

## **FAQ 8 : Comment parler de substances avec des effets sans seuil ou avec des effets à seuil ?**

## **FAQ 9 : Comment expliquer un niveau de risque de $10^{-5}$ ?**

Les notions d'effets sans seuil et d'effets à seuil, et de niveau de risque de  $10^{-5}$  sans être très complexes en soi, apparaissent relativement abstraites. Leur explication peut être lourde, et éventuellement détourner de la question posée.

Elles ne sont pas forcément nécessaires dans la présentation d'une évaluation des risques, suivant le niveau de détail attendu par les populations (cf. FAQ 5) ou les résultats de l'étude : si les concentrations dans les milieux restent sous les seuils réglementaires ou le bruit de fond, la démarche du Ministère en charge de l'Environnement (MFE, 2007) prévoit de ne pas aller jusqu'à l'estimation des risques. Cette position peut être recevable par les populations. En outre, si seuls des effets à seuil sont en cause, on peut directement parler de risque estimé nul.

Plusieurs niveaux d'évocation ou de présentation de la question peuvent être proposés pour les effets sans seuil et à seuil :

1) Evocation elliptique : parler de risques estimés "inférieurs aux seuils", "inférieurs aux références fixées par les autorités", ou de "risque nul ou quasi nul". L'ADEME rapporte (*in* INERIS, 2008) un cas de restitution de résultats en réunion publique pour une *ancienne fonderie de plomb en milieu périurbain* où cette notion n'a suscité aucune question de la part du public. Il en a été de même dans une restitution en réunion publique d'une *étude des risques dans une école jouxtant un site pollué* où ces seuils ont été présentés comme ceux de "l'infiniment petit" (Legout, *in* INERIS, 2008).

2) Evocation du principe sans reprendre tout le vocabulaire. Ainsi, la brochure grand public de 14 pages sur la gestion des sites pollués proposée dans le cadre de la présente étude (INERIS-IRSN, 2008b) décrit ainsi l'objectif d'"absence d'effets" : « *Cela implique de limiter l'exposition sous les seuils d'effet toxique, d'odeur, ou d'explosion. Pour certaines substances toutefois, les toxicologues considèrent qu'il n'existe pas de seuils d'effet toxique : un risque d'effet toxique survient, même très faible, dès les plus faibles expositions. C'est le cas par exemple des substances cancérigènes. Dans ce cas, l'objectif est de maintenir ce risque sous un niveau de référence donné par les pouvoirs publics* » (cf. FAQ 16 sur le "risque acceptable").

3) Explication pédagogique : Nous reprenons ici l'explication proposée par la Fiche de vulgarisation AFSSET (2006) sur l'évaluation quantitative des risques :

- « *Les effets déterministes [ou "à seuil de dose"] : il s'agit d'effets dont la gravité croît avec la dose d'exposition de l'individu. Pour les agents (chimiques ou autres) à l'origine d'un effet déterministe, on admet qu'il existe un seuil d'exposition en deçà duquel aucun effet néfaste n'est observable (y compris au sein des organes après autopsie). On cherche alors à estimer ce seuil pour l'homme grâce aux expérimentations sur animaux ou aux études épidémiologiques ; pour les substances chimiques, la VTR correspond à ce seuil.*

- *Les effets stochastiques [ou "sans seuil de dose"] : il s'agit des effets sanitaires de certains agents, en particulier cancérogènes, dont la fréquence et non la gravité croît avec la dose d'exposition. On considère généralement que ces effets peuvent survenir sans seuil, autrement dit, dès qu'une exposition existe, aussi petite soit-elle. Dans ce cas, la valeur toxicologique de référence sera la probabilité de survenue d'un effet par unité de dose ».*

La Figure 16 ci-dessous peut faciliter la présentation orale de cette distinction entre effets. Les points sur le graphe correspondent aux points expérimentaux testés. Pour des effets sans seuil, le point entre le 0 et le 1 sur l'axe des abscisses n'existe pas : on aura pu ne pas voir d'effet en dessous d'un certain seuil, mais sans que cela permette de conclure, du fait du manque de sensibilité du test<sup>69</sup>.

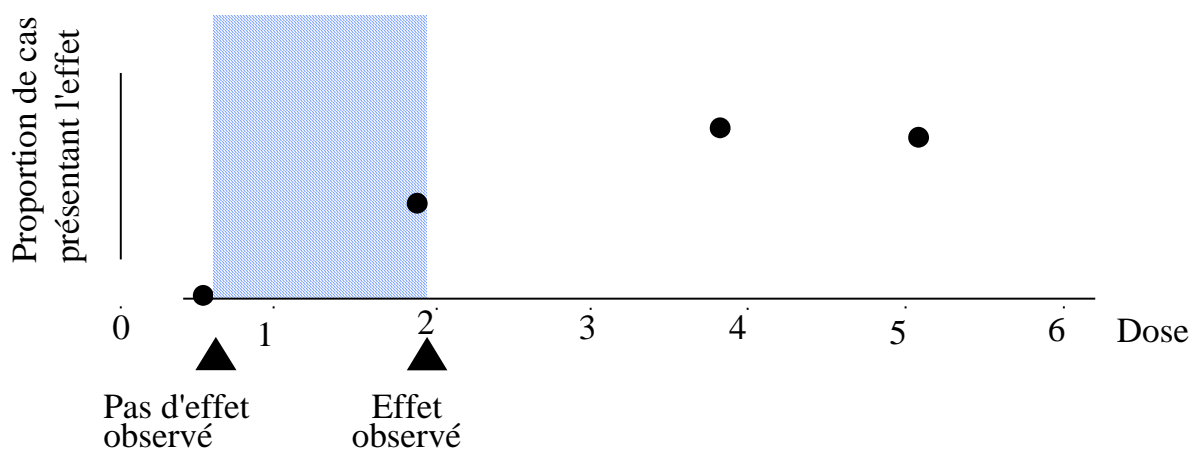


Figure 16 : Relation entre dose et effet pour un effet à seuil

On pourra illustrer le mécanisme des effets sans seuil avec une comparaison issue de la vie courante : on ne sait pas dire s'il existe un nombre de cigarettes en dessous duquel le risque de cancer par sa propre consommation de tabac est nul, ce risque peut apparaître dès la première cigarette, même s'il n'est pas observable.

La Circulaire du 10 décembre 1999 relative aux sites et sols pollués et aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation (MFE, 1999) précisait : « *Par exemple, un risque de  $10^{-5}$  signifie qu'une personne exposée durant la vie entière a une probabilité de 1 sur 100 000 de contracter un cancer lié à la pollution du site* ».

Dans les documents Canadiens (fédéraux et québécois : cf. état de l'art § 4.10.3, et FAQ 16), le niveau de risque de  $10^{-5}$  est précisé de la manière suivante : 1 cas de maladie sur 100 000 personnes.

<sup>69</sup> En réalité, la Figure 16 devrait être représentée avec des intervalles de confiance autour de chacun des points, laissant éventuellement entrevoir une possibilité d'effet même au point signalé comme sans effet observé (point sur l'axe des abscisses) : le fait de ne pas observer d'effet dans un *design* expérimental donné n'assure pas forcément que le risque est nul à ce niveau.

Cette dernière formulation est également celle qui a été considérée la plus claire par les personnes interrogées dans l'enquête exploratoire de Marjorie Angignard (2005) auprès de riverains de sites BASOL (cf. état de l'art, § 3.7.3). Elle est reprise de la façon suivante dans la brochure grand public de 14 pages sur la gestion des sites pollués proposée dans le cadre de la présente étude (INERIS-IRSN, 2008b) : « *une probabilité de 1 pour 100.000, soit en moyenne 1 cas de maladie en plus dans une population -théorique- de 100.000 personnes exposées au site* ».

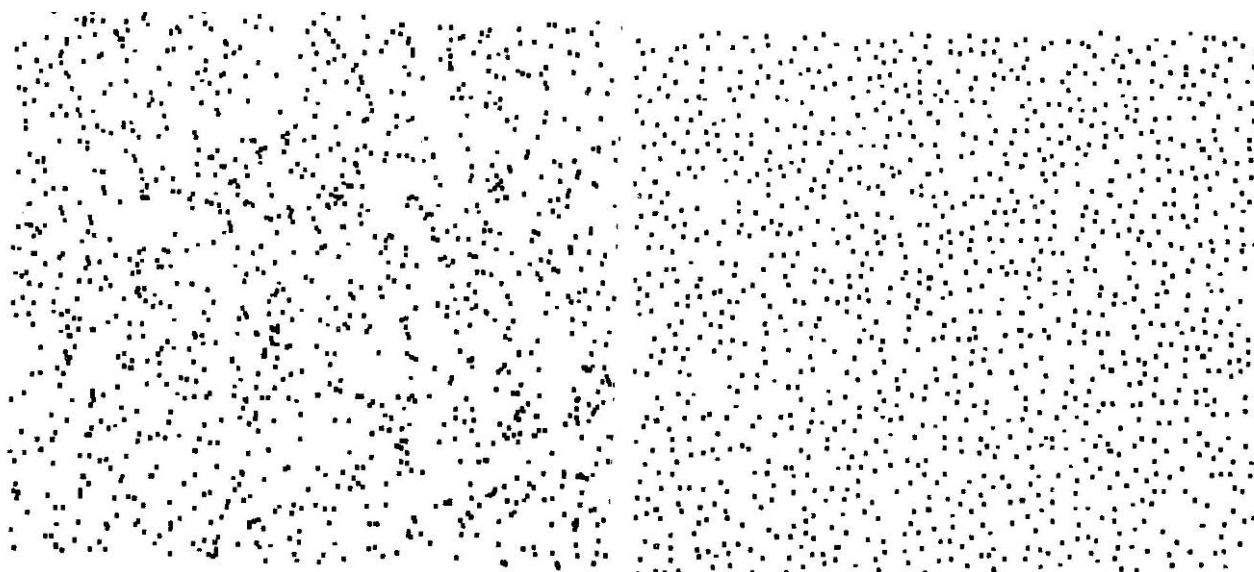
La même formulation a été rencontrée dans un quotidien généraliste relativement au risque de décès suite à une anesthésie. Cette formulation était fournie sans explication, le journaliste l'estimant sans doute assez claire.

Sur la justification et l'appréciation du chiffre de  $10^{-5}$ , voir la FAQ 18.

En accompagnement de ces explications, une illustration de la notion de hasard et de probabilité peut être utile. Nous rapportons une illustration rapportée par le naturaliste et vulgarisateur scientifique Stephen Jay Gould (1993) dans "*La foire aux dinosaures - Réflexions sur l'histoire naturelle*", et une développée par Philippe Germonneau de l'InVS.

La première figure montre qu'une répartition uniforme (image de droite) est issue uniquement d'un ordre, au contraire du hasard qui correspond au désordre, donc irrégulière, et conduit donc à l'apparition d'agrégats de points comme de vides. Suivant le commentaire de Gould, « *la plupart d'entre nous diraient qu'il existe un ordre dans le diagramme de [gauche], dans la mesure où ils y voient des figures linéaires et des amas, et interpréteraient le diagramme [de droite] comme le produit d'une distribution au hasard, dans la mesure où aucune figure n'y est perceptible. En fait, c'est le contraire qui est vrai, et nos perceptions ordinaires sont fausses* ».

Dans la deuxième figure, une "probabilité" d'un point par case se traduit "dans la vraie vie" par une répartition hétérogène avec des "vides" et des agrégats, et un total de point sur l'événement qui n'est pas forcément identique au total "attendu".



*In La foire aux dinosaures par Stephen Jay Gould. Copyright © 1991 by Stephen Jay Gould. Avec l'aimable autorisation de W. W. Norton & Company, Inc*

Figure 17 : Distributions de points au hasard et ordonnés, par Ed. Purcell

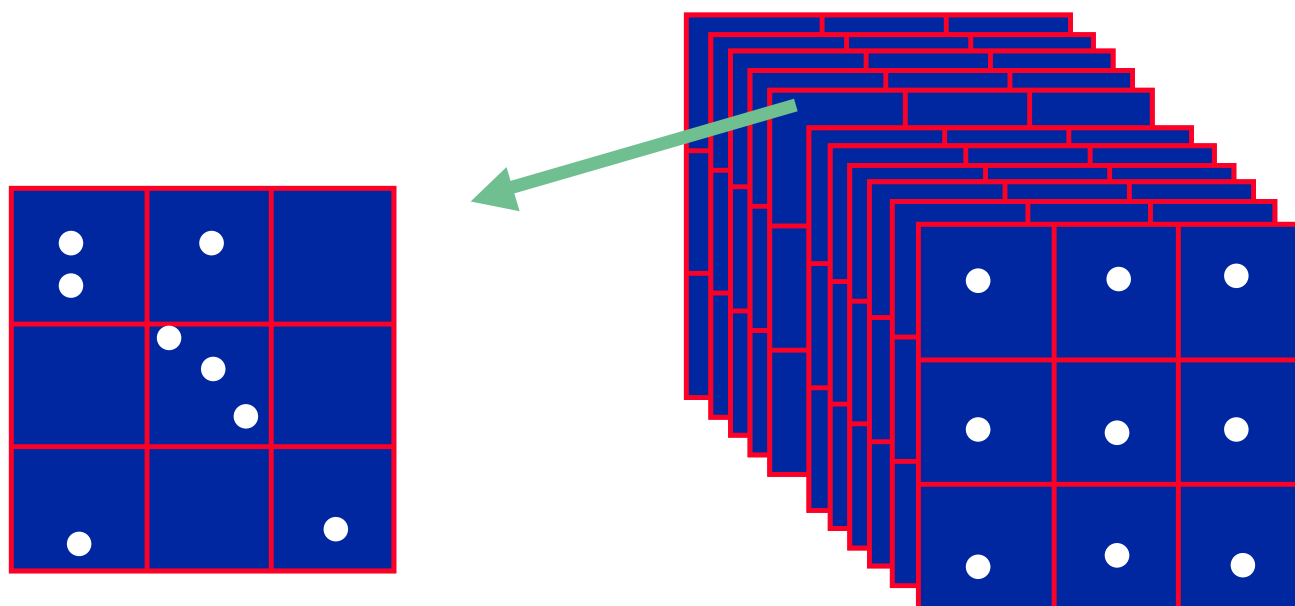


Figure 18 : Distributions de points au hasard et ordonnés, par Ph. Germonneau

Ces deux figures peuvent également être intéressantes pour aborder la question d'agrégats de maladies non infectieuses et répondre à la perception fréquente exprimée dans les réunions dans les termes suivants : « *ici, il y a un nombre de maladies plus important que la normale* ». Une telle utilisation apparaît toutefois délicate, à réserver à des autorités sanitaires.