prévention efficace.

Philippe Thoumelin Médecin du travail
<p>La page "point de vue" est une page proposée dans chaque numéro d'ISD à un acteur du domaine Santé/déchets (chercheur, industriel, organisme public, association de défense de l'environnement,...) pour une expression libre. Le Comité de rédaction se réserve toutefois la possibilité de ne pas publier dans ISD tout document non conforme aux règles d'éthique qu'il s'est fixé.</p>

INFO SANTÉ DÉCHETS

sommaire

Procédés

Compostage : déchets verts, OM, boues, bioaérosols, EQRS, modélisation, actinomycètes, biologie moléculaire

Impacts

- Sites contaminés : dioxines, furanes, PCB, pesticides chlorés, diabète, riverains, maladies respiratoires, enfants, inégalité raciale, morts fœtales, anomalies chromosomiques

- Recyclage : DEEE, métaux, enfants, adultes, travailleurs

Produits

PCDD/F : OM, incinérateur, sols, lichens

Glossaire

les mots suivis d’un astérisque * sont expliqués dans le glossaire figurant à la fin du bulletin.

Le “point de vue” de Philippe Thoumelin

La présente publication constitue une présentation des articles et des travaux scientifiques publiés en la matière. Elle n’exprime pas nécessairement l’opinion des chercheurs du Réseau Santé-Déchets. Le lecteur est invité à se reporter au texte intégral des articles présentés qui sont analysés par un réseau d’experts et ont été retenus, parmi les articles répertoriés, en fonction de leur qualité scientifique. Les revues de synthèse jugées intéressantes sont plutôt référencées dans les rubriques “à lire également”.

Les textes commentés dans le bulletin Info Santé-Déchets sont également accessibles sur le site : **www.pro-environnement.com**

Secrétariat de Rédaction et abonnements : RSD, CEI - 66, boulevard Niels Bohr - BP 52132 69603 Villeurbanne Cedex
Tél. : + 33 (0)4 72 43 64 53
Fax : + 33 (0)4 72 43 98 66
E-mail : r.s.d@voila.fr

Contact : Pascale Naquin – Courriel : r.s.d@voila.fr

Conseil scientifique : Bajeat P., Cambou J., Couffignal B., De Taisne P., Deloraine A., Hours M., Keck G., Naquin P., Paul C., Perrodin Y., Rivière A., Rivière J.L., Vanlaer H.

Conception et réalisation : Editions DPE, LYON 1^e, 04 72 98 26 60

En quelques mots...

Les concentrations élevées de **bioaérosols** mesurées en plateforme de **compostage** et publiées dans la littérature pourraient favoriser la survenue de **maladies allergiques** et de **manifestations inflammatoires** chez les travailleurs exposés. Cependant, les concentrations en microorganismes totaux mesurées dans 2 unités de compostage de Finlande qui traitent des boues urbaines et des déchets biologiques triés à la source par les ménages ne sont pas différentes de celles mesurées dans divers environnements extérieurs de ce pays.

L’évaluation des risques sanitaires liés aux **bioaérosols** émis par les **installations de compostage** rencontre de nombreux obstacles, en particulier pour caractériser les émissions des installations, développer des relations doses-réponses fiables et modéliser la dispersion des bioaérosols. Des chercheurs travaillent à la comparaison des outils de modélisation et des méthodes de quantification des microorganismes.

Le fait de résider au voisinage de **sites pollués par des produits chimiques** favoriserait la survenue du **diabète** chez les adultes et des **maladies respiratoires** chez les enfants. Cependant, la non prise en compte des facteurs de risques individuels et la caractérisation sommaire de l’exposition des sujets aux émissions toxiques de sites réduisent la portée des résultats présentés.

L’étude des **morts fœtales et des anomalies chromosomiques** dans la descendance des mères résidant au voisinage de **sites pollués** rencontre les mêmes obstacles méthodologiques. Toutefois, les résultats publiés attirent l’attention sur l’intérêt d’étudier, notamment en France, les liens entre les expositions aux pesticides et l’augmentation des risques de mort !?tale.

L’évaluation des risques indique que le **plomb** et le **cuivre** pourraient poser de sérieux problèmes sanitaires pour les travailleurs et les résidents (en particulier les enfants) d’un quartier hébergeant une activité de **recyclage de circuits imprimés** dans une ville de l’est de la Chine.

La comparaison des profils de congénères* de **PCDD/F** dans les sols au voisinage des **incinérateurs** est utilisée pour étudier la contribution des différentes sources de pollution. Mais une uniformisation des profils de **PCDD/F** dans les sols, indépendamment de la source d’émission, par dégradation et transformation des congénères* moins stables en congénères* plus stables, réduit fortement la pertinence de cette approche. Les teneurs en PCDD/F mesurées dans les **lichens** semblent être similaires à celles de l’atmosphère. Les lichens pouvant détecter de faibles niveaux de pollution, certaines espèces seraient des bioindicateurs intéressants pour la biosurveillance des PCDD/F de l’atmosphère sur de longues périodes.

Le comité de rédaction d’Info Santé-Déchets





Procédés

Évaluation et gestion des risques sanitaires liés aux émissions de bioaérosols par les installations de compostage au Royaume-Uni (1, 2, 3, 4, 5, 6)

Les bioaérosols en plate forme de compostage sont un mélange complexe d’agents biologiques, en concentrations variables dans l’air mais pouvant atteindre des niveaux élevés (1). Le compostage est un procédé de dégradation biologique maîtrisée et de stabilisation des matières organiques par l’action de micro-organismes en conditions de fermentation aérobie avec production de chaleur. Le procédé de compostage développe des flores bactériennes et fongiques thermophiles* lors de la phase de fermentation (*Actinomycètes thermophiles, Bacillus spp, Thermus spp, Aspergillus spp et Penicillium*).

La réduction de température (phase de maturation) entraîne une prédominance des moisissures et des actinomycètes mésophiles*. La présence de virus entériques humains est possible en raison de leur présence dans les boues de station d’épuration mais ils sont inactivés par la température élevée de la fermentation.

Les niveaux d’exposition aux bioaérosols les plus élevés sont associés à une manipulation ou un transfert des matières. Un temps chaud, sec et venteux favorise leur émission et leur dispersion. Les concentrations sont souvent inférieures à 10 mg/m³ avec des valeurs maximales à plus de 100 mg/m³ ; le diamètre des particules est pour la plupart inférieur à 10 μm (propagation des fosses nasales jusqu’aux alvéoles pulmonaires). Les concentrations en bioaérosols apparaissent entre 10 et 1000 fois plus élevées que les concentrations de base mesurées dans l’air extérieur à distance du site. La plupart des données d’exposition disponibles étant des mesures d’ambiance à poste fixe et non des mesures d’échantillonnage individuel, elles reflètent imparfaitement l’exposition réelle.

La transmission des agents biologiques à l’homme se fait par inhalation, ingestion (mains sales), contact avec la peau et les yeux. Les effets sanitaires sont de type allergique et inflammatoire. Le danger est surtout lié à la présence des moisissures de type *Aspergillus fumigatus*.

Les concentrations élevées de bioaérosols mesurées en plate forme de compostage pourraient favoriser la survenue des maladies allergiques et des manifestations inflammatoires. Six cas de maladies allergiques dues aux moisissures, un cas de syndrome toxique des poussières organiques, un cas d’otite moyenne chronique et deux cas d’aspergillose pulmonaire invasive dont un cas est décédé (exposition > 10⁶ ufc*/m³) ont été recensés dans la littérature.

Tableau 1 : concentrations en microorganismes viables dans une usine de compostage de Finlande en 1998-2000 (usine B) (en ufc*/m³) [Tolvanen, 2007]

Agents	Méthode	Hall de réception (n=8)	Pièce technique (n=8)	Hall de post-compostage (n=8)	Cabine du chargeur sur pneus (n=16)
Champignons mésophiles	- Impaction	39 300 (5 400-194 200)*	5 000 (440-49 100)	8 800 (1 100-190 400)	Pas de prélèvement
	- Filtration	5 000 (940-25 400)	1 600 (0-5 500)	5 500 (1 500-14 600)	13 400 (0-66 300)
Champignons thermophiles	- Impaction	17 800 (2 050-176 900)	1 400 (600-4 050)	10 400 (1 800-96 100)	Pas de prélèvement
	- Filtration	1 800 (190-24 100)	460 (0-1 300)	4 800 (760-27 100)	2 800 (0-41 500)
Bactéries mésophiles	- Impaction	6 800 (780-15 700)	3 400 (1 600-15 400)	17 600 (6 000-46 700)	Pas de prélèvement
	- Filtration	7 900 (190-109 000)	910 (0-4 400)	17 100 (1 700-145 100)	2 900 (0-71 800)
Bactéries thermophiles	- Impaction	36 900 (2 900-190 300)	2 800 (600-26 200)	4 700 (730-39 700)	Pas de prélèvement
	- Filtration	4 500 (380-65 900)	2 000 (0-7 800)	5 600 (1 700-47 900)	1 200 (0-2 500)
Actinomycètes mésophiles	- Impaction	1 800 (780-3 100)	490 (210-1 500)	650 (170-8 600)	Pas de prélèvement
	- Filtration	1 900 (0-4 500)	370 (0-1 700)	480 (190-4 700)	450 (0-1 900)
Actinomycètes thermophiles	- Impaction	2 800 (780-7 300)	920 (50-3 300)	12 500 (5 600-23 300)	Pas de prélèvement
	- Filtration	750 (0-2 800)	560 (0-1 300)	9 600 (2 800-32 000)	910 (0-8 700)

* moyenne géométrique (valeurs maximales et minimales)

Cette nouvelle publication d’auteurs qui ont déjà largement publié sur le sujet fait une présentation détaillée des méthodes et des résultats. Des ouvertures interpestives des portes avant les prélèvements ont perturbé l’étude des concentrations en microorganismes dans les locaux de l’usine A, là où les concentrations des différents microorganismes sont basses. La comparaison avec les résultats des études antérieures est intéressante. Des concentrations en microorganismes beaucoup plus élevées que celles mesurées dans l’usine B avaient été publiées. Globalement, les concentrations en microorganismes totaux mesurées dans les 2 usines ne sont pas différentes de celles mesurées dans divers environnements extérieurs en Finlande.

Dans cette autre étude (3), les informations scientifiques nécessaires à une véritable évaluation des risques sanitaires associés aux bioaérosols émis dans l’environnement proche d’installations de compostage ont été analysées. L’étude a mis en évidence un manque de connaissances, à la fois scientifiques et

Afin de déterminer si l’exposition aux bioaérosols est un risque pour la santé des employés des installations de compostage, des prélèvements ont été pratiqués dans 2 unités mixtes équipées de tambour et de tunnel en Finlande (2). L’usine A traite environ 2,5 millions de m³ de boues d’épuration par an compostées dans 2 tambours qui utilisent des déchets de scierie comme agents structurants et des boues compostées comme ensemencement. Le ratio déchets de scierie/boues est de 1,6/1. L’usine B traite des biodéchets triés à la source (4 000 tonnes par an), des boues d’épuration, des biodéchets secs issus de l’industrie et des déjections animales, pour un total de 20 000 tonnes annuelles. De l’écorce et des débris de bois (dans un ratio de 1/3) sont ajoutés comme agents structurants.

Du fait d’un ratio agent structurant / déchets traités plus faible dans l’usine B que dans l’usine A, le processus de compostage se déroule de façon plus satisfaisante dans le cas de l’usine A (température de compostage et odeurs perçues par le voisinage). Les basses concentrations en microorganismes mesurées dans l’usine A pourraient être dues à l’aération des pièces qui est survenue avant les prélèvements à l’insu de l’équipe des chercheurs. Dans l’usine A, les concentrations en microorganismes ne sont ni plus élevées ni plus basses que les concentrations environnementales mesurées au cours de l’été 2003. Le même constat est fait pour l’usine B.

Dans l’usine B, les concentrations en microorganismes sont plus basses dans la pièce technique que dans le hall de réception. Le nombre de champignons thermophiles* y est bas alors que celui des champignons mésophiles* varie énormément (440 à 49 100 ufc*/m³ ; tableau 1). Les concentrations en bactéries peuvent être occasionnellement hautes bien que les concentrations moyennes mesurées par impacton restent de l’ordre des concentrations de l’air intérieur normal (< 4 500 ufc*/m³).

Pour la méthode par filtration (CAMNEA), seules les concentrations en champignons sont différentes entre les 2 usines. Il n’existe pas de différence entre les 2 usines pour les concentrations en microorganismes totaux.

Les champignons les plus fréquemment identifiés dans la zone de compostage en tambour de l’usine A sont des *Penicillium spp.* Dans la zone de nettoyage, ce sont des espèces communes comme *Aspergillus spp* et *Cladosporium spp.* Dans le tunnel de stockage, *Aspergillus candidus* est le champignon le plus fréquent (méthode par impacton) et les levu- res (méthode par filtration). Dans l’usine B, *Aspergillus fumigatus, Penicillium spp* et les champignons thermophiles sont les plus fréquents.

Seul le résultat en endotoxines du hall de compostage en tambour de l’usine A dépasse la valeur limite de 200 UE/m³ suggérant une contamination du prélèvement, d’autant plus que les concentrations en bactéries y sont basses.

Dans l’usine B, les concentrations les plus élevées en endotoxines sont mesurées dans la cabine du chargeur sur pneus et la pièce technique. La valeur limite de 200 UE/m³ est dépassée dans plusieurs des prélèvements faits à chacun des emplacements de prélèvement. La concentration moyenne en endotoxines n’est inférieure à la valeur limite que dans le hall de réception. Les concentrations varient largement d’un jour à l’autre.

Des échantillons de bioaérosols ont été prélevés de janvier à mars 2005 à l’aide d’une chambre à flux portative sur des andains* statiques (source passive) de composts âgés de 1, 2, 4, 6, 8, 12 et 16 semaines et pendant les manipulations des tas (retournement, broyage et criblage) (source active). La dispersion atmosphérique a été réalisée avec les 2 modèles d’étude et leurs jeux de paramètres et d’hypothèses respectifs afin de générer des courbes d’appauvrissement des panaches de bioaérosols dans l’environnement des activités, qui ont ensuite été comparées.

Les résultats indiquent que l’âge du compost a peu d’influence sur les concentrations des bioaérosols émis par les sources passives. Cependant, les émissions pendant le retournement du compost lors des premières étapes du procédé de compostage peuvent être plus importantes que pendant les dernières étapes. Les concentrations à l’émission des sources passives sont comprises entre 10³ et 10⁴ ufc*/m³, les émissions des sources actives étant généralement supérieures d’un ordre de grandeur. En ce qui concerne la comparaison des modèles de dispersion, le modèle SCREEN3 fournit des estimations de concentrations en bioaérosols plus conservatoires (pire-cas) que le modèle ADMS 3.3. Les résultats des 2 modèles montrent que les concentrations en bioaérosols tombent en dessous des concentrations naturelles avant la distance réglementaire de 250 m. Cette étude fournit des résultats très intéressants concernant la caractérisation des émissions d’un type d’activité de compostage (mal connues en l’état des connaissances actuelles notamment en France) et de comparaison de modèles de dispersion habituellement appliqués au domaine chimique. Elle complète une série de travaux initiés par les mêmes auters depuis 2001 dans le cadre de la mise en place de l’exigence réglementaire britannique d’évaluer les risques liés aux bioaérosols, actuellement basée sur la mesure d’agents biologiques viables. Elle dégage clairement les pistes de recherche (prise en compte de l’agrégation des bioaérosols et de leur viabilité) pour améliorer les évaluations de risque sanitaire liés aux agents biologiques .

L’objectif du travail suivant (5) est de proposer un milieu de culture des actinomycètes* présents dans les bioaérosols issus de sites de compostage. Le milieu proposé doit permettre, en évitant l’envahissement des boîtes, d’améliorer la fiabilité des analyses et in fine les évaluations des risques associés aux sites de compostage. Sur deux sites de compostage de déchets verts, des échantillons d’air ont été prélevés sur filtres, à plusieurs époques de l’année. Deux types de milieux ont été ensemencés : un milieu nutritif classique et un milieu d’extrait de composts (obtenu par mélange composts + eau distillée suivi d’une centrifugation) complété par de l’agar*. La méthode est aussi testée sur des échantillons solides de composts. Que ce soit pour les échantillons d’air ou pour les échantillons de composts, le milieu à base d’extrait de compost permet de limiter l’envahissement et le masquage des colonies d’actinomycètes par d’autres bactéries. Ainsi, aucun masquage n’est observé dans le cas du milieu à base compost alors qu’un masquage est observé partiellement ou complètement dans 79% des cas pour les échantillons aériens et dans 100 % des cas pour les composts.

Les auteurs concluent que, si cette méthode est prometteuse, sa validité et sa reproductibilité doivent encore être testées avec d’autres types de composts. Ce travail est intéressant et s’inscrit dans la mise au point d’outil pour les évaluateurs de risques et les gestionnaires de sites de traitement de déchets. Il est dommage que les auteurs n’aient pas précisé si la méthode pourrait être rapidement normalisée et comment elle s’inscrirait de manière plus générale dans la normalisation des méthodes d’analyse microbiologique des échantillons aériens.

Ce travail est intéressant et s’inscrit dans la mise au point d’outil pour les évaluateurs de risques et les gestionnaires de sites de traitement de déchets. Il est dommage que les auteurs n’aient pas précisé si la méthode pourrait être rapidement normalisée et comment elle s’inscrirait de manière plus générale dans la normalisation des méthodes d’analyse microbiologique des échantillons aériens.

L’objectif du dernier travail (6) est de comparer les approches culturales et une méthode de comptage total (fraction cultivable et non cultivable) des microorganismes par marquage de l’ADN dans des bioaérosols issus de compost.

Les bioaérosols ont été collectés sur un site de compostage de biodéchets des ménages et de déchets verts (8 000 tonnes de déchets traités par an). Le recueil a eu lieu lors du retournement des tas en phase de maturation et à distance constante du tas lors d’un même recueil mais variant de 1 m à 50 m selon les échantillonnages. Les échantillons destinés à la mise en culture ont été recueillis par barbotage dans une solution saline et les échantillons destinés à la coloration DAPI (coloration de l’ADN, quelques échantillons ont été testés par la coloration à l’acridine orange) ont été recueillis sur filtres.

De façon récurrente, la méthode DAPI présente des comptages beaucoup plus élevés que les méthodes culturales. Ainsi, le pourcentage de flore cultivable est compris entre 1,5% et 15,2% selon les échantillons. Par ailleurs, les expérimentations ont montré la difficulté d’utilisation des filtres de gélatine dans une atmosphère de site de compostage (chaleur et humidité) qui parfois se collent à leur support et ne peuvent être analysés.

Les auteurs discutent la complémentarité de ces méthodes. L’analyse des microorganismes cultivables est aujourd’hui encore indispensable dans l’évaluation des risques infectieux. Les méthodes s’affranchissant de la cultivabilité trouvent notamment leur intérêt dans l’évaluation des expositions à des risques allergiques qui ne nécessitent pas de cellule cultivable, une fraction de la cellule pouvant être allergène.

Cet article propose une approche des bioaérosols par une méthode de biologie moléculaire, encore peu publiée dans le domaine du compostage. Cette méthode montre logiquement une plus forte présence de microorganismes par cette méthode que par les méthodes « pasteuriennes » de mise en culture.

Bibliographie

- SCHLOSSER O, HUYARD A. Les bioaérosols en plateforme de compostage : exposition et risque professionnel. Environ. Risques Santé, 2008, 7, 1, 37-45 (64 références), LO : 3108*
- TOLVANEN OK, HÄNNINEN KI. Occupational hygiene in two combined-drum-and-tunnel composting plants managing source separated biowaste and sludge. J. environ. Health, 2007, 69, (9), 64-71 (25 références), LO : 3137*
- SYKES P, JONES K, WILDSMITH JD. Managing the potential public health risks from bioaerosol liberation at commercial composting sites in the UK : An analysis of the evidence base. Res. Cons. Recycl., 2007, 52, 410-424 (78 références), LO : 3058*
- TAHA MPM, DREW GH, VESTLUND AT, ALDERD D, LONGHURST PJ, POLLARD SJT. Enumerating actinomycetes in compost bioaerosols at source—Use of soil compost agar to address plate ‘masking’. Atmo. Environ., 2007, 41, 4759-4765 (39 références), LO : 3059*
- TAHA MPM, DREW GH, TAMER A, HEWINGS G, JORDINSON GM, LONGHURST PJ, POLLARD SJT. Improving bioaerosol exposure assessments of composting facilities — Comparative modelling of emissions from different compost ages and processing activities. Atmo. Environ., 2007, 41, 4504-4519 (48 références), LO : 3060*
- ALBRECHT A, WITZENBERGER R, BERNZEN U, JÄCKEL U. Detection of airborne microbes in a composting facility by cultivation based and cultivation-independent methods. Ann. Agric. Environ. Med., 2007, 14, 81-85 (27 références), LO : 3112*



Impacts

Diabète et maladies respiratoires chez les riverains des sites pollués par des produits chimiques aux USA (2)

L’étude épidémiologique géographique (1) a été réalisée dans l’état de New York (à l’exclusion de la ville de New York) afin de déterminer s’il existe une association entre le fait de résider à proximité d’un site pollué (notamment les sites figurant sur la liste prioritaire établie par l’agence américaine de l’environnement) par des POPs tels que les dioxines, furanes, PCBs et des pesticides chlorés et la fréquence du diabète (diagnostics recueillis pour la période de 1993 à 2000).

Le taux de diabète chez les patients hospitalisés est supérieur lorsque les patients résident à proximité d’un site pollué par des POPs (1,725/10⁵) ou par d’autres polluants (1,611/10⁵), par rapport aux sujets non exposés (1,407/10⁵).

L’analyse restreinte aux classes moyennes confirme cette tendance lorsque les sujets vivent à proximité d’un site pollué par des POPs ou lorsqu’ils vivent à proximité d’un site pollué par d’autres produits (tableau 2).

Cette étude apporte de nouveaux arguments scientifiques sur l’association entre l’exposition aux déchets dangereux et la fréquence du diabète. Les auteurs discutent les principales limites de ce type d’étude géographique que sont l’absence de données individuelles précises sur l’exposition et son ancienneté, ainsi que la méconnaissance des autres facteurs de risque de diabète chez les sujets. Ces biais de mesure tendent généralement à minimiser les risques, ce qui incite les auteurs à estimer que s’ils parviennent à mettre en évidence une augmentation de la fréquence d’hospitalisation pour diabète, malgré les insuffisances de l’étude, le risque réel pourrait être plus important.

Carte de l'état de New York montrant les sites pollués par des produits chimiques

Tableau 2 : Risque relatif de diabète selon divers facteurs chez les résidents proches de sites recevant des déchets dangereux dans l’état de New York (Kouznetsova, 2007)

Sites pollués	POPs	RR	IC 95%	p
Autres polluants (métaux, COV….)	Auxun	1,23	1,15-1,32	<0,0001
	Auxun	1,25	1,16-1,34	<0,0001
	Auxun	1,00		
Age	65-74	23,53	21,27-26,03	<0,0001
	55-64	13,71	12,39-15,17	<0,0001
	45-54	5,97	5,39-6,61	<0,0001
	35-44	2,14	1,93-2,38	<0,0001
	25-34	1,00		
	Race	Afro-américain	2,60	2,44-2,77
	Caucasien*	1,00		
Sexe	Homme	1,01	0,95-1,07	0,8271
	Femme	1,00		
Revenu annuel médian (en dollar US)				
31 107,0-33 708,5	1,37	1,27-1,49	<0,0001	
	1,36	1,25-1,48	<0,0001	
	1,06	0,99-1,16	0,1033	
	1,00			
Secteur d’habitation	Urban	1,09	1,03-1,16	0,0023
	Rural	1,00		

La seconde étude (2) prend en compte les enfants de moins de 9 ans habitant dans l’état de New York (excepté la ville de New York) qui ont été hospitalisés entre 1993 et 2001 pour asthme et/ou maladies respiratoires infectieuses (bronchites, pneumonies et grippes) afin de déterminer si habiter près d’un centre de déchets dangereux augmente les risques d’hospitalisation pour ces infections chez les enfants.

Les habitants des zones contenant un site de déchets dangereux avec présence de POP présentent un risque significativement plus élevé d’hospitalisation pour asthme et de maladies respiratoires infectieuses ou les deux combinés. Ceux qui résident dans des zones contenant un site de déchets dangereux sans présence de POP ont également un taux significativement plus élevé d’hospitalisation pour asthme, pour les maladies respiratoires infectieuses et pour les deux combinés.

Les résultats de l’étude et leurs limites sont bien présentés, mais l’hypothèse testée par les auteurs est ambiguë. Si de bons arguments sont donnés sur l’effet immunodépresseur des POP en revanche, rien ne prouve que les autres polluants des sites sans POP ont également des effets immunodépresseurs. Or, les résultats montrent que le risque d’infections respiratoires et d’asthme est augmenté quelque soit le type de polluants présents dans les centres de stockage, POP ou autres. De plus, les risques d’hospitalisation pour asthme et/ou infections respiratoires sont beaucoup plus élevés chez les afro-américains que chez les caucasiens*. Le niveau des revenus du ménage influence également les RR qui diminuent avec l’augmentation des revenus. Au total, puisque les effets observés sont les mêmes quelque soient les polluants auxquels les enfants sont exposés, on ne sait pas si ce sont les polluants qui ont des effets ou si le fait d’habiter près d’un site pollué par des produits chimiques est simplement un indicateur de faible niveau de revenu et/ou d’appartenance au groupe afro-américain, deux facteurs très influents sur l’état de santé et le recours à l’hospitalisation en première intention documentés par de nombreuses études aux USA.

Carte de l'état de New York montrant les sites pollués par des produits chimiques

Inégalité raciale vis à vis de la répartition des sites pollués par les produits chimiques aux USA (3)

Le débat social, politique et académique sur la composante raciale des inégalités environnementales est actif aux USA depuis de nombreuses années. Toutefois, les études statistiques permettant de l’objectiver aboutissent jusqu’à présent à des résultats très variables et finalement assez incertains.

Les deux auteurs démontrent dans leur article que cette incertitude relève d’un biais méthodologique et que le facteur racial en tant que tel joue bien un rôle significatif, indépendant des dimensions socio-économiques auxquelles il est par ailleurs associé (pauvreté et déficit de ‘capital social’). La méthode d’analyse des inégalités environnementales la plus courante - par zonage - consiste à comparer les caractéristiques de la population comprise dans les zones d’implantation d’un site polluant avec celles des populations situées en dehors de ces zones ; celles-ci correspondent généralement à un code postal ou à une unité de recensement. Mais ce faisant, on introduit deux biais majeurs : d’une part, lorsque le site dangereux est situé à la frontière de la zone d’implantation, les habitants des zones contiguës peuvent être très directement affectés tout en étant considérés dans l’analyse comme ne l’étant pas ; d’autre part, en fonction de la taille de la zone d’implantation, certains habitants de la zone peuvent à l’inverse ne pas être du tout affectés par le site, tout en étant considérés comme tels par l’analyse. Les auteurs plaident par conséquent en faveur d’une méthode basée sur la prise en compte de la distance réelle des populations au site dangereux. Sur cette base, ils procèdent à un retraitement des données utilisées pour une étude conduite au milieu des années 90 concernant l’implantation de 608 sites pollués par des produits chimiques.

Utilisant la méthode par zonage, les auteurs de cette étude mettaient en évidence de faibles différences raciales et socio-économiques entre les populations des zones d’accueil et les autres.

A l’inverse, avec différentes variantes de leur méthode basée sur la distance, Mohai et Saha aboutissent, avec les mêmes bases de données, à une réévaluation substantielle : en termes de population appartenant aux minorités raciales, la méthode par zonage ne met en évidence qu’une faible différence entre les zones d’accueil et la population générale, de l’ordre de 1 à 3 % ; mais lorsqu’on applique la méthode des distances et que l’on s’intéresse aux populations implantées à moins d’une *mile* de ces mêmes sites, la différence grimpe à 20 %. Enfin, une analyse comparative menée entre ces 608 sites et 608 sites choisis aléatoirement permet de mettre en avant l’importance propre du facteur racial, indépendamment des facteurs sociaux. Ce facteur racial spécifique est susceptible d’intervenir de la manière suivante : d’une part, lors des décisions d’implantation, par le ciblage de zones à forte dominante de minorités ethniques, ces dernières étant identifiées comme étant a priori celles qui opposeront la moindre résistance aux projets ; d’autre part, une fois l’usine construite, par la ségrégation raciale dans le logement qui limite la mobilité des habitants appartenant aux minorités ethniques, indépendamment de leur niveau de revenu.

Morts fœtales et anomalies chromosomiques dans la descendance des mères résidant à proximité de sites pollués par les produits chimiques aux USA (4, 5)

Une étude de type cas-témoin (4) basée sur les données de naissance et de morts fœtales enregistrées par le département de santé de l’Etat de Washington entre 1987 et 2001 a été menée afin d’étudier la relation entre le risque de mort fœtale et la proximité du lieu de résidence de la mère aux sites pollués par les produits chimiques (notamment ceux de la liste prioritaire établie par l’agence américaine de l’environnement) durant sa grossesse. Les cas sont les femmes dont la grossesse s’est achevée par une mort fœtale (n = 7034). Dix témoins pour un cas ont été aléatoirement sélectionnés parmi les femmes dont la grossesse a abouti à une naissance (n = 70938).

Il n’y a pas de différence entre cas et témoins pour le type de résidence (rural/urbaine) et pour le tabagisme prénatal, mais il y en a pour le statut marital, l’âge, la consommation d’alcool pendant la grossesse et l’aide publique pour l’assurance maladie. Il est constaté que 18 % des cas et 17 % des témoins vivent à moins d’un demi-mille d’un site pollué. Le risque de mort fœtale n’est pas augmenté à proximité des sites, tous types confondus. Seul ceux accueillant des pesticides provoquent une augmentation significative des OR*, qui augmentent quand la distance décroît. Une tendance similaire est observée pour les sites accueillant des éléments radioactifs mais les OR* ne sont pas significatifs. Il en va de même pour les sites classés prioritaires par le programme américain ‘Superfund’.

Les auteurs concluent que leurs résultats sont insuffisants pour confirmer ou exclure une possibilité de relation entre la fréquence des morts fœtales et la proximité de la résidence à un site pollué par des produits chimiques en général. Cependant, la proximité d’un site contenant des pesticides peut augmenter le risque de mort fœtale.

Les principales limites de l’étude sont bien identifiées : pas de mesure réelle de l’exposition, non prise en compte d’éventuelles expositions professionnelles, sous déclaration des morts fœtales. Il est cependant intéressant de noter que les OR* significatifs pour la proximité avec les sites contenant des pesticides sont cohérents avec les effets reprotoxiques connus pour certaines substances de cette catégorie.

Les résultats de cette étude ne sont pas transposables à la situation française où la réglementation organisant la gestion des déchets dangereux est très différente de la réglementation américaine. Toutefois ces résultats attirent l’attention sur l’intérêt d’étudier en France les liens entre les expositions aux pesticides et l’augmentation des risques de mort fœtale. Une seconde étude (5) examine la relation entre le fait de résider à proximité de sites pollués par des produits chimiques et de lieux d’émissions industrielles dans l’atmosphère et la survenue d’anomalies chromosomiques dans la descendance. Pour cela, la base de données du registre des malformations du Texas a été utilisée.

Au total, 2334 anomalies chromosomiques ont été recensées sur la période étudiée (trisomie 21, trisomie 18, trisomie 18, délétions chromosomiques, translocations autosomiques équilibrées, un groupe « autres anomalies autosomiques », monosomie X, syndrome de Klinefelter, et autres anomalies des chromosomes sexuels).

Un groupe témoin de 4965 patientes ayant accouché d’enfant sans malformation ni anomalie chromosomique avait été constitué à partir du registre des naissances du Texas.

La localisation géographique précise a pu être réalisée pour 2099 cas et pour 4368 témoins. 54 cas (2,6 %) et 117 témoins (2,7 %) habitaient à moins de 1 mile d’un site à risque. Chez ces patientes, aucune différence significative n’était retrouvée après ajustement pour l’âge maternel, l’ethnie, et le niveau d’études entre les 2 groupes concernant le risque d’anomalie chromosomique. Après analyse en sous groupe, le risque de syndrome de Klinefelter était plus important chez les enfants de femmes hispaniques résidant à moins de 1 mile de sites à risque.

En cas d’âge supérieur à 35 ans et de résidence dans un rayon de 1 mile à une exposition à des métaux lourds, le risque d’anomalies chromosomiques était multiplié par 2. Chez les patientes de plus de 40 ans, le fait de résider à moins de 1 mile d’une source de solvant multipliait par 4,8 le risque d’anomalies chromosomiques.

Le fait de ne pas bénéficier d’un suivi de grossesse, ou d’un suivi de grossesse tardif multipliait par 5,1 le risque de présenter une délétion chromosomique dans la descendance en cas de résidence à moins de 1 mile d’un site à risque.

Carte de l'état de New York montrant les sites pollués par des produits chimiques

Cette étude est intéressante par le nombre des patientes et par l’analyse en sous-groupe des anomalies chromosomiques. Elle ne retrouve pas de corrélation nette entre le lieu de résidence d’une femme au moment de l’accouchement et la survenue d’anomalies chromosomiques chez son enfant.

Les auteurs citent spontanément certains des biais qui nuisent à la validité interne de l’étude. Seules sont prises en compte les naissances ayant atteint ce que les auteurs appellent un seuil de viabilité qui n’est pas précisé. On suppose qu’il s’agit de celui de l’OMS (22 semaines d’aménorrhée*). Ceci avait pour but de pouvoir disposer des adresses des patientes, adresses qui n’étaient manifestement pas colligées dans les registres avant ce seuil. Ceci pose un problème majeur pour l’évaluation des anomalies chromosomiques sévères, puisque l’on sait qu’une majorité des fœtus porteurs d’anomalies chromosomiques vont stopper leur développement de façon précoce dans la grossesse. De plus, la législation des interruptions médicales de grossesse n’est pas précisée pour cet Etat. Il est possible que des grossesses porteuses d’anomalies chromosomiques ne soient pas recensées puisque interrompues précocement.

L’adresse prise en compte est celle au moment de l’accouchement. Or, l’anomalie chromosomique survient par définition soit au moment de la fécondation soit lors de la formation des gamètes. Deux articles cités par les auteurs évaluent entre 20 et 25% le nombre de patientes qui déménagent au moins une fois entre la conception et l’accouchement.

L’âge des patientes est plus important dans le groupe « anomalies » que dans le groupe témoin, même si la différence n’est pas significative d’après les auteurs. La moyenne ou la médiane de l’âge des patientes ne sont pas précisées par les auteurs : 1,7 % des patientes du groupe témoin ont plus de 39 ans, contre 14,9 % des patientes ayant donné naissance à un enfant porteur de trisomie 21. L’âge de la patiente est un facteur indépendant de survenue de trisomie 21, parfaitement étudié.

Cette étude présente certains intérêts méthodologiques comparativement à d’autres études publiées. L’absence de différence significative est un élément plutôt rassurant, mais des biais majeurs rendent les conclusions difficiles à soutenir.