

VARIATIONS DE LA MORTALITE INFANTILE
A LA SUITE DE L' ACCIDENT DE THREE MILE ISLAND .

Dr. E. J. STERNGLOSS
Département de Radiologie
Université de Pittsburgh
Ecole de Médecine
Pittsburgh, PA 15261

Présenté au 5^{ème} Congrès Mondial
des Ingénieurs et Architectes
Tel-Aviv, Israel
25 Janvier 1980

Bien que les estimations faites sur l'impact de l'accident de Three Mile Island sur la santé aient mis surtout l'accent sur l'augmentation du risque de cancer et l'effet du choc psychologique⁽¹⁾, le problème le plus immédiat était posé par les effets possibles sur l'enfant en gestation dans le ventre de sa mère de la tendance de l'iode radioactive à se concentrer dans les glandes thyroïdes des enfants et des foetus⁽²⁾.

C'est l'existence d'importants rejets incontrôlés de produits de fission gazeux radioactifs comprenant de l'iode 131 qui a conduit le Gouverneur de Pensylvanie Thornburg à ordonner l'évacuation de toutes les femmes enceintes et de tous les enfants en bas âge dans un rayon de cinq miles autour de la centrale le troisième jour de l'accident, le vendredi 30 Mars 1979.

Des études ultérieures menées par différents organismes gouvernementaux et privés confirment que de grandes quantités d'iode 131 furent libérées au cours de l'accident, les estimations variant de 1,4 curies pour une étude effectuée très tôt par la N.R.C.⁽³⁾ jusqu'à l'extrême de 14 curies pour une étude ultérieure réalisée par un cabinet d'experts privés pour le compte de l'exploitant⁽⁴⁾. Pour apprécier la valeur de ces chiffres, il suffit de savoir que l'unité utilisée pour mesurer les concentrations d'iode 131 dans le lait est la pico-curie, soit un millionième de millionième de curie.

Ces études montrent en outre que la plupart des rejets gazeux ont eu lieu dans les deux premiers jours de l'accident qui a débuté à l'aube du 28 Mars. Ainsi on a calculé que sur les 10 millions de curies de gaz radioactifs libérés dans les six premiers jours, 7 millions l'ont été dans les premières 36 heures⁽⁴⁾.

De plus, elles considèrent que la plus grande part du rayonnement gamma du au passage des nuages de gaz de fission a été reçue dans les tous premiers jours de l'accident. La dose externe de rayonnement gamma ainsi reçue est estimée par tous les organismes comme s'élevant à environ 70 ou 80 millirems pour les personnes le plus près de la centrale.

Ces études montrent encore que la plus grande part de la dose d'iode 131 fixée par la thyroïde provient de l'inhalation de cet isotope radioactif plutôt que de l'ingestion de lait ou d'eau⁽⁴⁾.

Pour la thyroïde des enfants, cette dose maximum est évaluée à 10 mrem par inhalation et 1,1 mrem par ingestion de lait⁽⁴⁾. En raison du plus faible volume d'air inhalé par les enfants, la dose maximum est censée ne pas avoir été beaucoup plus importante que pour les adultes, bien que la thyroïde d'un enfant soit dix fois plus petite.

Aucune estimation n'a été publiée pour la thyroïde des foetus dont on sait qu'elle commence à fonctionner activement entre le cinquième et le sixième mois

du développement intra-utérin (5)(6). Cependant, des mesures antérieures réalisées pour des expositions faibles au moment des ^{importantes} ~~lamentables~~ retombées des essais d'armes nucléaires mettent en évidence que les doses reçues par la thyroïde d'un fœtus peuvent être dix ou vingt fois supérieures à celles d'un enfant et cent fois supérieures à celles d'un adulte. (7)(8) Cela provient du fait que la glande thyroïde embryonnaire possède une masse très faible de l'ordre de 0,10 à 0,20 grammes, soit cent ou deux cents fois moins que les 20 grammes d'une thyroïde d'homme adulte.

On peut ainsi estimer que dans les zones les plus directement exposées dans un rayon de 5 à 10 miles autour de la centrale de Three Mile Island, la thyroïde des fœtus a probablement reçu des doses de radiation de l'ordre de 100 à 1000 mrems pour le seul iode 131. A ceci s'ajoutent les radiations gamma reçues par le corps entier et provenant des gaz rares, les contributions des nombreux isotopes de l'iode à courte durée de vie et l'intégralité des doses d'autres isotopes importants comme le Césium 137, le Césium 134, le Tritium, le Baryum 140, le Strontium 89, etc., qui dépendent beaucoup du régime alimentaire de la mère dans les semaines qui ont suivi l'accident.

De la sorte, les fœtus de 5 à 9 mois ont probablement reçu en ce qui concerne la thyroïde, des doses moyennes allant de 200 à 1.100 mrems (en plus de 200). D'autre part, le nuage radio-actif a touché le sol en plusieurs points situés à quelques miles de la centrale, de ce fait des individus situés dans ces zones ont facilement pu recevoir des doses 5 à 10 fois supérieures dans les deux premiers jours avant l'évacuation des femmes enceintes.

Une dose de 200 à 1.100 mrems équivaut à ce que reçoit un fœtus pendant un examen aux rayons X, un simple film abdominal envoyant une dose de 200 à 300 mrems (9)(10)

Le fait que des examens radiologiques pendant le développement du fœtus puisse entraîner de sérieux dommages biologiques est maintenant très largement admis par la communauté médicale à la suite des études épidémiologiques menées à grande échelle par Stewart (11) MacMahon (12) Diamond (13) Bross (14) Graham (15) et d'autres.

Dans ce cas, il n'y a pas qu'un risque accru de leucémie et de cancer comme l'avait établi Stewart (11). Une récente étude prospective réalisée par Diamond et ses associés à l'Université Johns Hopkins (13) a révélé que le risque de mortalité augmentait pour de toutes autres raisons, principalement dans la première année de vie pour ceux qui ont reçu des rayons X in-utero. Cela inclut la mort par troubles respiratoires, maladies infectieuses et maladies du système nerveux central. De plus, l'étude faite à John Hopkins et celle de Stewart, prouvent que plus l'exposition a lieu tôt plus le risque d'effets néfastes est grand.

Ainsi l'étude de Stewart a démontré que si la dose nécessaire pour doubler les risques de leucémie et de cancer se situe autour de 1.200 mrem quand la plupart des rayons X sont reçus juste avant la naissance, mais qu'une dose de 80 mrem suffit à doubler les risques quand l'irradiation intervient dans les trois premiers mois de la gestation⁽¹¹⁾.

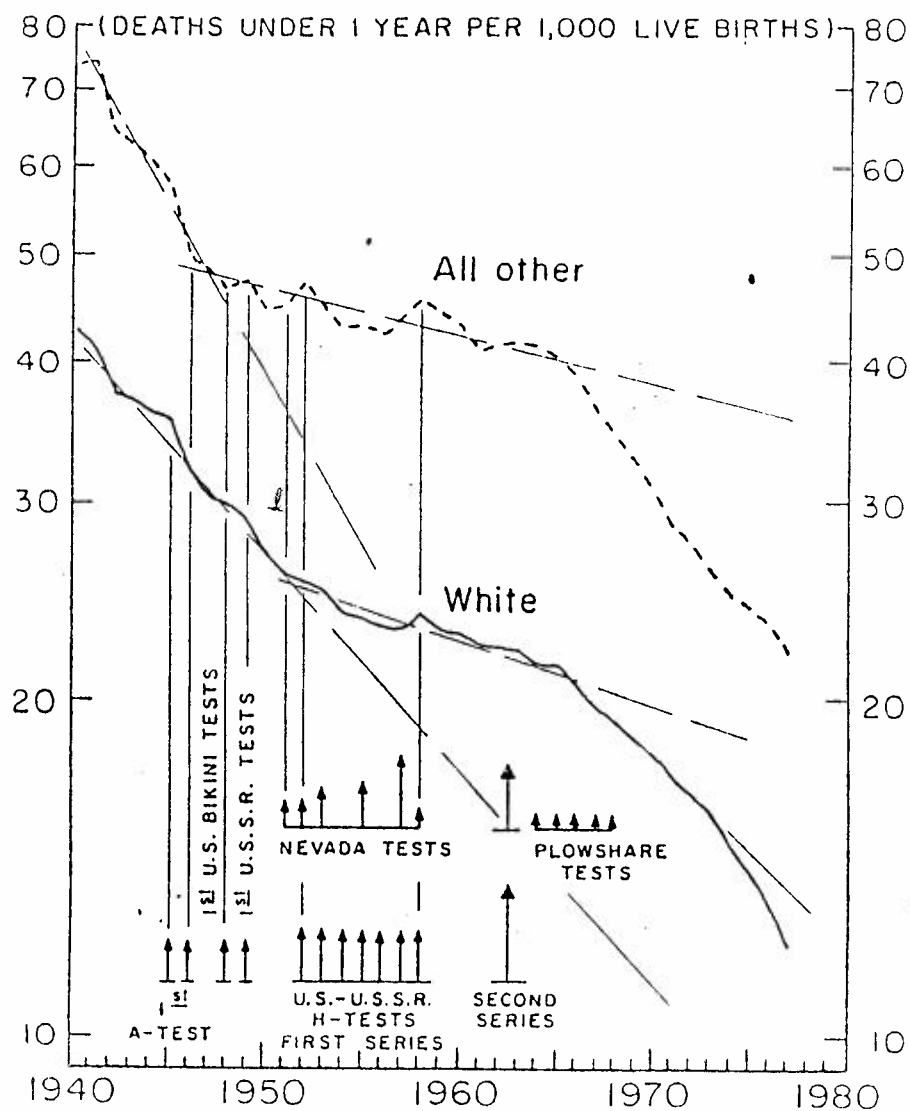
Il semble donc que si la délicate glande thyroïde, qui contrôle le développement et la croissance du fœtus à partir du 5e et 6e mois de grossesse, reçoit des doses de 200 à 1.100 mrem, cela peut se traduire par des effets notables pour le fœtus: croissance et maturation retardées entraînant une augmentation du risque de mortalité au cours de la première année de vie. Le risque le plus grand concerne la période critique de transition entre l'existence intra-utérine et l'instant où les poumons du nouveau-né doivent brusquement assumer la fonction vitale de la respiration⁽¹⁶⁾.

Un grand nombre d'études montrent que les enfants nés prématurément, d'un développement ou d'un poids insuffisant ont une forte tendance à souffrir de difficultés respiratoires ou de maladies de la membrane hyaline.⁽¹⁶⁾

Ainsi, même un léger retard de développement dû à des troubles dans la sécrétion des hormones de croissance durant les derniers mois de développement intra-utérin par la glande thyroïde, aurait pour conséquence un accroissement de la mortalité post-natale par insuffisance respiratoire. L'incapacité à produire l'indispensable tissu pulmonaire en quantités suffisantes peut par conséquent conduire à des troubles respiratoires et à la mort suite aux défauts de la thyroïde ou de l'hypophyse qui contrôle la production de l'hormone de croissance par la thyroïde⁽¹⁷⁾.

Le ralentissement de la croissance du fœtus et de l'enfant provoqué par l'iode radio-actif provenant d'essais d'armes nucléaires a déjà été observé à la suite de l'exposition accidentelle aux retombées lors de l'explosion de la bombe à hydrogène Bravo aux îles Marshall en 1954⁽¹⁸⁾. Alors, on observa non seulement des avortements spontanés chez les femmes les plus exposées, mais aussi un ralentissement sensible de la croissance des enfants exposés aux retombées, ralentissement d'autant plus grand que les enfants étaient jers

L'effet de doses, même faibles, d'iode radio-actif pour le développement du fœtus est par ailleurs mis en évidence par le fait qu'aux U.S.A., le poids à la naissance des prématurés commence à diminuer ^{brutalement} dans les années 50, période à laquelle ont eu lieu les retombées d'essais d'armes nucléaires les plus importantes du continent américain. De plus, depuis l'arrêt des essais à grande échelle de bombes atomiques dans l'atmosphère par les U.S.A. et l'U.R.S.S., le poids des nouveaux-nés a cessé de diminuer et on a même observé un retour inespéré à la baisse de la mortalité infantile qui s'était stabilisée pendant la période des retombées importantes.



FROM: U.S. MONTHLY VITAL STATISTICS REPORTS
vol. 28, N°1 le 11 Mai 1979

Figure I : Taux de mortalité infantile (suivant l'origine sociale) U.S.A.
1940-1977

Le graphique de la figure I, fait à partir de la plus récente synthèse des tendances de la mortalité infantile, publié par le Département Américain de la Santé et de l'Education et par le Centre National des Statistiques de la santé et le niveau de vie, le montre bien. Les flèches rajoutées indiquent les périodes où ont eu lieu de nombreux essais nucléaires dans l'atmosphère. On voit que le déclin de la mortalité infantile aux U.S.A. s'est brusquement arrêté entre 1945 et 1951 quand ont commencé les essais d'armes nucléaires à Alamogordo, New Mexico, dans les îles Marshall et en Sibérie.

Pendant les années où les essais d'armes nucléaires dans la très basse atmosphère étaient très nombreux, c'est-à-dire de 1956 à 1958, il y a eu réellement un renversement de la tendance à la baisse de la mortalité infantile. Qui s'est poursuivi jusqu'à l'arrêt momentané des essais de 1959 à 1961.

Une brève reprise a précédé le traité de 1963 interdisant les essais de bombe nucléaire dans l'atmosphère. Bien que la France et la Chine aient continué leurs essais, la fin de ceux réalisés à grande échelle dans l'atmosphère par les U.S.A., l'U.R.S.S. et la Grande Bretagne, s'est traduit par une baisse progressive du taux de mortalité infantile qui s'est continuée jusqu' maintenant. Ce retour à la baisse s'observe aussi bien pour les populations blanches que non-blanches après un arrêt dramatique pendant les années 50, dont on ne connaissait pas à cette époque là les raisons (23).

La relation entre les retombées atomiques et les variations de la mortalité infantile a été envisagée pour la première fois en 1969 (20). Pourtant, à cette époque, Stewart et Kneale (11) n'avaient pas encore publié la preuve que le fœtus aux premiers stades de son développement pouvait être quinze fois plus sensible aux radiations qu'un enfant arrivé à terme; il était donc difficile d'expliquer l'importance de cet effet (24). De même, l'étude de Diamond et de ses collaborateurs montrant que toutes les causes de mortalité, et pas seulement la leucémie et le cancer, augmentaient après de faibles expositions au stade intra-utérin et qu'il y avait un effet général sur toutes les causes de mortalité, n'avait pas été publiée.

Aussi, certains expliquaient que l'arrêt du déclin de la mortalité infantile était dû à ce que on avait tiré tous les effets possibles de l'amélioration des soins médicaux, du régime alimentaire et des médicaments, et que, par conséquent la mortalité infantile avait atteint le niveau le plus bas possible pour les U.S.A. (24)

Mais ce n'est pas le cas, comme le montre clairement la figure I : la mortalité infantile a recommencé à décroître avec l'arrêt des retombées radio-actives importantes jusqu'à rattrapper les taux qui auraient pu être enregistrés s'il n'y avait pas eu les conséquences des essais massifs d'armes nucléaires (21)

L'effet de petites quantités de produits de fission à courte durée de vie tels que l'iode 131 (différent de l'effet à long terme qu'on peut comparer avec la fixation du Strontium 90 dans les os d'une jeune femme avant qu'elle soit enceinte (21)), est montré de manière particulièrement frappante par la figure 2. Sur celle-ci, le taux de mortalité infantile du New Hampshire, situé à quelques 2.500 miles à l'est du centre d'essais du Nevada, a été porté pour les années 1946 à 1974 sur le même graphique que les rendements officiellement communiqués des petites armes nucléaires tactiques qui y ont explosé entre 1951 et 1962.

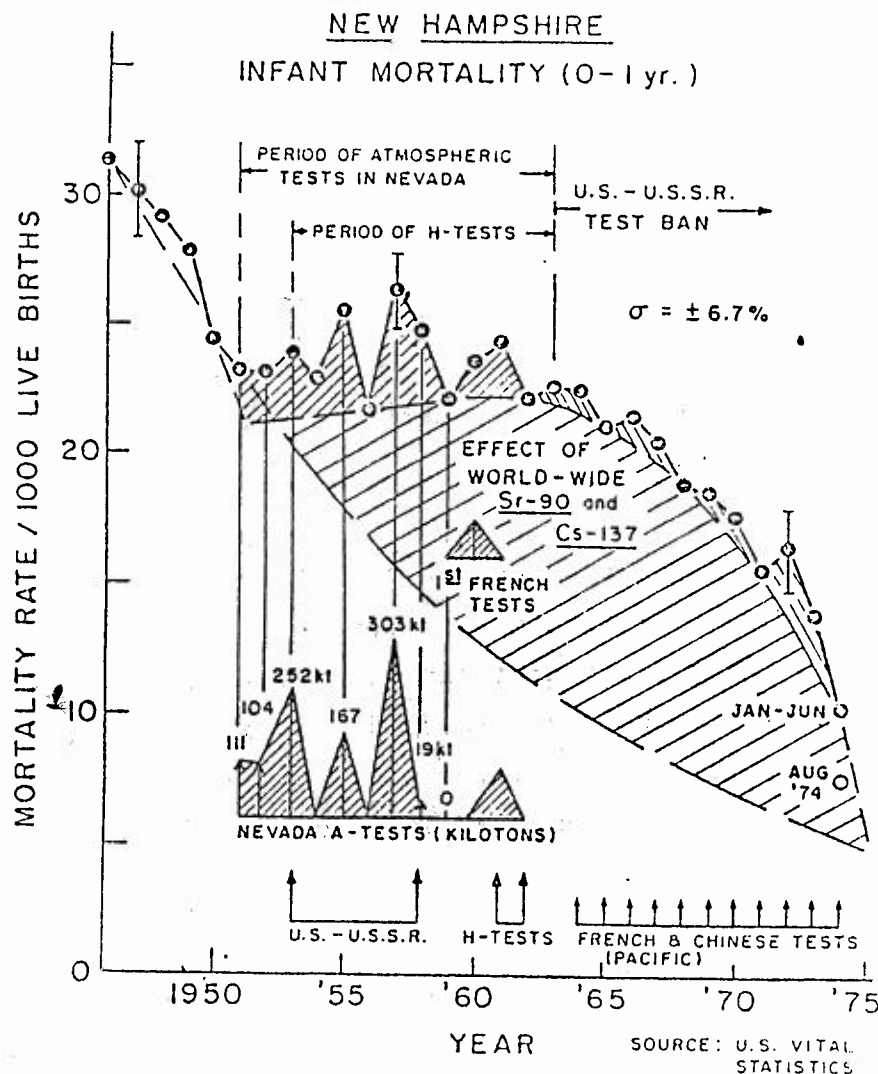


Figure 2 : Taux de mortalité infantile au New Hampshire de 1945 à 1974 comparé avec les essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère au Nevada. A noter la correspondance entre les pics du taux de mortalité et ceux des essais au Nevada.

L'étude de ce graphique montre qu'au moment même où a débuté la campagne d'essais de 1951 au Nevada, on a noté une brusque interruption dans la tendance à la baisse de la mortalité infantile qu'on observait depuis de nombreuses années, suivie du renversement de cette tendance pendant les courtes périodes coïncidant avec les essais. Chaque fois qu'un essai a été effectué au Nevada, on a constaté une forte pointe de la mortalité infantile au New Hampshire où les retombées radio-actives parvenaient avec les inévitables chutes de pluie et de neige dans les "White Mountains".

Ces pointes tout à fait anormales n'ont disparu qu'à la fin des essais au Nevada et ce n'est qu'avec l'arrêt de tous les essais à grande échelle que le taux de mortalité infantile se remit à baisser, atteignant finalement les valeurs basses qu'il aurait pris si la campagne d'essais n'avait pas eu lieu.

Ces résultats sont essentiels dans le cas de Thee Mile Island:

En effet, quelque soit l'année étudiée, les doses externes de rayons gamma dues aux retombées dans l'est des U.S.A. restent en général inférieures pour une année complète aux 70 à 80 mrem mesurés en quelques jours à Thee Mile Island.

Ainsi les mesures à long terme de la dose gamma, effectuées aux Laboratoires Nationaux de Brookhaven depuis les années 40 ⁽²⁶⁾ montrent que la dose annuelle pour le rayonnement gamma n'atteignit 76 mrem - la dose relevée en quelques jours à Thee Mile Island - que pendant l'année 1963 .

De plus, les figures 1 et 2 montrent clairement des pics significatifs de mortalité infantile associés aux essais d'armes (nucléaires) au Nevada, dans le Pacifique et en Sibérie. Cela indique que les doses internes réellement reçues par les organes sensibles, par inhalation et ingestion de produits de fission sont plus lourdes de conséquences de par leur importance biologique, que les doses gamma externes relevées par les badges et autres appareils de mesure, chaque fois que les effluents radioactifs sont relâchés dans l'atmosphère ⁽²⁷⁾.

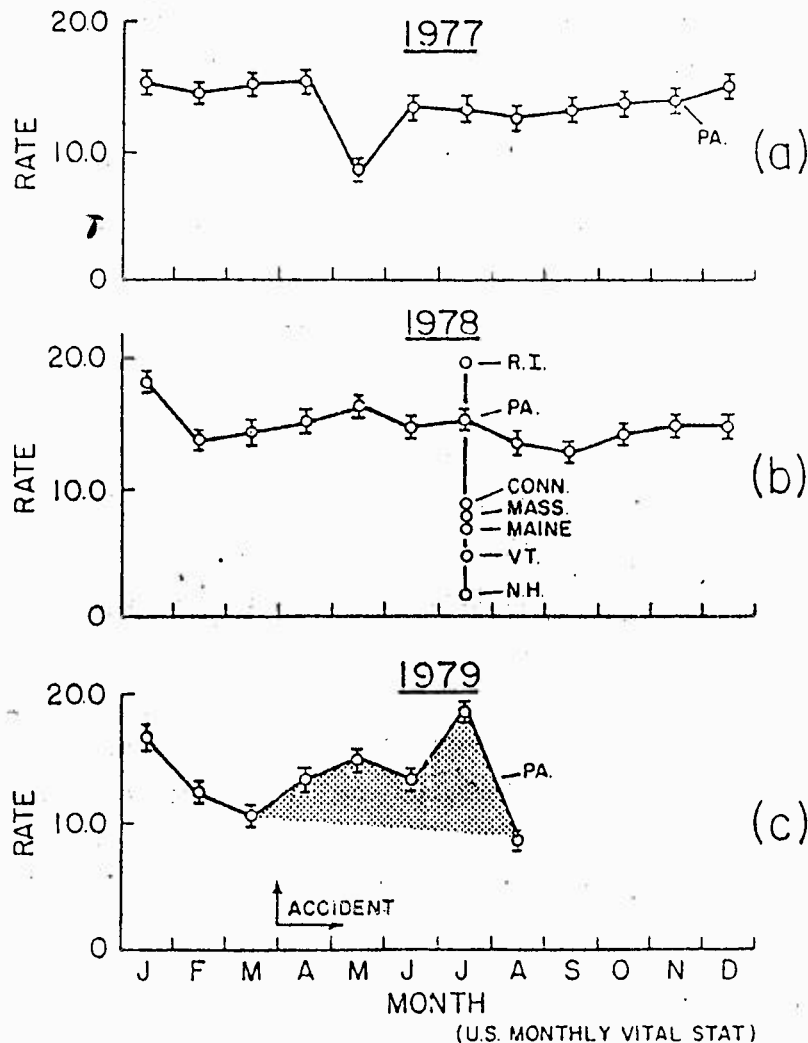
Ceci est étayé par une étude plus récente qui a montré une corrélation entre les variations de la mortalité infantile dans différentes régions du Wisconsin et les modifications de la concentration dans le lait de strontium 90 à la suite des essais nucléaires et de la mise en service des centrales nucléaires ⁽²⁸⁾.

En clair, chaque fois que des mécanismes biologiques non encore totalement expliqués ont été la cause de la mort de prématurés ou de tout nouveaux-nés, en association avec des difficultés respiratoires, on peut estimer que des doses externes de rayonnement gamma émis par des produits de fission comprenant de l'iode 131 à raison de 10 à 50 mrem, ont contribué aux variations annuelles de la mortalité infantile dans des proportions allant de 5 à 25% pour l'est des U.S.A. dans les années 50, ce qui correspond à un taux de 0,5% par mrem.

Donc, Le rejet de produits de fission contenant de l'iode 131 lors de l'accident de Three Island, devrait avoir été suivi par des pointes sensibles dans la mortalité infantile due des problèmes respiratoires et d'immaturité, quelques mois après l'accident, c'est-à-dire au moment où les enfants, dont les thyroïdes avaient commencé à fonctionner lors des rejets d'iode 131, sont nés. En outre, étant donné que les fœtus de moins de 5 - 6 mois de gestation n'avaient pas une glande thyroïde assez développée pour concentrer l'iode 131, contrairement à tous ceux qui en étaient à leurs 3 derniers mois ⁽⁵⁾, on devrait noter un rapide dé-

de la mortalité des nouveaux-nés à partir des 3 et 4^{èmes} mois après la fin des rejets gazeux. Plusieurs considérations montrent que ce scénario correspond bien à ce qui s'est passé en réalité.

Si on regarde d'abord les derniers mois par mois de la mortalité infantile en Pennsylvanie figurant dans les rapports des Statistiques Mensuelles de la Vie publiés par le Centre National pour les Statistiques sur la santé ⁽²⁹⁾, et portées sur la figure 3



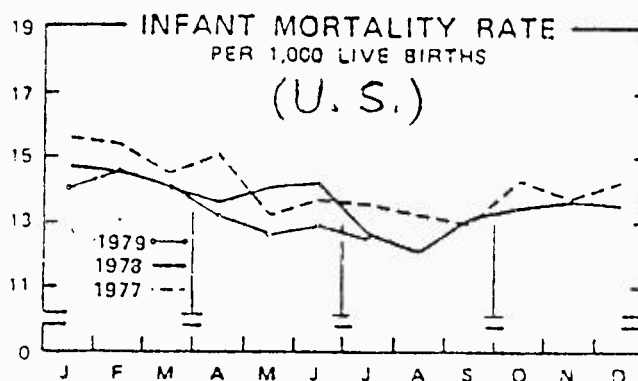
3. Taux de mortalité infantile en Pennsylvanie avant et après l'accident de Three Mile Island du 28 Mars 79 (a) 1977, (b) 1978 (c) 1979 - En (b), on a également porté les taux de mortalité des Etats de la Nouvelle Angleterre pour Juillet 78 - Noter que le taux le plus élevé correspond au Rhode Island situé sous le vent du réacteur de Millstone, et le plus bas au P New Hampshire

on voit qu'une pointe importante dans le taux de mortalité infantile a été enregistrée pendant l'été 1979, soit quelques 3 à 4 mois après que les rejets aient eu lieu. Groupée sur une période de 3 mois, l'augmentation a été de 32% (Tableau 1)

Comparée avec l'évolution normale de la mortalité infantile tout au long de l'année, et qui décroît généralement dans les mois d'été quand les risques de pneumonie et d'influenza sont faibles, l'accroissement de 78% de ce taux, qui passe de 10,4 décès par millier de naissances accomplies en Mars à un pic de 18,5 en Juillet, suivi par une baisse vers le seuil normalement attendu de 8,5 en Août, est tout à fait anormal. Toutefois, il est en parfait accord avec l'action redoutée de l'iode 131 radioactif sur la thyroïde des enfants.

Le passage de 141 à 271 des morts d'enfants est statistiquement très révélatrice, présentant un accroissement de plus de 5 écarts types pour lequel la probabilité d'une pure fluctuation statistique est bien inférieure à 1 pour 1.000 ($p \ll 0,001$)

Une augmentation aussi considérable n'a pas eu lieu dans l'ensemble des U.S.A. comme montre le graphique de la figure 4 (29).



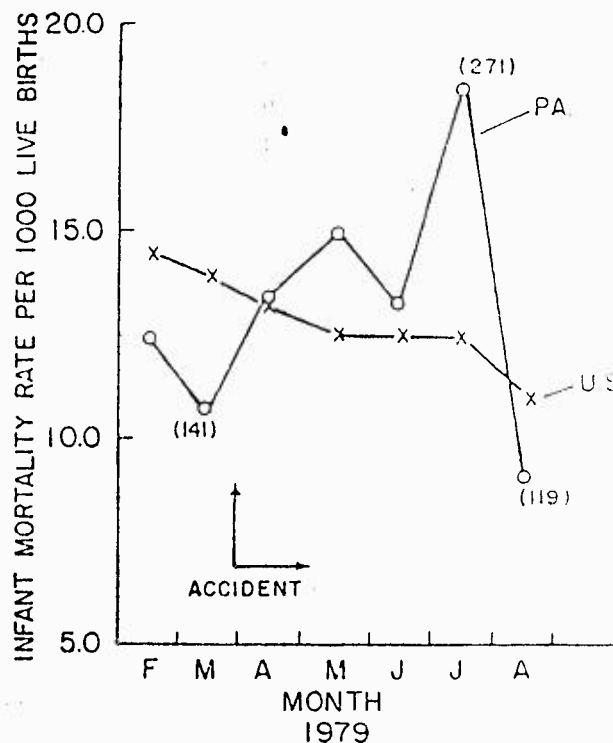
- 4 Taux mensuel de mortalité infantile aux U.S.A. pour 1977, 1978, 1979 (jusqu'en Juillet) - noter la tendance normale à des taux de mortalité plus faibles pendant les mois d'été.

En outre, il peut être constaté qu'on n'a pas enregistré de semblables accroissements au milieu de l'été au cours des années passées comme l'illustre la figure 4 pour les années 1977 et 78.

En fait, le taux de 18,5 pour 1.000 pour la mortalité infantile, par rapport aux naissances réussies au mois de Juillet en Pennsylvanie, était le plus élevé de tous les états situés à l'est du Mississippi, plaçant la Pennsylvanie au dessus d'états ruraux tels que le Mississippi ou l'Alabama où l'importante population non blanche avec sa situation socio-économique, son hygiène médicale, et son régime alimentaire des plus bas a été traditionnellement associée à une mortalité des plus fortes (30) (Tableau II)

Alors qu'avant l'accident de Three Mile Island, la Pennsylvanie avait un taux de mortalité infantile bien au-dessous de la moyenne américaine, vers le mois de Juillet, ce taux est passé bien au-dessus de cette moyenne, revenant à sa valeur habituelle -soit le taux américain moyen- dès le mois d'août, c'est-à-dire quatre à cinq mois après l'accident (voir figure 5)

Fig. 5 : Comparaison des taux mensuels de mortalité infantile en Pennsylvanie et aux USA, de Février à Août 79, avant et après l'accident de Three Mile Island du 28 Mars. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de décès d'enfants.



Ce laps de temps correspondait au moment où sont nés les enfants dont la glande thyroïde n'était pas complètement développée lors de l'exposition/

Etant donné que le vent soufflait principalement en direction de l'Ouest, du Nord-ouest et du Nord⁽³⁾ pendant les premiers jours des rejets, on pourrait s'attendre à une augmentation significative de la mortalité infantile pendant l'été dans les Etats situés au-dessus de L'Etat de New-York, à l'Ouest de la Pennsylvanie, mais pas à New-York situé en plein Est (voir les cartes des figures 6 et 7).

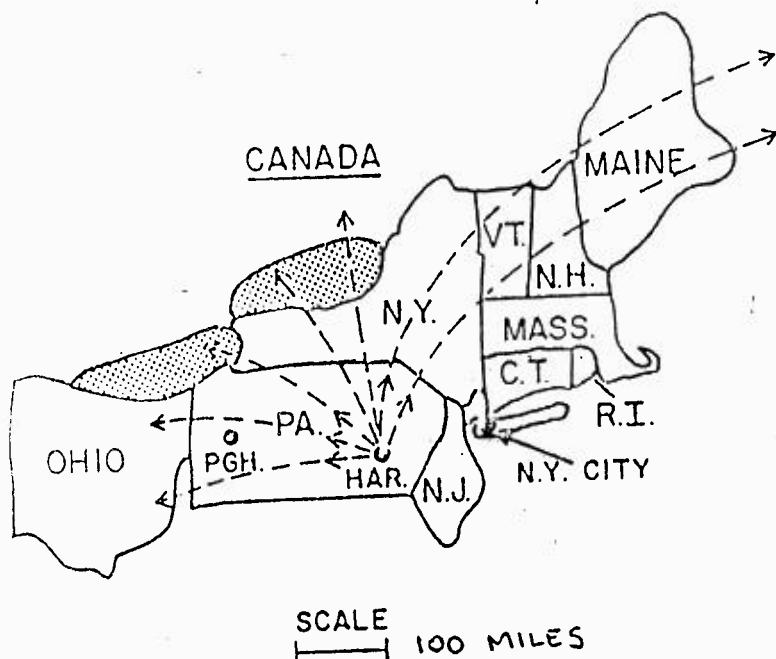


Fig.6: Carte du Nord-est des USA, situant Harrisburg, Pittsburgh et les états environnants ainsi que les principales directions prises par les gaz radioactifs au cours des deux premiers jours de l'accident.

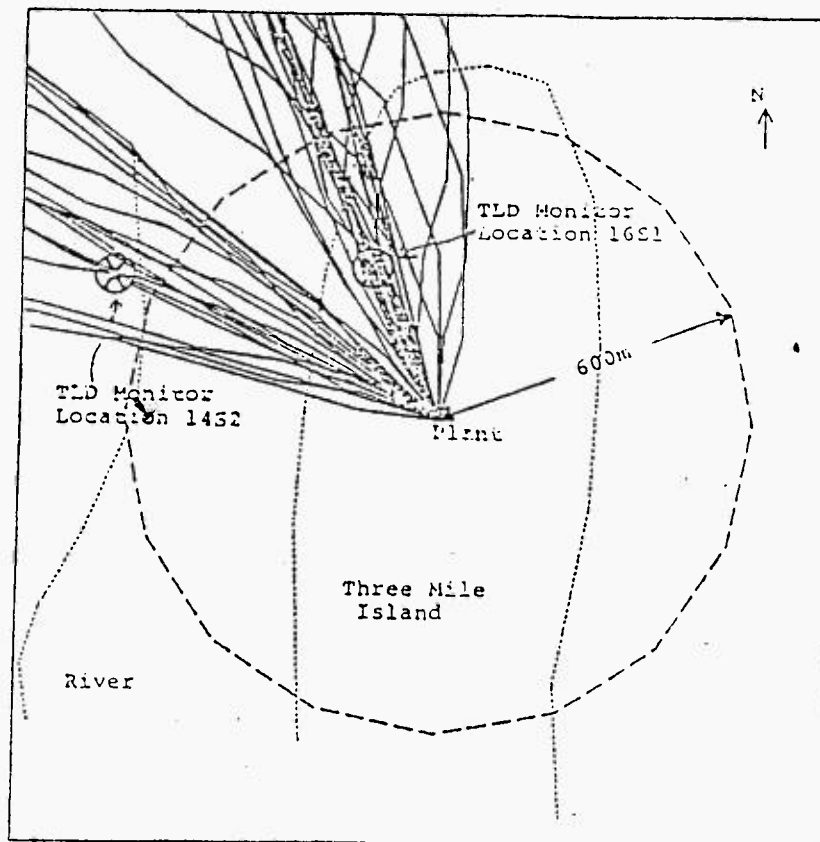


Fig.7: Tracé approximatif des directions prises par les gaz radioactifs relâchés au cours de l'accident, relevées toutes les 15 minutes à partir de 17h le 29 Mars79. (Tiré des données de la tour météorologique - réf 4)

Dans le même temps, la région d'Harrisburg devait présenter la plus grande augmentation du taux de mortalité pour les nouveaux-nés.

Cette supposition a été vérifiée par les variations de la mortalité infantile au cours de la période de 3 mois avant et après la fin des rejets de Three Mile Island (voir figure 8 et Tableau III en annexe). Dans ce tableau, les données des statistiques U.S. Mensuelles de la Vie figurent en compagnie des données obtenues des plus grands hôpitaux d'Harrisburg et de Pittsburgh⁽³¹⁾, puisque les données comté par comté pour la Pennsylvanie n'étaient pas encore disponibles.

Comme on peut le voir dans le Tableau IV et les figures 8 et 9, il y a eu une multiplication par 7 et un accroissement de 630% du nombre des décès de nouveaux-nés pour causes de carence de maturité et respiratoires à l'hôpital de Harrisburg pour la période des 3 mois (Mai - Juin - Juillet), par rapport respectivement à la même période de 1978 et aux trois mois qui ont immédiatement précédé l'accident (Février, Mars, Avril).

Une constatation similaire a pu être faite pour la région de Pittsburgh comme le reflètent les données de l'hôpital principal - qui comptabilise près de la moitié de toutes les naissances (Tableau V et figure 10) - même si les variations du pourcentage sont plus faibles.

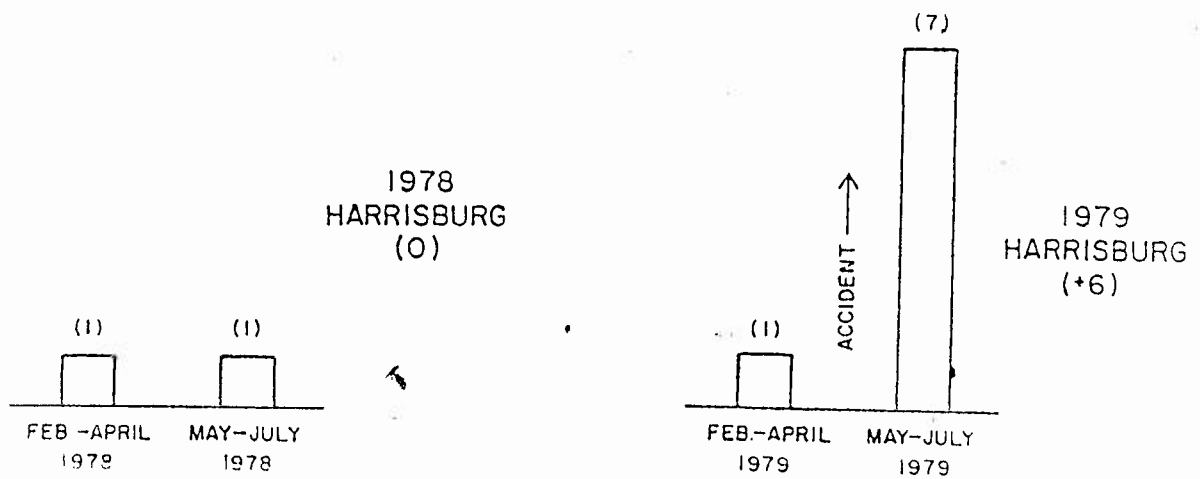


Figure 8 : morts d'enfants nouveaux nés à l'hôpital d'Harrisburg dans des périodes de 3 mois avant et après l'accident de Three Mile Island, le 28 mars 79. Les chiffres entre parenthèses représentent la variation dans le nombre de morts. Remarquer l'absence de toute augmentation en Mai Juin Juillet 78.

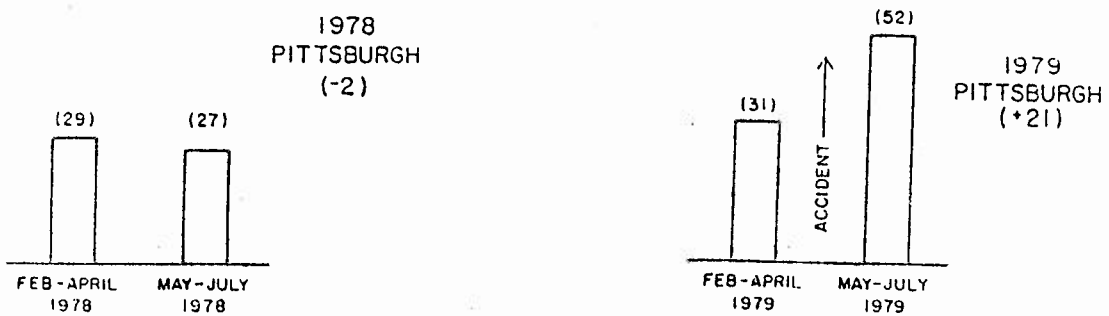


Figure 9 : morts d'enfants nouveaux nés à Pittsburgh (Magee Hospital) dans des périodes de trois mois avant et après l'accident de Three Mile Island, le 28 mars 79. Remarquer l'absence de toute augmentation en Mai Juin Juillet 78.

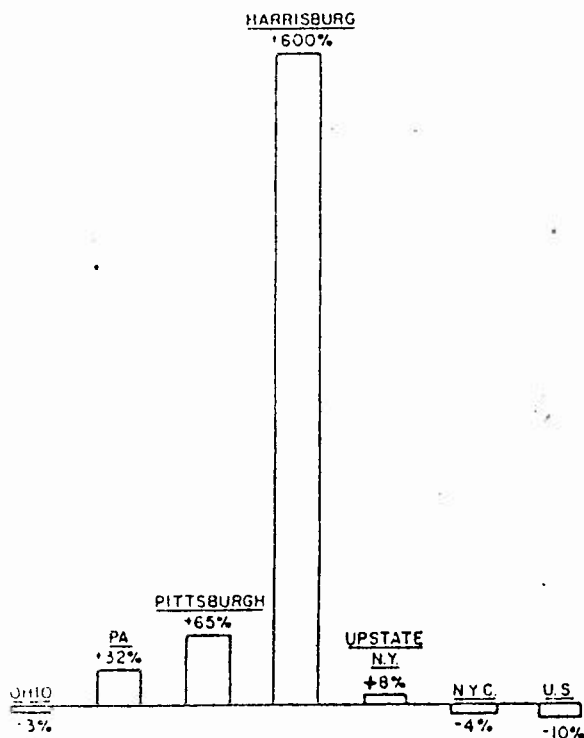
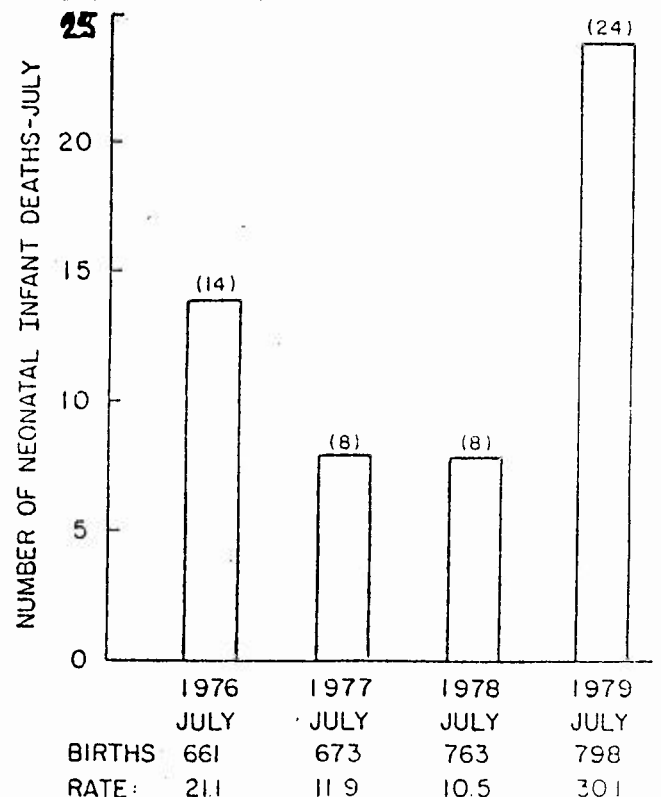


Figure 10 : distribution géographique des variations de mortalité infantile à des distances variées de Three Mile Island. Remarquer que les plus grandes augmentations sont observées près de



(BASED ON RECORDS OF HOSPITAL WITH APPROXIMATELY ONE HALF OF AREA DELIVERIES; DEATHS UNDER 1 MONTH)

Figure 11 : Tendence des taux de mortalité infantile dans la zone de Pittsburgh avant et après l'accident de Three Mile Island en Mars 79. Remarquer que le taux de mortalité a triplé Juillet 78 à juillet 79.

En fait, en examinant le cas du pic du mois de Juillet en figure 11, on voit que, et le nombre total de décès et le taux pour 1.000 naissances diminuent avant 1978, remontent ensuite de 8 décès en Juillet 1978 à 24 en Juillet 1979.

Cette pointe inhabituelle dans les décès d'enfants en Juillet a aussi été observée dans la partie Nord de la Nouvelle Angleterre, mais pas dans la partie Sud, ce que laissait supposer la direction (vers le Nord) des vents dominants dans les premiers jours de l'accident (voir Tableau VI).

Bien que les augmentations du nombre des décès parmi les nouveaux-nés à l'hôpital de Harrisburg soient faibles en valeur absolue, elles sont néanmoins hautement significatives du point de vue statistique. Le nombre moyen de décès de nouveaux-nés par mois en 1978 était de 0,42 avec un écart type de $\pm 0,2$, tandis que la moyenne pour les mois d'été était seulement de 0,33. De ce fait, 4 tels décès en Juin 1979, exactement 3 mois après l'accident, représentent une multiplication par 10 ou 12 par rapport aux prévisions normales, événement dont la probabilité du fait du seul hasard est inférieure à 1 pour 100.

Combiné avec la répartition géographique des variations de la mortalité infantile de l'Ohio à la Nouvelle Angleterre et l'absence d'aucune autre pointe estivale aussi forte de mortalité infantile au cours des années passées, il semble inévitable de conclure que l'accident de Three Mile Island a conduit réellement à une augmentation significative de la mortalité infantile, similaire à celles rencontrées au cours d'épisodes antérieurs comparables mettant en jeu des produits de fission provenant d'essais d'armes nucléaires et de rejets de centrales nucléaires.

Pour la période de 3 mois allant de Mai à Juillet 79, le nombre total de décès supplémentaires était de 352 par rapport à ce qu'on attendait normalement pour les Etats de Pennsylvanie, d'Ohio et de New-York, en prenant pour base le taux moyen de décroissance des U.S.A.

Une telle augmentation des pourcentages sera vraisemblablement observée en ce qui concerne les leucémies et cancer des enfants, dans les dix à quinze prochaines années ⁽³²⁾⁽³³⁾, ainsi que des augmentations des pourcentages quelque peu plus faibles pour les décès pour toutes causes dans un échantillon de population beaucoup plus large, comme le laissent supposer les études de Lave et de ses associés sur le cas de 50 régions métropolitaines des U.S.A. durant la période de fortes retombées radioactives dans le début des années 60 ⁽³⁴⁾. Il apparaît par conséquent que l'accident de Three Mile Island restera dans les mémoires pour avoir été

* Si l'on ajoute les décès excédentaires du mois d'Avril - ils s'élèvent à 40 en Pennsylvanie et à 35 pour les états situés au Nord de New-York - on parvient à un total de 427.

plus importante hécatombe jamais causée par un accident industriel, avec un total de décès pour toutes les raisons devant atteindre en principe le nombre de plusieurs milliers dans les 10 à 20 prochaines années.

Puisque, pour chaque enfant qui meurt à cause d'un retard de croissance et de développement, il y a beaucoup plus d'individus (peut-être 10 fois autant), qui ont été un minimum atteints dans leurs aptitudes mentales et physiques, les effets sur la société seront beaucoup plus importants que les morts prématurées seulement. A la lumière de ces découvertes nous avons toutes les raisons de nous inquiéter des rejets de gaz et d'iode radioactifs au cours d'opérations de routine dans les réacteurs nucléaires comme cela a été le cas à la centrale de Millstone dans le Connecticut, opération qui a été comparable en importance avec les rejets de Three Mile Island, c'est-à-dire 3 millions de Ci de gaz de fission divers et 10 Ci d'iode ⁽³⁶⁾, cela en 1975 seulement.

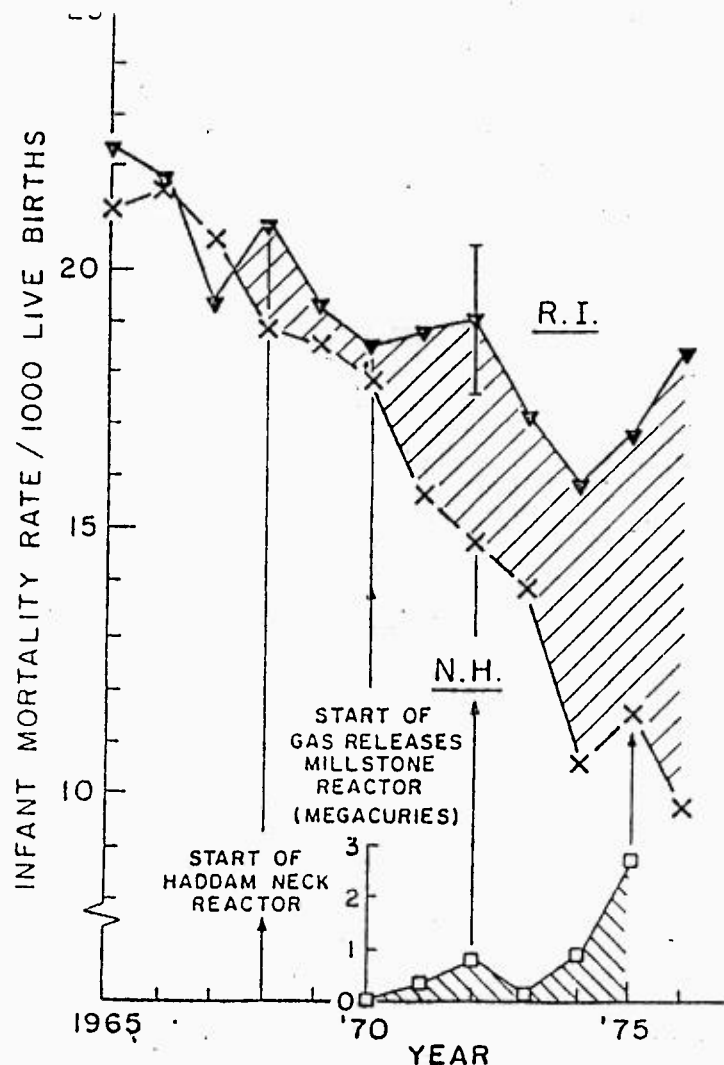
La réelle importance du danger pour la survie biologique des nations qui ont choisi de continuer le développement des réacteurs nucléaires à proximité de leurs grands centres de population commence donc seulement à devenir évidente.

Ceci apparaît spécialement dans le fait que le plus grand nombre des décès a lieu en réalité dans les zones distantes de 10 à 100 miles (16 à 160 kms.) des implantations de réacteurs si bien que même la décision de ne construire les réacteurs nucléaires que dans les régions les moins peuplées ne ferait pas varier de façon notable les chiffres de la mortalité ni les effets des rejets en fonctionnement normal ou des accidents majeurs. Pas plus qu'un plan d'évacuation de la population située de 5 à 10 miles autour du réacteur n'affecterait significativement le nombre total de morts résultant d'une répétition de l'accident de Three Mile Island, vu que la plupart des décès se produisent dans des zones plus éloignées en raison de leur population totale plus élevée ⁽³⁷⁾, même si l'on sait que le risque individuel est plus fort à proximité de la centrale.

Ceci est illustré par les variations de la mortalité infantile observées dans l'état de Rhode Island situé à l'Est du réacteur de Millstone près de New London (Connecticut), à une distance de 20 à 50 miles (32 à 80 kms.) sous le vent comme le montre la figure 12

Dans ce graphique, le taux de mortalité infantile pour Rhode Island a été porté pour les années 1965 à 1976, et comparé avec les rejets de gaz radioactifs communiqués par la Commission de Réglementation nucléaire [NRC] depuis le début des opérations en 1970.

A titre de comparaison, le taux de mortalité infantile pour l'Etat de New Hampshire situé à plus de 150 miles (240 km) au nord est de Rhode Island est aussi porté sur ce graphique.



F. 12 / Evolution des taux de mortalité infantile dans le Rhodes Island de 20 à 40 miles sous le vent du réacteur de Millstone dans le Connecticut entre 1965 et 1975 comparés avec les taux de mortalité infantile dans le New Hampshire plus de 100 miles au nord. Sont aussi indiqués les rejets annuels de radioactivité en millions de curies. Remarque la différence croissante entre les deux Etats (zone hachurée) après le démarrage du réacteur .

L'étude montre , pour la figure 12 , que dans les années antérieures au démarrage de la centrale de Millstone , en 1970 , et de celui de la centrale de Connecticut Yankee à Haddam Neck en 1968 , les deux Etats présentaient le même taux de mortalité infantile .

Cependant , à partir de 1970 , la baisse de la mortalité infantile du Rhodes Island s'est ralentie , alors que la mortalité dans le New Hampshire continuait à décroître rapidement , ce qui a conduit à la création d'un écart important entre les mortalités des deux Etats dès 76 . Dans le premier quart de cette année là , le Rhodes Island était avec un taux de 18,6 pour mille pratiquement revenu à son niveau de 67 , qui était de 19,3 pendant que le New Hampshire passait à un taux de mortalité infantile de moitié inférieur , c'est à dire de 9,3 par milliers de naissances réussies .

Le fait que les rejets de la centrale de Millstone soient vraisemblablement responsables de ce dramatique écart est confirmé par la figure 13 qui est une courbe présentant la différence des pourcentages de mortalité infantile de Rhodes Island et du

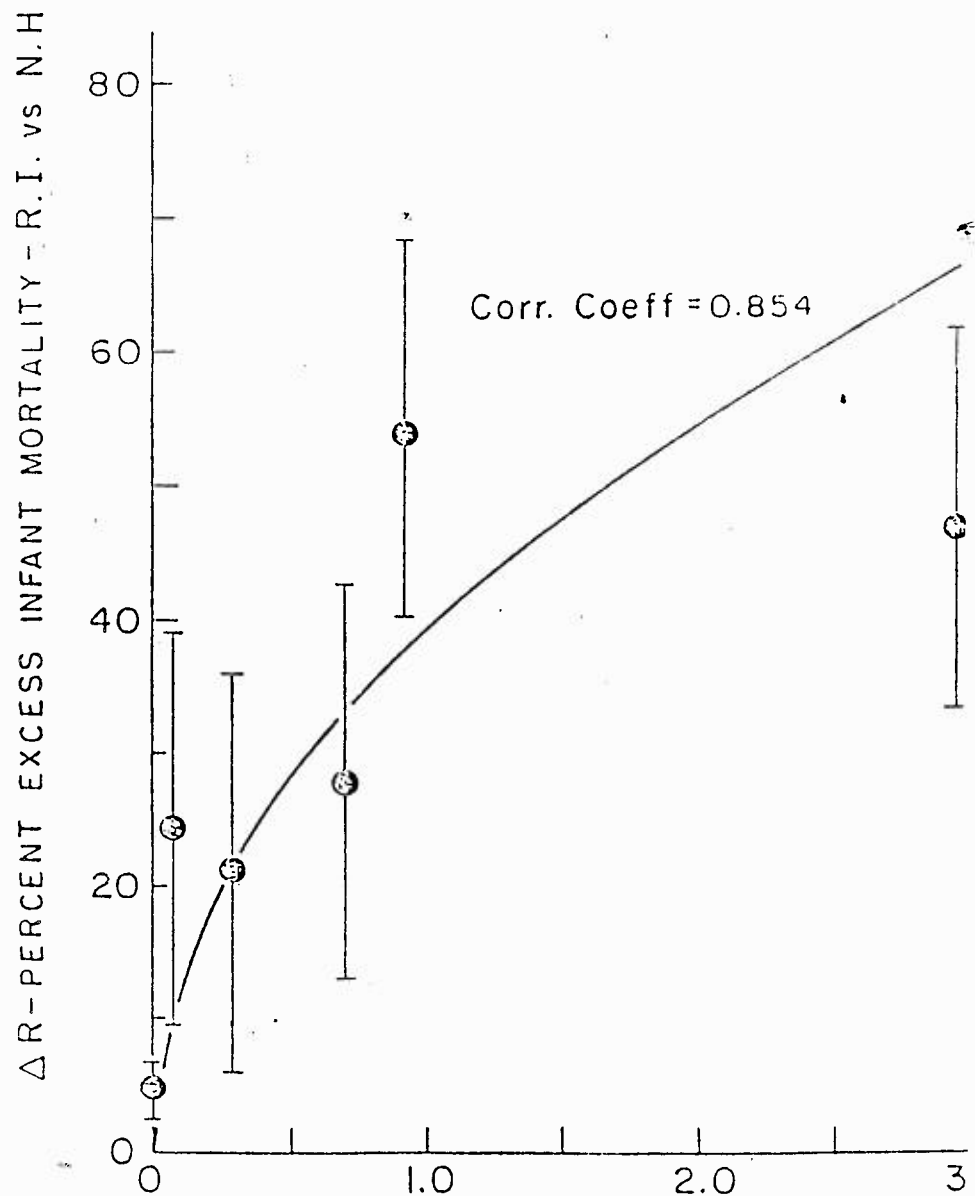


Fig. 13 : Variations de l'excès de mortalité infantile (exprimé en pourcentages) dans le Rhode Island sur le New Hampshire (plus éloigné), en fonction de la radioactivité gazeuse totale rejetée par la centrale de Millstone, à la frontière du Rhode Island (valeurs tirées de la figure 12 et moyennées sur deux ans). Remarquer que les points représentatifs sont mieux approchés par une courbe croissant plus rapidement aux faibles doses qu'aux fortes doses.

New Hampshire en fonction de l'intensité des rejets gazeux de la centrale de Millstone. Une moyenne mobile sur deux ans des émissions a été utilisée dans cette courbe afin de permettre de tenir compte à la fois de l'iode 131 de courte durée de vie et des Césium 137 et Strontium 90 à longue durée de vie dans les rejets qui se sont fixés dans l'environnement.

Il a été montré que les données correspondent à une loi logarithmique ou à puissance fractionnaire du type AD^x avec $A = 38\%$ et $x = 1/2$. Ce type de loi avait été pressenti sur la base d'un type radicalement différent d'action chimique sur les membranes cellulaires, loi découverte par Peltkan, et qui croît plus rapidement pour les faibles doses et de faibles taux de doses que pour les hautes doses et hautes taux de doses. C'est aussi le type de relation dose/réponse attendue en raison de la grande différence de sensibilité des individus dans la population comme l'avaient détendu

Baum (40) , Bross (41) et Morgan (42) , ou un type de dose/réponse qui conduit à une importante sous-estimation des effets sur la santé des faibles doses à partir des données relevées pour les fortes doses .

Basée sur une dose externe de rayons de 500 mrem pour le rejet maximum autorisé de quelques 25 millions de curies par an (38) , la pente de la courbe dose/réponse augmente de 2% par mrem à 1 million de curies par an , jusqu'à 6% par mrem à 0,1 million de curies par an . En se basant sur la dose extrême en provenance des seuls nuages de gaz , on doit s'attendre par conséquent à une augmentation de la mortalité infantile dans le cas de l'accident de TMI de $38 \times 10^{1/2}$, soit 120 % à une distance de 20 à 30 miles (32 à 48 km) de la centrale . Ceci est en bon accord avec l'augmentation de 600 % sur 3 mois de la mortalité infantile à Harrisburg , augmentation qui tombe à 150 % si on fait la moyenne sur une année .

Ainsi , aussi bien quantitativement que qualitativement , les rejets en fonctionnement normal de la centrale de Millstone et les augmentations de la mortalité infantile qui vont de pair dans l'Etat de Rhodes Island à quelques 20 à 30 miles sous le vent , annoncent clairement les variations de la mortalité infantile dans la région d'Harrisburg par suite des rejets de gaz rares et d'iode dans la région de TMI .

La conséquence des rejets de gaz rares et d'iode 131 , pour les grandes régions métropolitaines les plus éloignées , est illustrée par les graphiques de répartition spatiale du Césium 137 et du Strontium 90 autour de la centrale de Millstone d'après les données des propres rapports de l'Etat sur l'environnement effectués pour la NRC (44) , graphiques qui sont repris par les figures 14 et 15 . La concentration 4 à 5 fois plus grande de ces deux types d'isotopes dans le lait à proximité de la centrale , comparée avec celle des régions plus éloignées , plaide contre l'interprétation avancée par l'exploitant (45) , la NRC (46) et l'EPA (47) , selon laquelle les niveaux peuvent être expliqués par les retombées d'armes nucléaires .

L'hypothèse selon laquelle ces niveaux de radioactivité hautement localisés sont la réalité dus aux émissions de la centrale , est également fortement appuyée par le fait que les variations de la concentration de ces isotopes dans le lait d'un bout à l'autre de l'année sont plus importantes près de la centrale durant les mois de l'été suivant le printemps , où a lieu le rechargement en combustible , et moins importantes en des endroits plus éloignés , comme le Delaware , le long de la côte atlantique , comme le montre la figure 16 pour le Césium 137 . Il est particulièrement significatif qu'on ait pu constater , à la fois dans un rayon de 10 miles (16 km) autour de la centrale et dans tout l'Etat de Rhodes Island , une pointe de concentration en Césium 137 , pendant l'été 76 , avant qu'en octobre n'arrivent les retombées radioactives de la bombe chinoise . On se doit également de constater que cet épisode des retombées

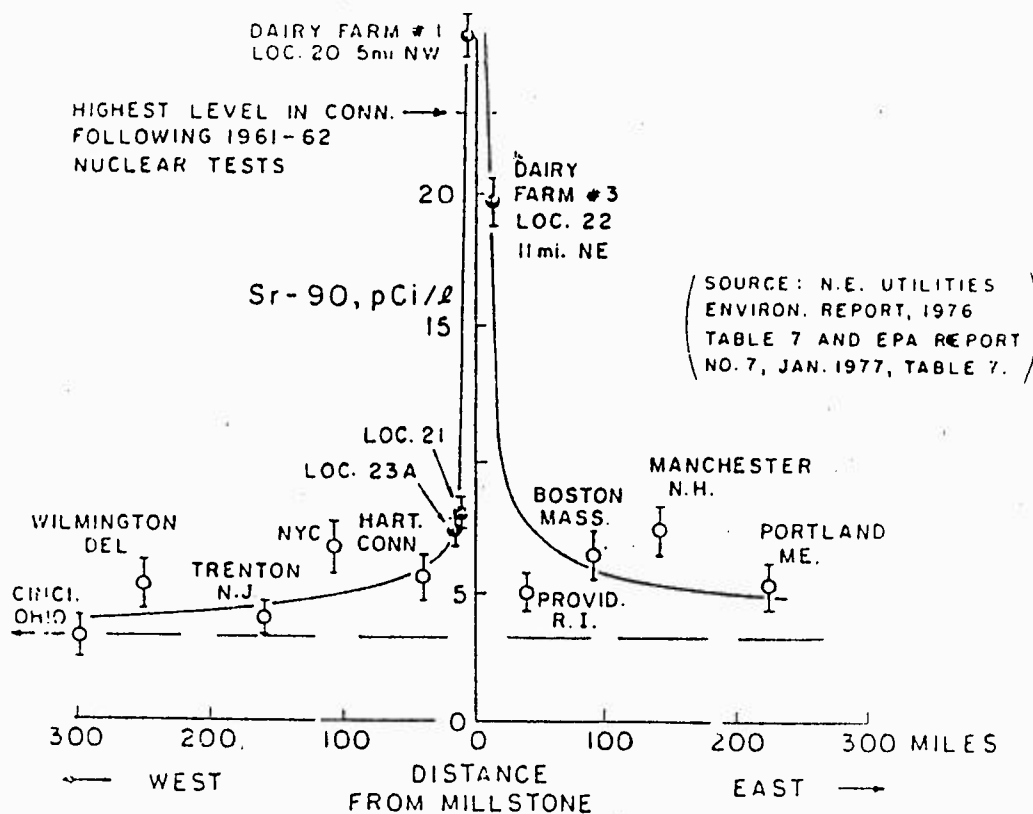


Figure 14 : distribution géographique du Strontium 90 dans le lait à différentes distances de la centrale de Millstone ,Connecticut , pour Juillet 76 . Les points noirs correspondent aux valeurs relevées par l'exploitant , les points vides représentent les mesures de l'EPA . Remarquer que les concentrations mesurées près de la centrale sont proches des valeurs mesurées pendant les grandes retombées radioactives d'essais nucléaires du début des années 60 .

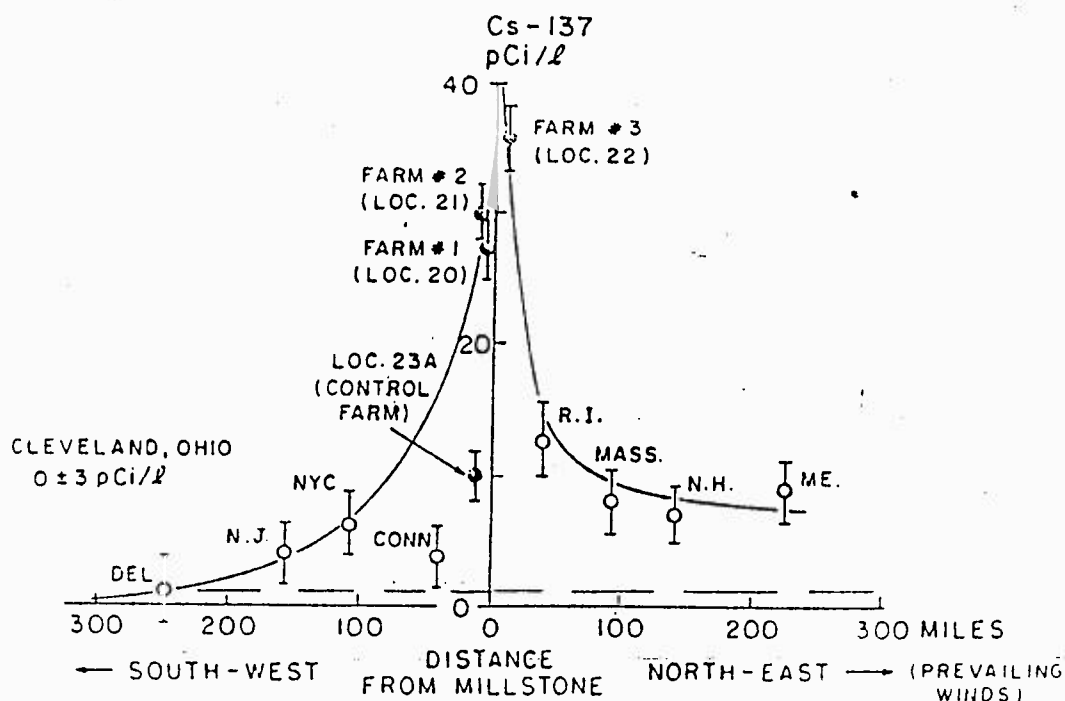
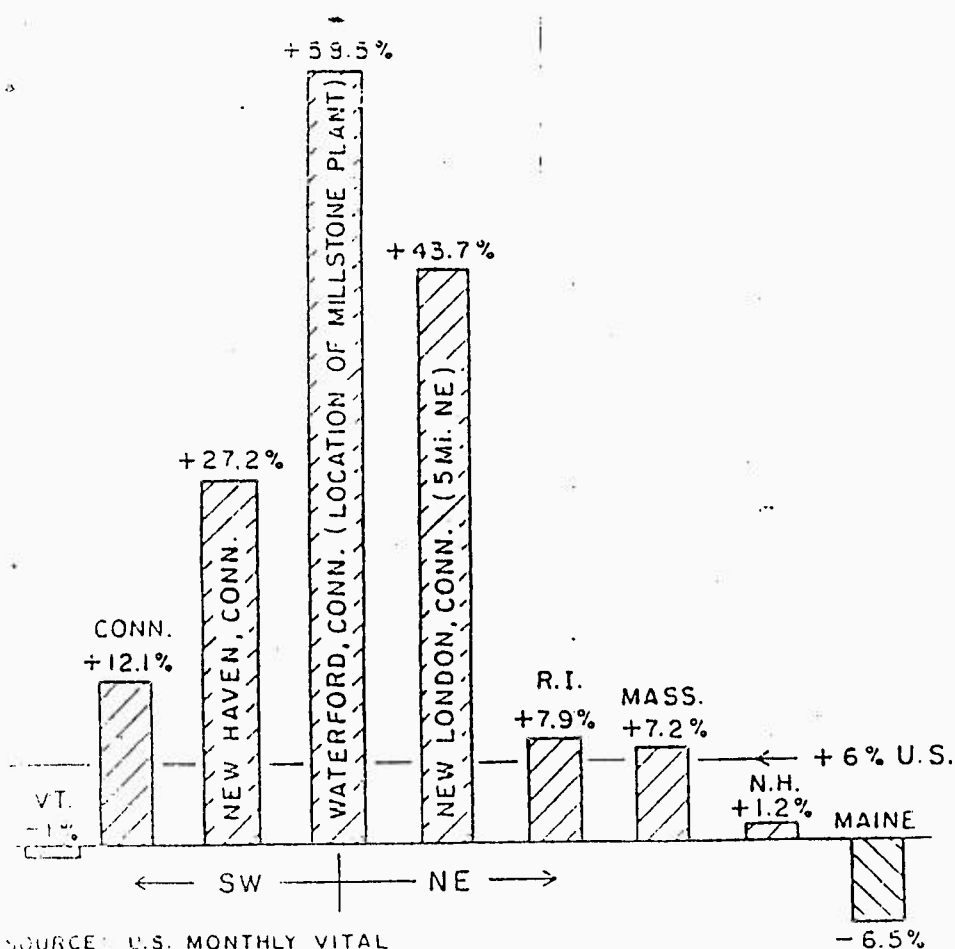
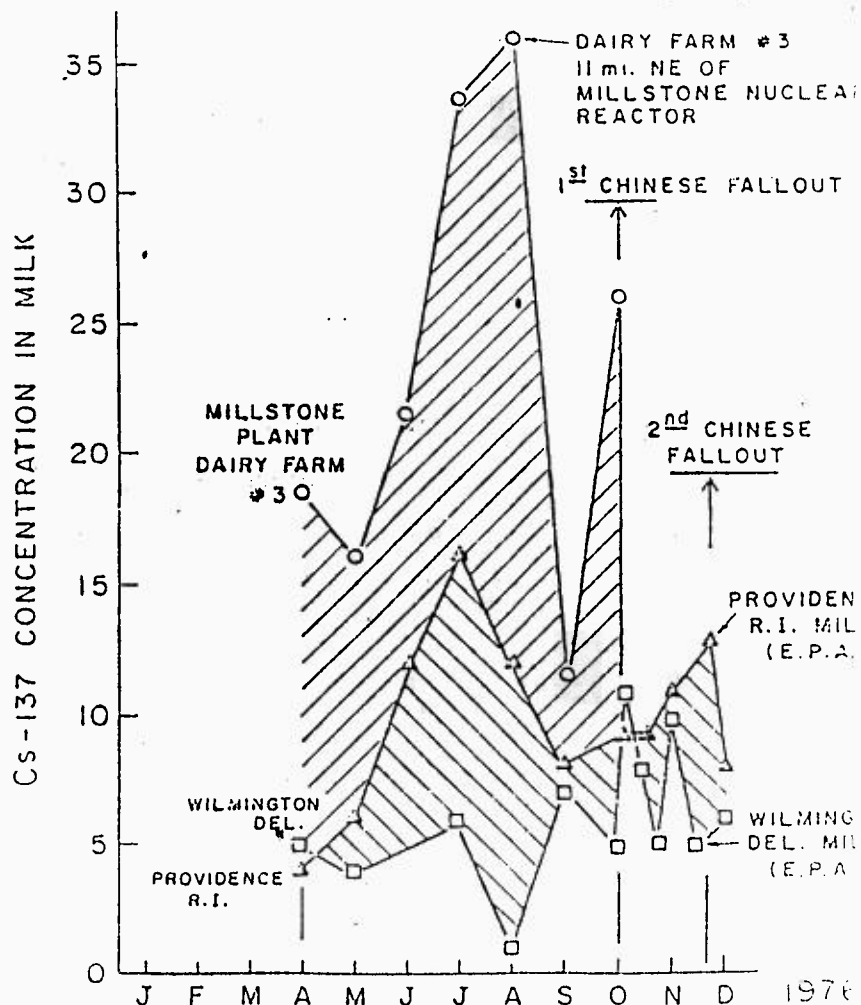


Figure 15 : distribution géographique du Cesium 137 dans le lait à différentes distances de la centrale de Millstone , Connecticut , en Aout 76 . Les points noirs représentent les données collectées par l'exploitant , les points vides sont celles de l'EPA . Remarquer que les plus fortes valeurs près de la centrale sont trois fois plus importantes que celles pour le point de contrôle , et près de 10 fois plus grandes que les valeurs de New York City et du New Jersey , qui ne sont pas sous le vent de la centrale .

Figure 16 : variations dans les valeurs mensuelles des concentrations de Cesium 137 dans le lait en 1976 à 3 distances différentes de la centrale de Millstone, Connecticut. Remarquer que la plus grande valeur a été relevée près de la centrale en Août 76 la suivante à Rhodes Island (à Providence) et la plus faible à Wilmington, dans le Delaware, loin au sud. De plus cela se passait avant l'essai nucléaire chinois de Septembre. Remarquer aussi que le pic provoqué par l'arrivée des importantes retombées de cet essai chinois dans l'atmosphère est plus faible que le maximum de Juillet-Août relevé près de la centrale, ce qui prouve bien que les hauts niveaux de Cs 137 ne peuvent être attribués aux retombées de la bombe chinoise.



SOURCE: U.S. MONTHLY VITAL STATISTICS REPORTS AND STATE OF CONN. VITAL STATISTICS

Figure 17 : distribution géographique des variations de la mortalité par cancer près de la centrale de Millstone entre le démarrage de la centrale en 1970 et 75. Remarquer que cette distribution est semblable à celle du Cesium 137 et du Strontium dans le lait des figures 15 et 16.

fut également suivi par une augmentation en forme de pic de la mortalité infantile le long de la cote nord-est 3 à 4 mois plus tard .

Le fait que l'augmentation de la mortalité par cancer autour de la centrale de Millstone , après qu'elle ait commencé à fonctionner , se répartisse géographiquement de la même manière que les concentrations dans le lait en Césium 137 et Strontium 90 , ajouté au fait que l'augmentation de la mortalité infantile ait été en relation avec le rejets de la centrale de Millstone , indique qu'il devrait y avoir vraisemblablement un accroissement sensible du nombre des cancers à la suite de l'accident de TMI .

Mais peut être que la confirmation la plus frappante du sérieux des effets biologiques des rejets routiniers de gaz radioactifs par des réacteurs nucléaires est apportée par la courbe des taux de mortalité infantile pour différentes distances à la centrale de Millstone au mois de juillet 78 , illustrée sur la figure 18 , avant que les rejets de TMI n'affectent les taux de mortalité en Nouvelle Angleterre .

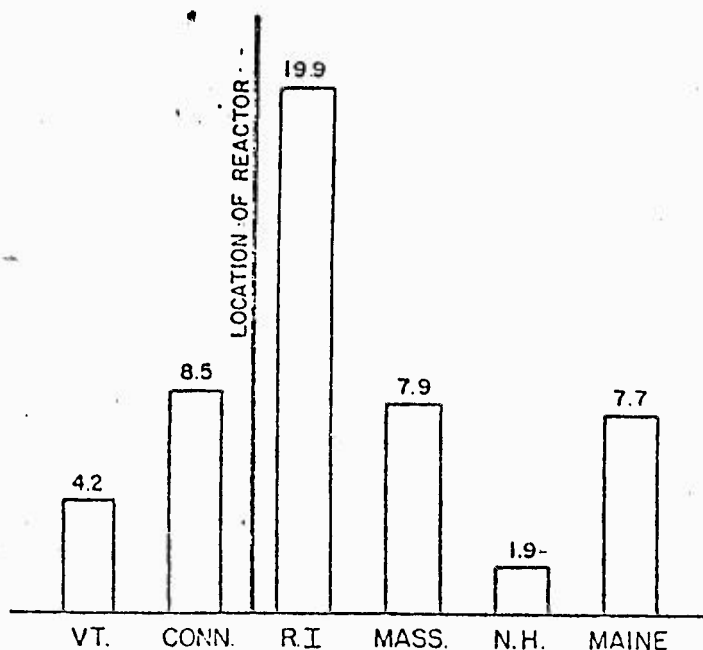


Figure 18 : distribution géographique des variations de mortalité infantile à différentes distances de la centrale nucléaire de Millstone située à la frontière entre le Connecticut et le Rhode Island . Remarquer le taux élevé sous le vent de la central dans le Rhode Island .

On peut y voir que , tandis que le taux de mortalité infantile du New Hampshire , qui ne possède pas de réacteur nucléaire en fonctionnement , est descendu à seulement 1,9 décès d'enfant par millier de naissances , alors qu'il était de 21 en 65 , l'Etat de Rhode Island , situé directement sous les vents dominants et à proximité des deux réacteurs de Millstone et de Connecticut Yankee , en affiche un dix fois plus élevé de 19,9 réduisant par là complètement à néant 13 années de progrès de la santé publique et des soins médicaux .

Le Vermont , dont le seul réacteur est situé dans sa pointe la plus méridionale , - ce qui fait que la plupart de l'Etat n'est pas atteinte par les rejets - voit son taux descendre jusqu'au seuil bas de 4,2 par millier de naissances . Par contre , tous les autres Etats de la nouvelle Angleterre , qui produisent davantage d'électricité d'origine nucléaire , présentent des taux plus élevés pour la mortalité infantile que ne le font le New Hampshire ou le Vermont .

Pour ces raisons , [il apparaît douteux qu'aucun effort pour améliorer la sécurité des réacteurs nucléaires , qu'aucun changement dans le choix de leur situation géographique , ni qu'aucun plan d'évacuation puisse changer significativement l'impact sur la santé publique des rejets produits en fonctionnement normal et des accidents potentiellement plus sérieux tels que celui survenu à TMI , où seulement une petite fraction de la totalité des produits de fission engendrés s'est échappée , en réalité , dans l'environnement . La moindre des choses à dire est que les variations de la mortalité à la suite de TMI seraient énormément multipliées dans l'éventualité de la fusion complète et de la rupture de l'enceinte de confinement , menaçant ainsi des territoires aussi vastes que la totalité de l'est des USA , avec des gigantesques conséquences en matière de cancers et lésions thyroïdiennes pour toutes les tranches d'âges à des distances de l'accident supérieures à plusieurs centaines de miles . (37)

Vu que ni le charbon , ni le pétrole , ni le gaz , pas plus que l'énergie solaire ne conduisent à la production à grande échelle d'iode radioactif à courte durée de vie pas plus qu'à celle d'autres produits de fission qui s'attaquent précisément aux organes délicats de l'enfant pendant son développement , [il semblerait prudent de porter les efforts en matière de technologie future vers les moins irréversibles des sources d'énergie , qui ne menacent pas la plus précieuse des ressources de notre pays : le bien être mental et physique de nos enfants pour les générations à venir .]

TABLEAU I

Variations de la mortalité
infantile en Pennsylvanieà la suite de l'accident de
Three Mile Island le 28 Mars 79 .

Source : US Monthly Vital Statistics

1979	No. of Infant Deaths	No. of Live Births	Rate 1000	Aver Rate
February	147	11,892	12.4	
March	141	13,589	10.4	11
April	166	12,520	13.3	
May	198	13,201	15.0	
June	163	12,293	13.3	15
July	271 *	14,680	18.5	+32

	Infant deaths	Live births	Rate per 1000
Pennsylvania	271	14,680	18.5
New York† N.Y.	295 83	22,855 8,041	12.9 10.3
Maine	12	1,440	8.3
N. Hampshire	8	1,089	7.3
Vermont	5	513	9.7
Mass.	54	6,690	8.1
Isle Island	16	1,149	13.9
Conn.	15	3,681	4.1
Ohio	147	14,071	10.4
Indiana	101	7,885	12.8
Illinois	N.A.	N.A.	N.A.
Michigan	147	12,346	11.9
Wisconsin	48	6,272	7.7
Delaware	10	830	12.0
Md.	66	4,179	15.8
D.C.	22	1,133	19.6*
Virginia	91	6,535	13.9
N. Va.	27	2,520	10.7
N. Carolina	104	7,660	13.6
S. Carolina	59	4,253	13.9
Georgia	89	6,700	13.3
Florida	164	10,362	15.8
Kentucky	50	5,616	8.9
Tennessee	81	6,281	12.9
Alabama	60	4,893	12.3
Mississippi	59	4,253	13.9
New York City	150 3,800	9,300 306,000	16.1 12.4

TABLEAU II :

Mortalité infantile à l'est
du Mississippi en Juillet 79 .

+ y compris New York City

* la majorité de la population
n'est pas blanche et a un taux
de mortalité infantile élevé
depuis des dizaines d'années .

TABLEAU III :

Comparaison des variations
des taux de mortalité infantile
après l'accident de Three Mile
Island , à Harrisburg et sa
région , et à des distances
de plus en plus grandes vers
l'est et vers l'ouest .Pour Magee Hospital , avec
des naissances de la zone* Pour l'hôpital d'Harrisburg
avec 25% des naissances de la zone

	Feb., March, April		May, June July		% Change in Death Rate	Approximate Distance Miles
	No.	Rate	No.	Rate	Rate	
Ohio	482	12.0	480	11.7	-3%	200m West
Pennsylvania	454	11.9	632	15.7	+32%	180m West
Pittsburgh†	31	14.2	52	23.4	+65%	180m West
Harrisburg†	1	1.9	7	13.9	+630%	10-20m North
Upstate New York	404	13.0	477	14.3	+8%	100m North
New York City	429	17.1	438	16.4	-4%	200m East
United States		14.0		12.6	-10%	200m

PA and NY State 1769 2027

C. in No. + 258

ANNEXES 2

Cet hopital représente environ un tiers des naissances dans la région de Harrisburg

(Données de l'hôpital d'Harrisburg publiées dans les Births Conference Records)

Cet hopital représente environ la moitié des accouchements dans la région de Pittsburg

(Données du Magee Womens Hospital publiées par le Department of Health)

1978	No. of Infant Deaths	No. of Live Births	Rate 1000	Average Rate
February	0	128	0.0	
March	1	187	5.3	2.2
April	0	137	0.0	
May	1	175	5.7	
June	0	154	0.0	2.1
July	0	154	0.0	.5%
1979				
February	1	186	5.4	
March	0	172	0.0	1.9
April	0	167	0.0	
May	2	166	12.0	
June	4	154	26.0	13.9
July	1	182	5.5	+630%

TABLEAU IV

No. of Infant Deaths	No. of Live Births	Rate 1000	Average Rate
7	633	11.0	
6	750	8.0	14.4
16	625	25.6	
11	719	15.3	
8	684	11.7	12.5
8	763	10.5	-15%
10	682	14.7	
11	786	14.0	14.2
10	721	13.9	
21	664	31.6	
7	759	9.2	23.4
24	798	30.1	+65%

TABLEAU V

Variations du taux de mortalité infantile pour les hopitaux d'Harrisburg et de Pittsburg, dans des périodes de trois mois après et avant l'accident de Three Mile Island. Cela concerne les enfants qui meurent avant le premier mois mais qui naissent vivant. La plupart meurent dans les heures qui suivent leur naissance.

Northern New England States	JULY 1978			JULY 1979			
	No. of Deaths	No. of Live Births	Rate per 1000	No. of Deaths	No. of Live Births	Rate	% Change in Rate
New Hampshire	2	1036	1.9	8	1089	7.3	+284%
Vermont	3	711	4.2	5	513	9.7	+131%
Maine	10	1306	7.7	12	1440	8.3	+8%
Northern New England	15	3053	4.9	25	3042	8.2	+67%
Southern New England States							
Connecticut	27	3179	8.5	15	3681	4.1	-52%
Rhode Island	21	1054	19.9	16	1149	13.9	-30%
Massachusetts	44	5556	7.9	54	6690	8.1	+3%
Southern New England	92	9789	9.4	85	1152	7.4	-21%

TABLEAU VI

Variations de la mortalité infantile avant et après l'accident de Three Mile Island dans le Nord et le Sud de la Nouvelle Angleterre

References

1. "Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island", John G. Kemeny, Dartmouth College, Chairman, 1979.
2. Chapman, E.M., Corner, G.W., Jr., Robinson, D., and Evans, R.D., "Collection of Radioactive Iodine by Human Fetal Thyroid", J. Clin. Endocrinology, Vol. 8, p. 717, September 1948.
3. "Preliminary Estimates of Radioactivity Releases from Three Mile Island", L.H. Barnett, Environmental Eval. Branch, Division of Operating Reactors, Office of Nuclear Reactor Reg., N.R.C., Washington, DC 20555, April 12, 1979.
4. "Assessment of Offsite Radiation Doses from the Three Mile Island Unit 2 Accident", Pickard, Lowe and Garrick Inc. for the Metropolitan Edison Company, July 31, 1979, TDR-THI-116.
5. Dyer, N.C. and Brill, B., "Fetal Radiation Dose from Maternally Administered Fe-59 and I-131", Proc. 9th Ann. Hanford Radiobiology Symposium, Richland, Washington, March 5-8, 1969.
6. Daves, G.W., "Fetal and Neonatal Physiology", Year Book Medical Publishers, Inc., Chicago, 1968.
7. Beierwaltes, W.H. et. al., "Radioactive Iodine Concentration in the Fetal Human Thyroid Gland from Fallout", J. Am. Med. Assoc., Vol. 173, p. 1895, August 27, 1960.
8. Eisenbud, M., "Radioactivity in the Environment-Radioiodine Concentration in the Fetal Thyroid", Pediatrics (Supplement), 41, Part 11, p. 174, January 1968.
9. "Handbook of Selected Organ Doses for Projections Common in Diagnostic Radiology", M. Rosenstein, NIEW Publication (FDA) 7-8031, May 1976, P.H.S., Bureau of Rad. Health, FDA.
10. Sternglass, E.J., "Cancer: Relation of Prenatal Radiation to the Development of the Disease in Childhood", Science, Vol. 140, p. 1102, 1963.
11. Stewart, A., and Kneale, G.S., "Radiation Dose Effects in Relation of Obstetrical X-Rays and Childhood Cancers", Lancet, Vol. 1, pp. 1185-1188, 1970.
12. MacMahon, B., "Prenatal X-Ray Exposure and Childhood Cancers", Journal of the National Cancer Institute, Vol. 28, p. 1173, 1962.
13. Diamond, E.I., Schmerler, H., and Lillienfeld, A.M., "The Relationship of Intrauterine Radiation to Subsequent Mortality and Development of Leukemia in Children", American Journal of Epidemiology, Vol. 97, p. 283, 1973.
14. Bröss, I.D.J. and Natarajan, N., "Leukemia from Low Level Radiation", New England Journal of Medicine, Vol. 287, p. 107, 1972.
15. Lyon, J.L., et. al., "Childhood Leukemia Associated with Fallout from Nuclear Testing", New England Journal of Medicine, Vol. 300, p. 397, 1979.
16. Cavanagh, D. and Talisman, M.R., "Prematurity and the Obstetrician", Appleton-Century-Crofts Div. of Meredith Corporation, New York, 1969.
17. Knelson, J.H., "Environmental Influences on Intrauterine Lung Development", Archives of Internal Medicine, Vol. 127, p. 421, March 1971.
18. Conard, R.A., Rall, J.E., and Shitow, W.W., "Thyroid Nodules as a Late Sequel of Radioactive Fallout", New England Journal of Medicine, Vol. 274, p. 1392, 1966; also, "Growth Status of Children Exposed to Fallout Radiation on the Marshall Islands", Pediatrics, Vol. 36, p. 721, 1965. A general slowing down of growth in the United States beginning for children born after 1945 has been observed by Damon, A., Am. J. Phys. Anthropology, Vol. 29, No. 1, 45 (1968) and in Social Biology, 121(1), 8, 1974.
19. Chase, Helen C. and Burns, Mary E., "Trends in Prematurity in the United States", American Journal of Public Health, Vol. 60, 1967 (October 1970).
20. Sternglass, E.J., "Infant Mortality and Nuclear Tests", Bulletin of the Atomic Scientists, Vol. 25, p. 18, April 1969.
21. Sternglass, E.J., "Environmental Radiation and Human Health", in "Effects of Pollution on Health", Vol. 6, in Proceedings of the Sixth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, L.M. LeCam, J. Neyman, and E.L. Scott, eds., pp. 145-221, University of California Press, Berkeley, CA, 1972; see also Sternglass, E.J., "Radioactivity", Chapter XV, Environmental Chemistry, J. O'H. Bockris, ed., Plenum Press, New York, 1977.
22. Monthly Vital Statistics Reports, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Vol. 28, No. 1, May 11, 1979.
23. Moriyama, I.M., "Recent Change in Infant Mortality Trend", Public Health Reports 75, 391 (1960); also "Infant Mortality Trends - U.S. and Each State 1930-1964", National Center for Health Statistics, Ser. 20, No. 1, November 1965.
24. Lindop, J. and Rotblat, J., "Strontium-90 and Infant Mortality", New Scientist, Vol 224, 57, 1970.

25. Glasstone, S., ed., "The Effects of Nuclear Weapons", U.S. Atomic Energy Commission, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1962.
26. Hull, A.P., "Background Radiation Levels at Brookhaven National Laboratory", Report submitted May 15, 1970, at the Licensing Hearings, Shoreham Nuclear Plant (AEC Docket No. 50-322).
27. Brodsky, A., "Criteria for Acute Exposure to Mixed Fission Product Aerosols", Health Physics, Vol. 11, p. 1017, 1965.
28. Bertel, R., "Maternal-Child Health Effects from Radioactive Particles in Milk, Wisconsin 1963-75", American Public Health Association Annual Meeting, 1979, New York City.
29. Monthly Vital Statistics Reports, National Center for Health Statistics, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 3700 East-West Highway, Hyattsville, MD 20782.
30. See Appendix for original data on all states. The District of Columbia has a majority of non-white births and has for decades had an abnormally large infant mortality rate far above the rest of the United States.
31. The Harrisburg Hospital accounts for approximately 30% of all births in the Harrisburg area. The numbers of deaths refer only to those of newly born infants that die within a few hours after birth, and which account for 70-80% of all infant deaths within the first year. Magee Hospital accounts for approximately half of all births in the Pittsburgh area.
32. Sternglass, E.J., "Evidence for Low-Level Radiation Effects on the Human Embryo and Fetus, in Radiation Biology of the Fetal and Juvenile Mammal", Richaldu, Washington, May 5-8, 1969, M.R. Sikov and D.D. Muhlum, eds., ERDA Symposium Series, Conf-69051, pp. 693-718, 1969.
33. Sternglass, E.J., "Epidemiological Studies of Fallout and Patterns of Cancer Mortality", Hanford Biology Symposium Proceedings, AEC Symposium Series, Vol. 29, June 1973 (Conf-720505).
34. Iave, L.B., Leinhard, S., Kaye, M.B., "Low Level Radiation and U.S. Mortality", Working Paper No. 19-70-1, Graduate School of Ind. Admin., Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, July 1971.
35. Sternglass, E.J., and Bell, S., "Nuclear Fallout and the Decline in Aptitude Scores", Presented at the 87th Annual Convention of the American Psychological Association, September 1-5, 1979, New York City.
36. "Radioactive Materials Released from Nuclear Power Plants (1976)", T.R. Decker, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC 20555, (NUREG-0367) (March 1978), Available from National Tech. Inf. Service, Springfield, VA 22161, Tables 365.
37. Boys, J., "Some Long Term Consequences of Hypothetical Major Releases of Radioactivity to the Atmosphere from Three Mile Island", Report to President's Council on Environmental Quality, September 7, 1979, (Center for Energy and Environmental Studies, Princeton University, Princeton, NJ 08544).
38. The maximum permissible discharges can be calculated from information given in earlier editions of Reference 36.
39. Petkav, A., and Chelak, W.S., "Effect of Na-22 on a Phospholipid Membrane", Health Physics, Vol. 22, March 1972.
40. Baum, J.W., "Population Heterogeneity Hypothesis of Radiation Induced Cancer", Health Physics, Vol. 25, p. 97, 1973.
41. The great difference in sensitivity of different population groups is discussed in detail in Reference 14.
42. Morgan, K.Z., "The Non-Threshold Dose-Effect Relationship", Presented at the Academy Forum of the National Academy of Sciences, Washington, DC, September 27, 1979, (Georgia Inst. of Tech., Atlanta, GA 30322).
43. Sternglass, E.J., "Implications of Dose-Rate Dependent Cell-Membrane Damage for the Biological Effect of Medical and Environmental Radiation", in "Population Exposures", Proceedings of 8th Midyear Topical Symposium, Health Physics Society, October 21, 1974 (CONF-741018).
44. E.J. Sternglass, "Cancer Mortality Changes Around Nuclear Facilities in Connecticut" in "Radiation Standards and Public Health", Proceedings of a Second Congressional Seminar on Low-Level Ionizing Radiation, February 10, 1978 (Environmental Policy Institute, 317 Pennsylvania Avenue, S.E., Washington, DC 20003).
45. "Annual Environmental Reports to the N.R.C.", Millstone Point Nuclear Power Station, Unit 1 (North-East Utility Company). Available at the Regional Office, N.R.C., King of Prussia, Pennsylvania.
46. Letter to Congressman Christopher J. Dodd from Harold P. Denton, Director, Office of Nuclear Reactor Regulation, N.R.C., July 27, 1978.
47. Letter to Congressman Christopher J. Dodd from Douglas M. Costle, Administrator of the Environmental Protection Agency, August 9, 1978.
48. Sternglass, E.J., "A Preliminary Report on Changes in Infant Mortality Patterns Following the Arrival of Fallout from the September 26, 1976 Chinese Nuclear Weapons Test", Presented at a meeting of the National Academy of Science Committee on the Effect of Ionizing Radiation, Washington, DC, July 18, 1977.

Résumé

Un examen des variations mensuelles de la mortalité infantile en Pennsylvanie et dans les régions voisines du nord de l'Etat de New York, d'après les chiffres publiés dans les " U.S. Monthly Vital Statistics ", indique que le taux de mortalité a crû de façon significative peu après l'accident de Three Mile Island dans les zones qui ont été survolées par le nuage de gaz radioactifs. Le nombre mensuel de morts infantiles signalées est passé d'un minimum de 141 juste avant l'accident à un pic de 271 en juillet pour redescendre à 119 en août 79. C'est un accroissement sans précédent de 92% qui s'est produit en été, période où la mortalité infantile atteint ses valeurs les plus faibles, ce qui est très significatif. Dans les quatre mois qui ont suivi l'accident, il y a eu 242 ^{décès} en sus des prévisions normales pour la Pennsylvanie et un total de 430 décès environ pour tout le Nord-Est des USA.

L'hypothèse d'un lien entre cette augmentation anormale et les rejets d'effluents gazeux par Three Mile Island est fortement étayée par les considérations suivantes. Premièrement, des quantités importantes d'iode 131 radioactif ont été libérées de la centrale - les propres experts en radiologie de l'exploitant les estiment à 14 curies - accompagnées de 10 millions de curies d'autres gaz de fission. La plupart de ces produits ont été libérés dans les deux jours qui précédèrent l'ordre d'évacuation des femmes enceintes et des enfants. Deuxièmement, le pic de mortalité apparaît trois à quatre mois après les premiers rejets. Cela correspond au délai nécessaire pour que naissent les enfants à la thyroïde la plus active au moment de l'accident, celle-ci produisant l'hormone de croissance lorsqu'elle a fixé l'iode radioactif, ce qui explique le nombre important d'enfants immatures et de poids insuffisant qui souffrent de troubles respiratoires comme l'indique un examen des registres hospitaliers. Troisièmement, les augmentations de mortalité les plus fortes se situent aux abords de la centrale, décroissent en s'éloignant de Harrisburg et de la Pennsylvanie jusqu'aux taux en baisse des états situés plus à l'ouest et au sud. Ainsi, pendant que ce taux de décès par milliers de naissances "réussies" augmentait en Pennsylvanie de 10,4 en mars à 18,5 en juillet 79, il baissait pour l'ensemble des USA de 14,1 à 12,5, faisant passer la Pennsylvanie d'un taux bien en-dessous de la moyenne nationale à un taux le plus élevé des états situés à l'est du Mississippi.

D'autres éléments appuyant cette hypothèse sont en discussion: des augmentations anormales des ^{taux de mortalité infantiles} ~~radioactifs~~ ont été relevées dans les régions soumises aux fortes retombées des essais d'armes nucléaires dans les années 50 et 60 quand l'iode 131 a atteint des niveaux permettant les comparaisons, de même que dans les régions proches de réacteurs nucléaires connus pour avoir relâché pendant plusieurs années des quantités similaires de gaz radioactif provenant d'éléments de combustible endommagés, et ce en fonctionnement normal. Les conséquences ultérieures pour la santé (cancers et autres maladies) sont à l'étude.