

# Les retombées radioactives de Fukushima rivalisent avec celles de Tchernobyl

## [Fukushima Fallout Rivals Chernobyl](#)

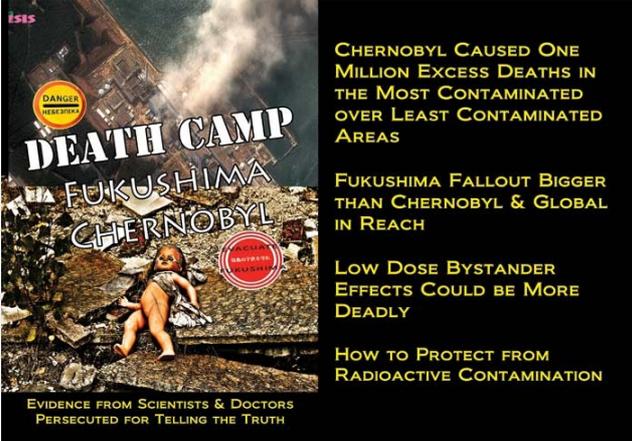
**Les analyses les plus pertinentes et basées sur les ensembles de données disponibles qui peuvent être prises en compte, révèlent que les retombées radioactives de l'effondrement des installations nucléaires de Fukushima sont au moins aussi importantes que celles résultant de Tchernobyl et qu'elles ont une plus grande portée mondiale. [Dr Mae-Wan Ho](#)**

**Rapport de l'ISIS en date du 11/06/2012**

L'article original en anglais s'intitule [Fukushima Fallout Rivals Chernobyl](#) : il est accessible sur le site [http://www.i-sis.org.uk/Fukushima\\_Fallout\\_Rivals\\_Chernobyl.php](http://www.i-sis.org.uk/Fukushima_Fallout_Rivals_Chernobyl.php)

**S'il vous plaît diffusez largement et rediffusez, mais veuillez donner l'URL de l'original et conserver tous les liens vers des articles sur notre site Web ISIS.**

**Si vous trouvez ce rapport utile, vous pouvez soutenir ISIS en vous abonnant à notre magazine [Science in Society](#) et encouragez vos amis à le faire. Ou encore jeter un oeil à notre librairie [ISIS bookstore](#) pour nos autres publications**



Un Rapport spécial à inclure dans la revue **Science in Society** N° 55 (disponible Août 2012). [Pré-commander dès maintenant](#) ou [Abonnez-vous](#)  
Tous les profits de *Science in Society* N° 55 seront reversés aux 'Enfants de Fukushima et de Tchernobyl'

## **14.000 Américains sont-ils déjà morts des retombées de Fukushima ?**

Un article publié en ligne en décembre 2011 dans une revue scientifique validée par des pairs estime que près de 14.000 personnes ont trouvé la mort aux États-Unis en 14 semaines, après l'arrivée des retombées radioactives qui ont fait suite à l'effondrement des installations des centrales nucléaires de Fukushima au Japon [1].

Il a été noté que cette estimation est comparable aux 16.500 décès en excès qui étaient survenus dans les 17 semaines qui avaient suivi la catastrophe de Tchernobyl. La hausse des décès signalés après la catastrophe de Fukushima s'est révélée plus élevée chez les nourrissons de moins d'un an.

Les informations d'identification des auteurs sont apparues indiscutables [2]. Joseph Mangano est un administrateur de la santé publique et chercheur qui étudie l'exposition aux rayonnements à **faibles doses** et le risque ultérieur de maladies comme les cancers et les dommages chez les nouveaux-nés. Il a publié de nombreux articles et lettres dans des revues médicales et autres, ainsi que des livres, y compris '*Low Level Radiation and Immune system Disorders: an Atomic Era Legacy*' (*Les radiations de faible niveau et les troubles du système immunitaire: un héritage de l'ère atomique*).

Janette Sherman a travaillé pour la Commission de l'énergie atomique (précurseur de la *Nuclear Regulatory Commission*) à l'Université de Californie à Berkeley aux Etats-Unis, et pour l'*US Navy Radiation Defense Laboratory* (le laboratoire pour la défense contre sur les rayonnements auprès de la marine américaine) à San Francisco. Elle se spécialise en médecine interne et en toxicologie, en mettant l'accent sur les produits chimiques et les radiations nucléaires ; elle a été conseillère à l'Institut national du cancer et elle a siégé au conseil consultatif de l'Agence de protection de l'environnement pendant cinq ans.

L'une des principales critiques de leur travail, c'est que les auteurs ont fait valoir que les retombées de Fukushima sont arrivées seulement six jours après le tremblement de terre, le tsunami et les effondrements, mais ils n'ont fourni aucune preuve de cette affirmation [3].

Une autre critique est le manque de données des mesures de la radioactivité, qui sont de la responsabilité de l'*Environment Protection Agency (EPA)*, l'Agence de Protection de l'Environnement aux Etats-Unis, et ce n'est guère la faute des auteurs. En effet, les auteurs sont eux-mêmes critiques [1] : « *La rareté des données de l'EPA aux États-Unis est regrettable et elle entrave les études futures* ». La rareté même des données a en effet empêché les études qui auraient pu éviter la catastrophe sanitaire et humanitaire qui continue de se développer depuis plus de 25 ans après la catastrophe de Tchernobyl (voir [4] [Chernobyl Deaths Top a Million Based on Real Evidence](#), SiS 55) \*.

\* Version en français intitulée "Suite à l'accident de Tchernobyl, le nombre de morts atteindrait un million d'après des preuves réelles" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard. Accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article226>

### **Des mesures à l'échelle mondiale sont effectuées dans le cadre du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires**

La dissimulation des données ou le peu d'attention portée à la collecte de données appropriées, semblent endémiques à l'industrie nucléaire et aux gouvernements en général, et Fukushima ne fait pas exception ([5] [Truth about Fukushima](#), SiS 55)\*.

\* Version en français intitulée "La vérité sur Fukushima" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible par le site <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article229>

Mais une source surprenante d'observations provenant de stations d'observations est la mesure de la radioactivité mise en place dans le cadre du *Comprehensive Test Ban Treaty (CTBT)*, **le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires** ou **TICEN**, qui prévoit une interdiction mondiale de toutes les explosions nucléaires. Pour vérifier la conformité avec le traité, un système mondial de surveillance est en cours de construction et il comprend des mesures concernant les **radionucléides**.

Les mesures des concentrations atmosphériques de deux éléments Xe-133 et Cs-137 sont disponibles à partir des stations TICEN avec un haut degré de sensibilité. Soixante stations de surveillance sont actuellement capables de fournir des données sur le césium Cs-137, et 25 stations peuvent fournir des données sur le xénon Xe-133, au Centre international de données de la Commission préparatoire pour l'organisation du TICEN à Vienne. Le césium Cs-137, avec une demi-vie de 30,17 ans, comprend environ la moitié du césium radioactif total libéré, l'autre moitié étant le césium Cs-134 [6]. Le xénon Xe-133, avec une demi-vie de 5,25 jours, est le plus abondant isotope du Xe : il représente plus de 97,3% de xénon dans les émissions.

### **Les analyses les plus performantes sont actuellement disponibles auprès des banques de données les plus complètes**

Après le tremblement de terre et le tsunami qui a frappé le Japon en 2011, des niveaux élevés d'émissions radioactives ont été mesurés au Japon et partout dans l'hémisphère Nord, y compris par les stations de surveillance du réseau TICEN. Mais les mesures ponctuelles sont trop rares pour déterminer la distribution tridimensionnelle des radionucléides dans l'atmosphère et leur dépôt sur terre et sur mer.

Compte tenu des données précises sur les émissions, les modèles de dispersion permettent de simuler la distribution et les dépôts atmosphériques des radionucléides et de fournir un tableau plus complet qu'avec les seules mesures. Les simulations doivent être comparées, et ajustées avec les données résultant des mesures. Toutefois, la plus grande source d'erreur dans la prédiction est le terme de la source, le taux d'émissions dans l'atmosphère à partir du lieu de l'accident. À ce jour, la variation temporelle des émissions de Tchernobyl est encore incertaine.

L'information la plus complète sur les événements de la catastrophe de Fukushima est un rapport publié par le gouvernement japonais en juin 2011 à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) [7], et ses mises à jour ultérieures. Bien que le rapport contienne des estimations des quantités de radioactivité libérée dans l'atmosphère pour certains radionucléides clés, les données ne sont pas fiables ; comme les émissions n'ont pas lieu selon des cheminements bien définis, elles n'ont pas été mesurées.

Pour faire le meilleur usage de l'information et des données disponibles, une équipe internationale dirigée par Andreas Stohl à l'Institut norvégien pour la recherche atmosphérique (NILU), a appliqué les meilleurs modèles disponibles actuellement aux dispersions atmosphériques pour optimiser l'adéquation entre les modèles de calculs (simulations) et les mesures observées, afin d'obtenir ainsi le paramètre relatif à la source qui soit le plus fiable possible.

Cette approche dite '*top-down*', appelée **modélisation inverse**, a été précédemment utilisée pour faire des estimations du paramètre de la source de Tchernobyl. Par ailleurs,

les membres de l'équipe ont déjà mis au point une méthode de modélisation inverse pour les éruptions volcaniques et pour les émissions de gaz à effet de serre.

Une première estimation du taux de libération a été basée sur des inventaires des matières servant de combustibles et sur les événements d'accidents décrits sur la base des informations fournies sur le site par le rapport du gouvernement japonais [7].

La première estimation a ensuite été améliorée par la méthode de modélisation inverse, qui a combiné les résultats d'un modèle de transport atmosphérique, FLEXPART, et les données de mesure faites à partir de plusieurs dizaines de stations au Japon, en Amérique du Nord et dans d'autres pays.

La simulation a été conduite avec les données météorologiques opérationnelles à trois heures, à partir de deux sources différentes: les analyses du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT), et celles des Centres nationaux de prévision environnementale (NCEP) avec le système *Global Forecast System (GFS)*.

### **Le total des rejets de Fukushima est supérieur aux rejets de Tchernobyl**

Les résultats obtenus pour la libération totale du Xe-133 était de 15,3 EBq (plage d'incertitude 12,2 à 18,3),  $\text{EBq} = 10^{18} \text{ Bq}$ ), soit plus de 2 fois le total des rejets de Tchernobyl (le total des rejets de Tchernobyl a été de 5,2 EBq) et « *probablement le plus important dégagement de gaz rares radioactifs dans l'histoire* ». Cela a eu lieu entre le 11 et 15 mars 2011. En fait, la libération est supérieure à l'ensemble estimé de l'élément Xe-133 des stocks de la centrale nucléaire Dai-ichi de Fukushima, et cela s'explique par la décroissance et le passage de l'élément I-133 (demi-vie de 20,8 heures) en Xe-133. Il y a des preuves solides selon lesquelles les rejets de Xe-133 ont commencé avant que les premières fuites aériennes actives ne se soient produites, peut-être à cause des dommages structurels sur les composants du réacteur et / ou des fuites dues à la pression excessive à l'intérieur du réacteur.

Pour l'élément Cs-137, les résultats de la modélisation inverse a donné une émission totale de 36,6 PBq (de 20,1 à 53,2,  $\text{PBq} = 10^{15} \text{ Bq}$ ), soit 70% de plus que la première approximation, et environ 43% des émissions estimées de Tchernobyl. Les résultats ont montré que les émissions de Cs-137 ont atteint un maximum les 14-15 mars 2011, mais ces émissions étaient généralement élevées à partir du 12 et jusqu'au 19 mars, quand ils ont soudainement chuté de plusieurs ordres de grandeur, à la fois lorsque la pulvérisation d'eau sur la piscine du combustible usagé de l'unité N° 4 a commencé.

Cela indique que les émissions ne peuvent pas avoir eu pour origine que les seuls cœurs des réacteurs endommagés, mais aussi à partir de la piscine de combustible usagé de l'unité N° 4.

Au total, on estime que 6,4 PBq de Cs-137, ou 18% des retombées totales jusqu'au 20 avril 2012, ont été déposées sur les zones terrestres japonaises, tandis que la plupart des autres émissions sont tombées sur le nord de l'océan Pacifique. Seulement 0,7 PBq, soit 1,9% des retombées totales, a été déposé sur les zones terrestres autres que le Japon.

### **Correspondance entre les résultats observés et simulés avec une amélioration par la méthode de modélisation inverse**

Dans la figure 1 ci-dessous, est donné un diagramme de la dispersion de l'ensemble du Xe-137, à partir des résultats disponibles d'observations par rapport aux résultats de la simulation, à la fois *à priori* (à partir de l'estimation du paramètre à la source) et *à posteriori* (valeurs de la source optimisées en fonction des données).

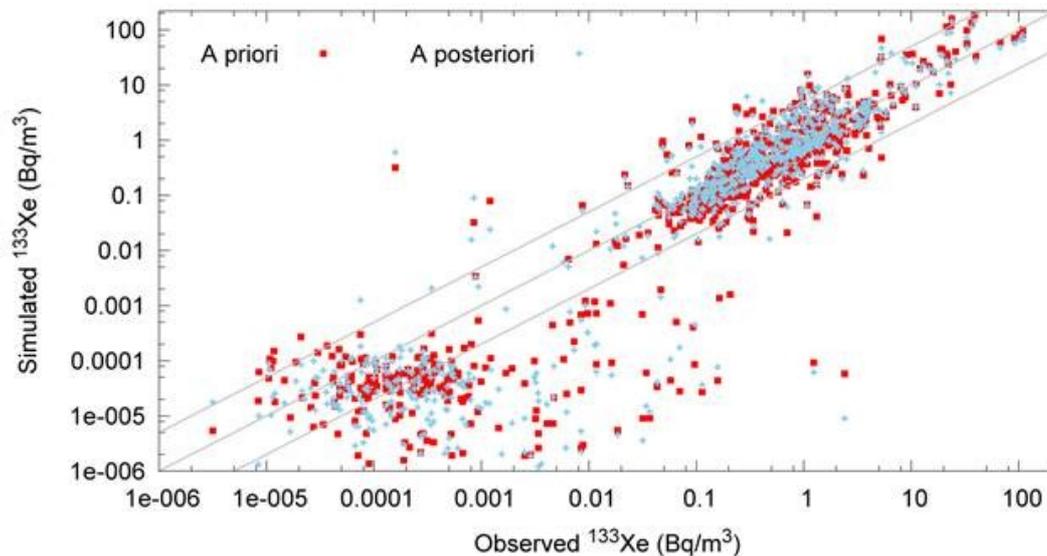
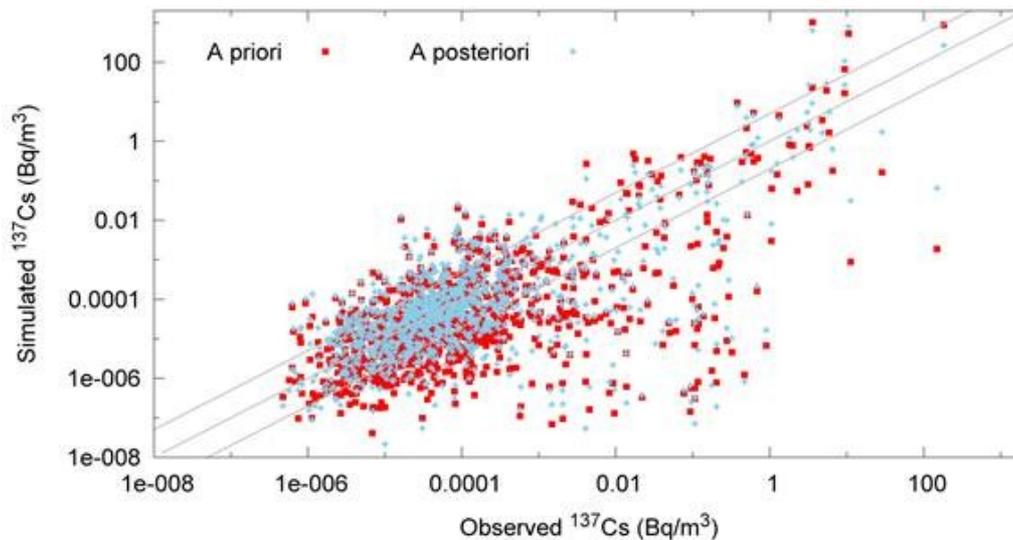


Figure 1 - Représentation sur **échelle logarithmique** [repère Log-Log] de toutes les données concernant le Xe-133, à la fois *à priori* et *à posteriori* (voir texte)

La ligne droite au milieu est l'endroit où la correspondance est de 1:1 entre les valeurs mesurées et les valeurs simulées, les lignes au-dessus et au-dessous représentent respectivement des surestimations et des sous-estimations par un facteur de 5. Il y a une émission de fond de Xe-133 à partir des installations nucléaires, qui est très variable, et cela est autorisé par l'ajout d'une valeur de  $1 \times 10^{-4}$  Bq / m<sup>3</sup> à chaque concentration simulée ; par conséquent, on ne peut s'attendre à une corrélation entre les valeurs mesurées et les valeurs simulées à l'extrémité inférieure (quadrant inférieur gauche).

Beaucoup de points de données représentent là le fond amélioré observé. Les points des données dans le quadrant supérieur droit reflètent tous des émissions provenant de la retombée de Fukushima et, pour les points de ces données, les valeurs modélisées et observées montrent une corrélation étroite, avec la plupart des points pour les données simulées, à l'intérieur d'un facteur 5 des valeurs observées. Bien que les résultats du modèle, utilisant les émissions d'après la première estimation, soient déjà bien en corrélation avec les mesures, l'application de la simulation par modélisation inverse améliore nettement la correspondance, avec la plupart des points de données qui se positionnent tout près de la ligne 1:1.

Le diagramme de dispersion des concentrations mesurées et simulées du Cs-137 est donné dans la figure 2, où, de nouveau, un fond de concentration aléatoire normalement distribuée, a été ajouté à chaque valeur de la concentration simulée.



L'ajustement entre les données simulées et observées n'est pas aussi bon pour le Cs-137 qu'il l'est pour le Xe-133. L'une des raisons est que la complexité de la modélisation est liée à la nature humide/sèche des particules porteuses du Cs-137 dans l'atmosphère. Néanmoins, il y a encore une corrélation claire entre les concentrations simulées et observées.

Les séries chronologiques des mesures simulées et observées faites dans les stations-clés au Japon, à Oahu (Hawaii), à Richland (Etat de Washington aux Etats-Unis) et à Stockholm (Suède) ont également été produites, ainsi que la quantité de radioactivité déposée sur les sols. L'ajustement entre valeurs simulées et observées tend à être meilleur en dehors du Japon, probablement en raison de la contamination des stations de surveillance localisées au Japon.

### Les dépôts de la radioactivité sur les sols

Il a pu paraître heureux que les vents d'ouest aient prévalu durant la majeure partie de la catastrophe pour emporter le large panache radioactif [vers l'est]. Mais c'est exactement pendant et après la période des plus fortes émissions de Cs-137 des 14 et 15 mars 2012, ainsi qu'après une autre période avec de fortes émissions le 19 mars 2012 que le panache radioactif s'est trouvé reporté vers l'île de Honshu à l'Est, où la pluie a déposé une fraction importante de Cs-137 sur les terrains.

Les nuages radioactifs ont atteint l'Amérique du Nord le 15 mars et l'Europe le 22 mars 2011. À la mi-Avril, le Xe-133 a été assez uniformément réparti dans les latitudes moyennes de l'hémisphère Nord et il a été pour la première fois également mesuré dans l'hémisphère sud (à la station Darwin, en Australie). En général, des concentrations simulées et observées de Xe-133 et de Cs-137 ont été en bon accord quantitatif, à la fois sur les sites japonais et sur les sites éloignés.

La dispersion des radionucléides à partir des retombées de Fukushima a été simulée sur la base des analyses météorologiques GFS. Les premières émissions associées à la ventilation et à l'explosion de l'unité du réacteur 1 de la centrale nucléaire Daichi de Fukushima les 11 et 12 mars 2011, ont été principalement soufflées vers la mer et transportées essentiellement vers le Sud-Est sur l'océan Pacifique Nord, tandis qu'un

changement de direction du vent, le 12 mars 2011 a emmené le panache vers les zones côtières au nord de la centrale. Il n'y avait pas eu de précipitations et l'ampleur des émissions radioactives était d'un ordre de grandeur plus faible que celle des 13 et 14 mars 2011, associée à la ventilation et aux explosions dans les autres unités de la centrale. Le 14 mars 2011, un cyclone s'était développé sur le sud du Japon, et cela a coïncidé avec une période d'émissions très élevées de la ventilation et des explosions de l'unité 2, de l'unité 3 et dans la piscine du combustible usagé de l'unité 4. (Les détails des événements des rejets radioactifs sont donnés dans une annexe de l'article [4]).

Lors des événements de la catastrophe de Fukushima, le Xe-133 et le Cs-137 des retombées de Fukushima ont été dispersés dans tout l'hémisphère Nord et, éventuellement, ils ont également atteint l'hémisphère sud. Un premier nuage de radionucléides en avance sur le panache principal ne contenant que du Xe-133 a été transporté rapidement à travers le Pacifique Nord à basse altitude et il est arrivé dans l'ouest de l'Amérique du Nord le 15 mars 2011 (Figure 3). Le premier nuage radioactif s'est étendu le long de la côte nord-américaine, car un grand cyclone sur le Pacifique oriental a produit un flux de sud, le long de la côte. Il a néanmoins été détecté à Richland, dans l'Etat de Washington aux Etats-Unis. La partie principale du nuage radioactif est entré en Amérique du Nord occidentale les 17-18 mars 2011 et il pouvait être détecté par les sites de surveillance en place (voir Figure 4).

Une comparaison des panneaux en haut à gauche des figures 3 et 4, montre que le rôle principal du panache de Xe-133 est beaucoup plus fort que le panache du Cs-137, résultant principalement de début plus précoce des émissions de Xe-133. Le 18 mars 2011, des niveaux élevés de Xe-133 et de Cs-137 peuvent être trouvés sur l'océan Pacifique oriental et sur l'ouest de l'Amérique du Nord. Cette partie du nuage était encore proche de la surface au sud du 50<sup>e</sup> de latitude. Le sommet du nuage en haute altitude, avec de faibles niveaux de Cs-137, était déjà arrivé sur l'Atlantique Nord. Dans le même temps, le nuage radioactif avait pénétré dans les régions subtropicales et il est arrivé à Hawaï le 19 mars 2011.

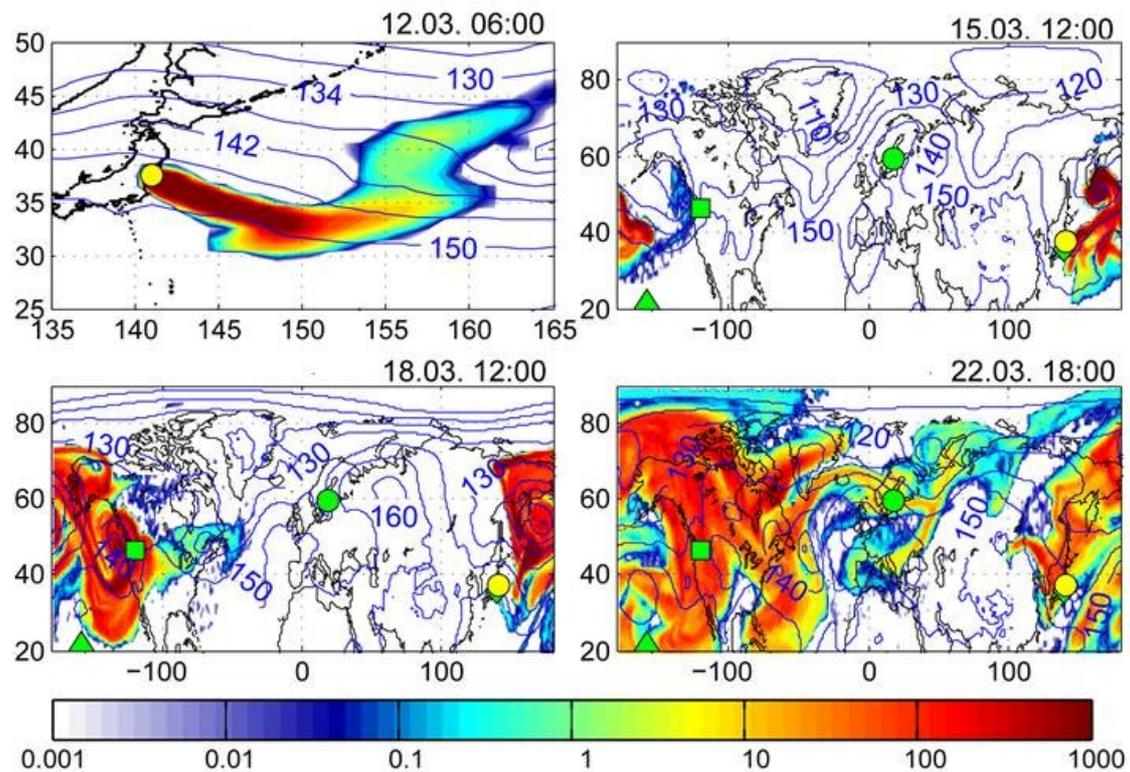


Figure 3 - Les colonnes atmosphériques totales simulées de Xe-133 (avec dégradés de couleurs) en  $\text{kBq} / \text{m}^2$  et géopotentiel (hauteur ajustée pour la pression, isolignes bleues) à quatre moments différents à partir du 12 mars (en haut à gauche) jusqu'au 22 mars 2011 (en bas à droite) ; la centrale nucléaire Dai-ichi de Fukushima, représentée par un cercle jaune; le site d'échantillonnage de l'air à Tokai-mura, par un carré vert; le site de surveillance des dépôts à Tokyo, vert diamant; station d'échantillonnage de l'air sur Oahu (Hawaii), triangle vert, station de Stockholm, cercle vert.

A partir des cartes tracées pour le Xe-133 (Figure 3), il peut être observé que, déjà avant le 18 mars 2011, le panache hautement radioactif avait englouti une grande partie de l'ouest et du centre de l'Amérique du Nord, du Canada vers les États-Unis, avec une radioactivité allant ainsi de 1.000 à 100.000 Bq ou plus. Une partie de ce nuage a pu facilement être inhalée par les habitants de ces contrées.

Le 22 mars 2011, l'air contaminé par Fukushima avait fait le tour de l'hémisphère Nord et a atteint à la fois les tropiques ainsi que les régions polaires (fig. 3 et 4). Même si les concentrations de surface en hausse étaient toujours limitées à de petites parties de l'hémisphère Nord, cela a changé rapidement. En avril 2011, toutes les stations de mesure ont enregistré une augmentation de fond pour le Xe-133. Même la station de Darwin en Australie a commencé à enregistrer une augmentation du Xe-133 en avril 2011.

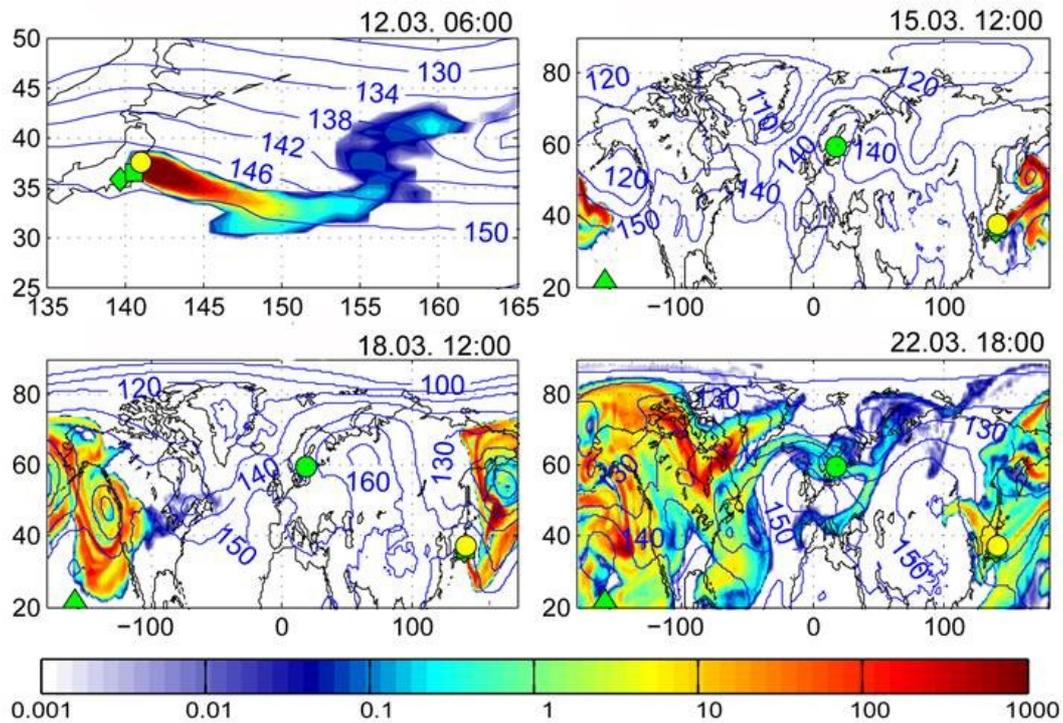


Figure 4 - Colonnes atmosphériques totales simulées de Cs-137 (dégradés de couleurs) en  $Bq / m^2$  et géopotential (hauteur ajustée pour la pression, isolignes bleues); autres détails comme indiqués dans la Figure 3

Les cartes des dépôts totaux de Cs-137 au Japon et dans le monde sont présentées dans la figure 5. Notez que l'échelle est exprimée en  $kBq / m^2$ . L'orientation du panache simulé est exactement comme l'ont constaté des relevés aériens de Cs-137 entre le 6 Avril et le 26 mai 2011 par l'organisme japonais MEXT. Les mesures dans l'air, effectuées le long de l'axe du panache principal, montrent que les valeurs des dépôts du Cs-137 sont supérieures à  $1.000 kBq / m^2$ , s'étendant sur environ 50 km de l'usine de Fukushima (bien au-delà de la zone d'évacuation) [5].

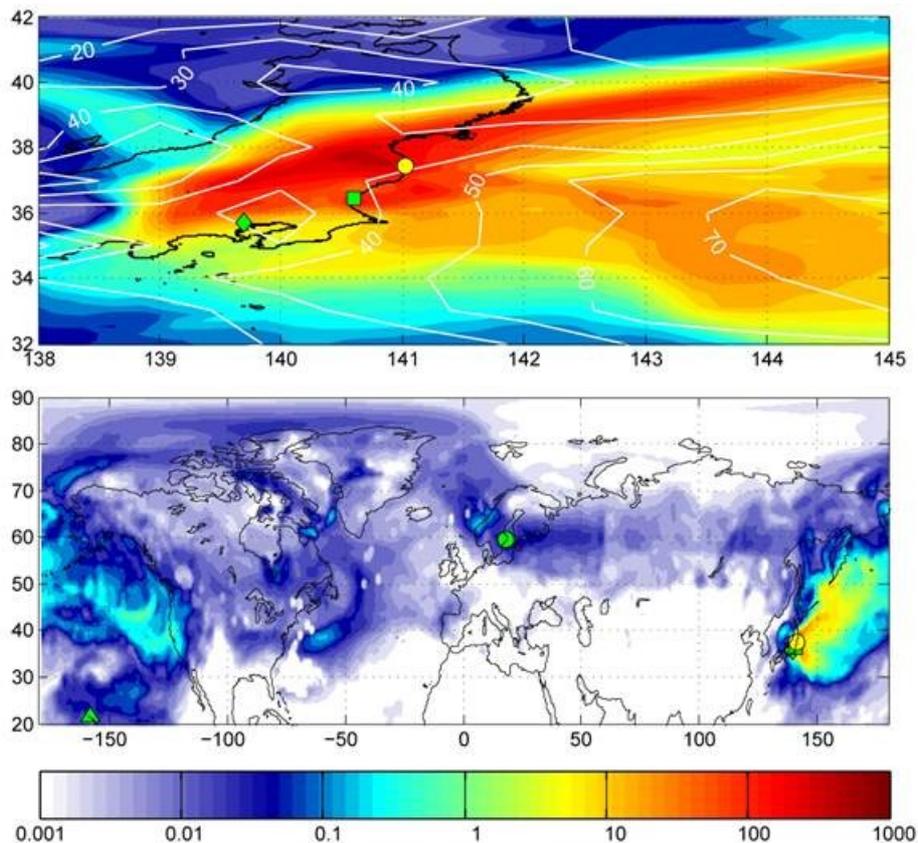


Figure 5 - Cartes de dépôt total du Cs-137 jusqu'au 20 avril 2011 pour le Japon (panneau supérieur) et dans le monde (panneau inférieur). L'échelle de couleur est exprimée en  $\text{kBq} / \text{m}^2$  ; d'autres détails comme indiqué dans la Figure 3

Lors de la catastrophe de Tchernobyl, les valeurs des dépôts de Cs-137 de plus de 1.000  $\text{kBq} / \text{m}^2$  ont été observées dans deux secteurs : dans la zone d'exclusion autour de centrale nucléaire de Tchernobyl et Prypjat, et au nord de la ville de Gomel, en Biélorussie. Pour l'accident de Fukushima, les zones terrestres de réception de telles valeurs élevées de dépôts sont plus petites, mais toujours assez vastes. Dans l'hémisphère Nord extratropical, le Cs-137 déposé à partir d'essais nucléaires antérieurs passé est toujours présent, ce qui émet un fond d'environ 1-2  $\text{kBq} / \text{m}^2$ . Cette valeur est dépassée par les dépôts de Fukushima sur de grandes parties de l'île de Honshu et dans l'ouest de l'océan Pacifique. Cependant, le dépôt de Cs-137 sur d'autres parties de l'Asie, de l'Amérique du Nord et en Europe est mineur par rapport à ce contexte pré-existant.

L'analyse montre plus de 90% des émissions de Cs-137 jusqu'au 20 avril 2011, le reste résidant encore dans l'atmosphère et de petites quantités ont été perdues par la désintégration radioactive. Le Japon a reçu 6,4 PBq, soit 18% du total des dépôts de césium 137 jusqu'au 20 avril 2011. C'est tout à fait semblable à une estimation précédente de 22% qui avait été déclarée, bien que leurs valeurs absolues soient plus petites en raison des émissions de sources plus faibles utilisées. Seulement 0,7 PBq, soit 1,9% du total des dépôts de Cs-137, a eu lieu sur des zones terrestres autres que le Japon, tandis que les 80% restants (29,28 PBq) ont été déposés dans les océans. Ceci s'ajoute en plus aux rejets délibérés de la radioactivité qui ont constitué « les plus importants rejets de radioactivité de l'histoire dans les océans » [5]).

## Un dépôt central des données de référence et une surveillance accrue sont rendus nécessaires et urgents

Ces résultats, qui ne représentent que deux des principaux radionucléides, totalisent déjà près de 15 fois la radioactivité totale, d'après les dernières estimations de TEPCO [8], soit un peu plus de 1 EBq. Si l'on prend la quantité de Cs-134 comme égale à 36,6 PBq (le même que pour Cs-137 lorsqu'il est mesuré [6]), et que l'on ajoute la valeur de 500 PBq pour l'I-131 - donné par TEPCO pour les rejets dans l'atmosphère-, ainsi que le reste qui a été libéré dans les océans (18,1 PBq), nous arrivons à un total de 16,0532 EBq. Ceci est certainement plus que le total estimé à 14 Ebq, publié pour Tchernobyl selon l'organisation *World Nuclear Association* [9].

Ces estimations sont les meilleures qui soient en fonction des informations encore très incomplètes qui sont disponibles. Dans leurs remarques de conclusion, les auteurs ont fait remarquer que les données recueillies pour l'analyse proviennent de diverses sources, *dont aucune n'est à la disposition du public* [4]. Ils ont spéculé que les ensembles de données plus utiles ne sont même pas accessibles à l'équipe de recherche, en déclarant : « *Les institutions ayant fourni les données de mesure pertinentes devraient les rendre disponibles gratuitement* », et appelant à un référentiel centralisé de données qui reste à créer. L'analyse a seulement porté sur les valeurs à la source des émissions pour seulement deux radionucléides importants et le travail doit être fait sur les autres radionucléides, notamment sur l'iode I-131. Ceci est absolument nécessaire pour faire face et pour atténuer les impacts négatifs sur la santé, dont les effets de la catastrophe de Fukushima se font déjà sentir.

La réticence des fonctionnaires à divulguer des renseignements dans les premiers jours de la catastrophe, a fait que les comprimés d'iode n'ont pas été distribués aux personnes résidant dans les zones les plus fortement contaminées, avec un résultat qui démontre que 44,5% des enfants ont révélé une contamination radioactive d'un maximum de 35 mSv dans leur glande thyroïde, et un examen de plus de 38.000 enfants dans la préfecture de Fukushima ont présenté des kystes de la glande thyroïde chez 35% des enfants (voir [5]).

Les décès en excès observés aux États-Unis par Mangano et Sherman dans les 14 semaines suivant la catastrophe de Fukushima, les font coïncider avec l'arrivée des niveaux élevés de radioactivité (avec le X-133) au 5<sup>ème</sup> jour (figure 3), et au 10<sup>ème</sup> jour, alors que les nuages avaient recouvert l'ensemble de l'Amérique du Nord en ce qui concerne le X-133 et le Cs-137 (figures 3 et 4). Les auteurs ont écrit dans la conclusion *de leur rapport* [1] : « *Il est essentiel que les travaux de recherche puissent se faire de toute urgence, en raison du fait que les réponses sont essentielles pour le diagnostic précoce et pour le traitement des personnes exposées, en particulier les enfants et les nourrissons* ».

La nécessité d'une surveillance systématique, du partage des données, et des travaux de recherche, s'applique partout dans le monde, car les données qui sont disponibles montrent déjà que le fardeau des maladies et des pathologies ne sera pas uniquement limité au Japon.

## Références

1. Mangano JJ and Sherman JD. An unexpected mortality increase in the United States follows arrival of the radioactive plume from Fukushima: Is there a correlation? *International Journal of Health Services* 2012, 42, 47-64.
2. "Study: Fukushima radiation has already killed 14,000 Americans", *WashingtonsBlog*, 24 December 2011, <http://www.washingtonsblog.com/2011/12/study-fukushima-radiation-has-already-killed-14000-americans.html>
3. "Researchers trumpet another flawed Fukushima death study", *Scientific American*, 20 December 2011, <http://blogs.scientificamerican.com/observations/2011/12/20/researchers-trumpet-another-flawed-fukushima-death-study/>
4. Stohl A, Seibert P, Wotawa G, Arnold D, Burkhardt JF, Eckhardt S, Tapia C, Varga and Yasunari TJ. Xenon-133 and caesium-137 releases into the atmosphere from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant: determination of the source term, atmospheric dispersion, and deposition. *Atmos Chem Phys* 2012, 12, 2313-43. Led by A. Stohl at Norwegian Institute for Air Research, Kjeller.
5. Ho MW. Truth about Fukushima. *Science in Society* 55 (to appear) 2012.
6. Assessment on the 66<sup>th</sup> day of projected external doses for populations living in the north-west fallout zone of the Fukushima nuclear accident, outcome of population evacuation measures, Report DRPH/2011-10, Directorate of Radiological Protection and Human Health, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, October 2011.
7. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan: Report of the Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety - The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations, accessed 7 October 2011, <http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/japan-report/>
8. Press release, Tokyo Electric Power Company, 24 May 2012, [http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1204659\\_1870.html](http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1204659_1870.html)
9. Chernobyl Accident 1986, World Nuclear Association, April 2012, <http://www.world-nuclear.org/info/chernobyl/inf07.html>

© 1999-2012 The Institute of Science in Society

[Contact the Institute of Science in Society](#)

MATERIAL ON THIS SITE MAY NOT BE REPRODUCED IN ANY FORM WITHOUT EXPLICIT PERMISSION. FOR PERMISSION, PLEASE [CONTACT ISIS](#)

## Échelle logarithmique - Introduction d'un article de Wikipédia

Une **échelle logarithmique** est un système de [graduation](#) sur une [demi-droite](#)  $[Ox)$ , particulièrement adapté pour rendre compte des [ordres de grandeur](#) dans les applications. De plus elle permet de rendre accessible une large gamme de valeurs de même signe.

## Sommaire

- [1 Définition](#)
- [2 Illustrations avec une échelle logarithmique de base 10](#)
  - o [2.1 Construction](#)
  - o [2.2 Comparaison d'une échelle linéaire et d'une échelle logarithmique](#)
- [3 Exemples d'utilisations](#)
- [4 Voir aussi](#)
  - o [4.1 Articles connexes](#)
  - o [4.2 Liens externes](#)

## Définition

L'échelle logarithmique n'est définie que pour des valeurs strictement positives. Une base logarithmique  $b$  est choisie, correspondant à un type de [logarithme](#), les plus courants étant :

- le [logarithme népérien](#), dont la base est  $e$ .
- en statistiques, *généralement* le [logarithme décimal](#) (base 10).
- en informatique, le logarithme de base 2.

Toute autre base reste possible, elles sont seulement plus rarement utilisées. Les échelles obtenues sont identiques à un rapport près, seuls les calculs de pente seront différents.

L'origine (le zéro) de l'échelle correspond à la valeur  $b^0 = 1$  ; vers la droite (ou : vers le haut), le nombre  $b$  est placé à une unité de l'origine,  $b^2$  à deux unités,  $b^3$  à trois unités, etc. Vers la gauche (ou : vers le bas), on trouve les puissances négatives de  $b$  :  $b^{-1}$  (=  $1/b$ ) à une unité,  $b^{-2} = 1 / b^2$  à deux unités, etc.

Plus généralement, un nombre  $x$  est placé sur l'échelle à une distance  $\log_b(x)$  : c'est sa **coordonnée logarithmique**.

Sur ce type d'échelle, les grands nombres sont comprimés très proches de l'origine et facilement représentés (en base 10 par exemple, un nombre dix fois plus grand est seulement une unité plus loin), en revanche les nombres entre 0 et 1 sont dilatés et très vite renvoyés vers l'infini négatif.

Lire la suite sur le site [http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89chelle\\_logarithmique](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89chelle_logarithmique)

**Repère log-log** – D'après Wikipédia

Un **repère log-log** est un repère dans lequel les deux axes sont gradués selon une [échelle logarithmique](#).

Un repère log-log permet de représenter des phénomènes où y est une [fonction puissance](#) de x ou, plus généralement, des mesures où x et y peuvent prendre des valeurs proches de 1 et proches de  $10^5$

### **Exemple**

Représentation dans un repère log-log de la période de certaines [planètes](#) en fonction du demi-grand axe de leur trajectoire ([lois de Kepler](#)).

<b>Planète</b>	<b>demi grand axe en <math>10^9</math> m</b>	<b>période en <math>10^6</math> s</b>
<b>Mercure</b>	57,9	7,58
<b>Vénus</b>	108,2	19,36
<b>Terre</b>	149,6	31,47
<b>Mars</b>	227,9	59,19
<b>Jupiter</b>	778,3	373,32

Graphique à consulter à la source - Période et demi grand axe dans un repère log-log.

(voir [Série statistique à deux variables](#) pour un ajustement de cette droite).

La même série de données en repère cartésien, aurait conduit à un tassement des premiers points pour permettre le placement du dernier point et aurait montré des points se plaçant vaguement sur une courbe polynomiale. Voir graphique à consulter à la source;

**Voir aussi :** [Repère semi-logarithmique](#)

Source [http://fr.wikipedia.org/wiki/Rep%C3%A8re\\_log-log](http://fr.wikipedia.org/wiki/Rep%C3%A8re_log-log)

**Modélisation inverse** - Sélection par Jacques hallard de 2 documents en français.

**Modélisation inverse pour l'optimisation des sources primaires de pollution atmosphérique à l'échelle régionale** - Thèse 2005. Source :

<http://www.lmd.polytechnique.fr/intro/Files/theseIPISON-20051207.pdf>

### **Thèmes**

- » [Modélisation Biogéochimique](#)
- » [Modélisation Physique-Biologique](#)
- » [Modélisation Inverse](#)

### **Modélisation Biogéochimique**

Le processus par lequel le CO<sub>2</sub> dissous à la surface de l'océan est transformé en carbone organique par le biais de la photosynthèse puis transporté au fond de l'océan est connu sous le nom de "pompe biologique". Ce processus crée un gradient vertical en surface qui favorise le transfert de CO<sub>2</sub> depuis l'atmosphère vers la couche supérieure de l'océan. Dans la plupart des régions, le transport du carbone organique vers le fond de l'océan est dominé par la descente du carbone organique particulaire. La matière organique dissoute ( MOD ) représente la plus importante partie du carbone organique présent dans l'océan. La MOD est libérée par les organismes planctoniques et s'accumule en surface puisque seulement une partie de celle-ci est recyclée par les bactéries ou par réactions photochimiques. Bien que la MOD soit échangée à un rythme très lent entre la surface de l'océan et l'atmosphère, son influence à long terme sur le cycle global du carbone pourrait toutefois s'avérer significatif en raison principalement de sa dominance dans la composition du carbone organique marin.

Schéma à consulter à la source - Dans le nord de l'Atlantique, la formation d'eaux profondes est considérée comme étant le mécanisme privilégié pour le transfert de la MOD depuis la surface vers le fond de l'océan où elle peut s'accumuler pendant plusieurs milliers d'années. La Mer du Labrador est un site primaire dans le nord de l'Atlantique pour la formation d'eaux profondes et représente par conséquent un point d'entrée majeur de la MOD dans le fond océanique. Dans la Mer du Labrador, l'échange de la MOD peut constituer la partie dominante du transfert total de carbone organique entre les eaux de surface et les eaux profondes.

La Mer du Labrador est caractérisée par d'importantes variations interannuelles au niveau de la circulation océanique et de la dynamique du plancton. Des progrès récents au niveau de la modélisation de la circulation océanique nous ont permis de modéliser la variation interannuelle des processus de l'écosystème planctonique et de sa structure trophique. À cette fin, nous avons développé un modèle plancton-MOD suivant une approche optimale et adaptative. Le modèle unidimensionnel (1D) est appliqué à la Mer du Labrador et forcé localement par les champs de température, courants et coefficients de mélange obtenus à l'aide du modèle de circulation océanique [POP](#) appliqué à l'échelle du nord de l'Atlantique. Nous utilisons le modèle plancton-MOD pour analyser l'effet des variations climatiques sur le cycle local du carbone et des conséquences sur le mélange et le transport de la MOD et du carbone organique particulaire entre les eaux de surface et profondes de la Mer du Labrador.

## **Modélisation physique-biologique**

Le but premier de nos efforts de modélisation physique-biologique est d'évaluer le comportement de nos modèles d'écosystèmes planctoniques lorsque soumis à différentes conditions physiques résultant de variations climatiques. Ce travail a pour but de : *i*) reproduire l'évolution de certaines variables de l'écosystème (e.g. biomasse de phytoplancton et de zooplancton, sels nutritifs) pour lesquelles nous disposons de données observées à différent niveaux de résolution spatiale et temporelle; *ii*) estimer quantitativement les processus inhérents à l'écosystème (e.g. production primaire); et *iii*) développer des outils utiles dans la mise en oeuvre de la gestion écosystémique et de la prévision écologique.

Nos efforts de modélisation physique-biologique ont jusqu'à présent été concentrés sur trois approches : *i*) modèles adimensionnels (0D); *ii*) modèles unidimensionnels (1D); et *iii*) modèles tridimensionnels (3D).

L'approche adimensionnelle consiste à contenir l'écosystème à l'intérieur d'une boîte unique qui correspond à la couche mélangée de surface à un instant donné. Cette boîte interagit avec la masse d'eau située en dessous pour laquelle les propriétés sont connues (*i.e.* conditions frontières). Le modèle écosystème est forcé physiquement par la profondeur de la couche mélangée de surface qui est calculée à partir de profils de température et salinité observés. Cette approche est appliquée dans deux projets majeurs : *i*) modélisation de la variabilité interdécadale du plateau Néo-Écossais basée sur des données historiques répertoriées à l' IOB dans les bases de données [hydrographiques](#) et [BioChem](#); *ii*) modélisation de la variabilité interannuelle d'une baie intérieure (baie de Lunenburg, Nouvelle-Écosse, Canada) basée sur la collecte de données à haute fréquence dans le cadre du projet interdisciplinaire [CMEP](#).

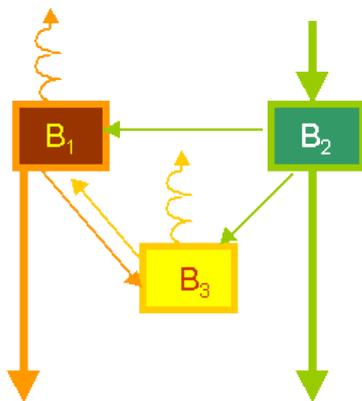
Dans l'approche unidimensionnelle, l'écosystème est représenté par une série de boîtes contiguës distribuées le long de la colonne d'eau. Chaque boîte interagit avec ses boîtes voisines qui sont soumises aux conditions physiques générées à l'aide d'un modèle de prédiction océanique ([GOTM](#) dans notre cas). De son côté, le modèle océanique réagit aux conditions météorologiques locales (e.g. flux de chaleur et de quantité de mouvement) ainsi qu'à d'autres variables de forçage physique (e.g. courants de marée et d'advection verticale). Cette approche est appliquée dans deux projets majeurs : *i*) modélisation de la variabilité interannuelle d'une station côtière fixe (*i.e.* la Station 2 située ~50 km au sud est de Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada) basée sur des données ca. bihebdomadaires collectées dans le cadre du [PZMA](#); *ii*) modélisation de la variabilité intrasaisonnaire à la Station 2 basée sur des données à haute fréquence et faible résolution spatiale collectées dans le cadre d'expériences de déploiement du profileur [SeaHorse](#).

Schéma à consulter à la source - Finalement, nos efforts de modélisation tridimensionnelle ont jusqu'ici été concentrés sur le couplage en ligne de modèles NPZ simples avec le modèle de circulation océanique [POP](#). Cet exercice a été réalisé dans le but de tester différentes formulations des processus écologiques à grande échelle (*i.e.* nord de l'Atlantique). De plus, cet exercice constitue la base pour l'implémentation de techniques d'assimilation de données biologiques (*i.e.* chlorophylle) à l'intérieur des modèles physique-biologiques.

## Modélisation inverse

La modélisation inverse est une technique généralement reconnue dans le domaine des sciences physiques et de plus en plus appliquée en écologie aquatique et en biogéochimie. La modélisation inverse est la réciproque de la modélisation prédictive (ou simulation). La modélisation prédictive consiste à faire avancer un modèle dans le temps à partir de conditions initiales et de paramètres définis a priori. Les résultats de la simulation sont comparés à une série d'observations dans le but d'évaluer le réalisme ou la capacité prédictive du modèle. À l'opposé, la modélisation inverse consiste à reconstruire les conditions initiales et les paramètres du modèle à partir de données observées. Les buts de la modélisation inverse sont donc de nous renseigner sur les composantes souvent mal connues que sont les paramètres du modèle et d'exploiter avantageusement l'information contenue dans les observations disponibles.

Nos recherches en modélisation inverse se concentrent sur des modèles statiques (i.e. indépendants du temps) sur la base de l'hypothèse que l'écosystème est en état d'équilibre ou de quasi-équilibre. De tels modèles statiques sont utilisés pour reconstruire les flux de masse et d'énergie entre les différents compartiments d'un modèle d'écosystème. Puisqu'il est pratiquement impossible de mesurer tous les flux entre les compartiments d'un écosystème complexe, la modélisation inverse est souvent utilisée comme outil d'inférence permettant d'estimer les flux manquants. Toutefois, la modélisation inverse n'étant pas parfaite, nous essayons dans le cadre de nos recherches de remédier à certaines limitations de cette méthode.



[Suivez ce lien pour une brève leçon d'introduction à la modélisation inverse des écosystèmes marins.](#)

Dernière mise à jour : 2007-02-07 -

[Avis importants](#)

Source <http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ecosystems/themes-f.html>

## Radionucléides ou radioisotopes – Introduction d'un article de Wikipédia

Les **radioisotopes**, ou **radionucléides**, contraction de *radioactivité* et d'*isotope* ou de *nucléide*, sont des **atomes** dont le **noyau** est instable et est donc **radioactif**. Un *radioélément* est un **élément chimique** dont tous les isotopes connus sont des radioisotopes. Cette instabilité peut être due à un excès de **protons**, de **neutrons** voire des deux. Les radioisotopes existent naturellement mais peuvent aussi être produits artificiellement par une **réaction nucléaire**.

Lors d'une catastrophe nucléaire (telle que la **catastrophe de Tchernobyl**) ou lors d'une **explosion atomique** (telle qu'un **essai nucléaire**), une grande quantité de radionucléides sont propulsés dans l'atmosphère, se propagent autour du globe terrestre et retombent plus ou moins rapidement sur le sol.

 A consulter à la source

Ce graphique à barres compare les relevés de **radioisotopes** constatés sur le terrain en **juin 2011** à 500 mètres de la **centrale de Fukushima Unité I** (à *gauche*) avec les données équivalentes fournies dans un rapport de l'**OCDE** pour la **catastrophe de Tchernobyl** (à *droite*).

### Sommaire

- [1 Utilisation des radioisotopes](#)
  - o [1.1 En médecine nucléaire](#)
  - o [1.2 Dans l'industrie](#)
  - o [1.3 Dans l'environnement](#)
- [2 Période radioactive des radioisotopes](#)
- [3 Notes et références](#)
- [4 Voir aussi](#)

### Utilisation des radioisotopes

#### En médecine nucléaire

Article détaillé : [médecine nucléaire](#).

Les radioisotopes sont largement utilisés à des fins de **diagnostic** ou de recherche. Les radioisotopes présents naturellement ou introduits dans le **corps**, émettent des **rayons gamma** et, après détection et traitement des résultats, fournissent des informations sur l'**anatomie** de la personne et sur le fonctionnement de certains **organes** spécifiques. Lorsqu'ils sont utilisés ainsi les radioisotopes sont appelés **traceurs**.

La **radiothérapie** utilise aussi des radioisotopes dans le traitement de certaines **maladies** comme le **cancer**. Des sources puissantes de rayons gamma sont aussi utilisées pour **stériliser** le matériel médical.

Dans les pays occidentaux, environ une personne sur deux est susceptible de bénéficier

## Traité d'interdiction complète des essais nucléaires - Introduction d'un article Wikipédia

Le **Traité d'interdiction complète des essais nucléaires** ou **TICEN** ou encore **TICE** (en anglais *Comprehensive Test Ban Treaty* : CTBT) est un traité international interdisant tout [essai nucléaire](#) ou tout autre type d'[explosion nucléaire](#), que ce soit à des fins pacifiques ou militaires, dans quelque environnement que ce soit.

Le TICEN a été ouvert à la signature le [24 septembre 1996](#) à [New York](#), aux [États-Unis](#). Il n'est toujours pas entré en vigueur. En effet, pour ce faire, il faut que les 44 États repris dans l'annexe 2 du Traité ratifient le texte ; or, à la date du 29 septembre 2008, seuls 35 d'entre eux l'ont fait.

 Représentation schématique

Les quatre types d'essais nucléaires :

- 1) atmosphérique
  - 2) souterrain
  - 3) extra-atmosphérique
  - 4) sous-marin
- Sommaire
- [1 Principales dispositions](#)
  - [2 Adhésion](#)
  - [3 Notes et références](#)
  - [4 Voir aussi](#)
    - o [4.1 Articles connexes](#)
    - o [4.2 Liens externes](#)

Article complet sur [http://fr.wikipedia.org/wiki/Trait%C3%A9\\_d%27interdiction\\_compl%C3%A8te\\_des\\_essais\\_nucl%C3%A9aires](http://fr.wikipedia.org/wiki/Trait%C3%A9_d%27interdiction_compl%C3%A8te_des_essais_nucl%C3%A9aires)

### Traduction, définitions et compléments :

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.

Relecture et corrections : Christiane Hallard-Lauffenburger, professeur des écoles honoraire.

Adresse : 585 19 Chemin du Malpas 13940 Mollégès France

Courriel : [jacques.hallard921@orange.fr](mailto:jacques.hallard921@orange.fr)

Fichier : ISIS Santé Nucléaire ***Fukushima Fallout Rivals Chernobyl*** French version.3 allégée.

---