

# Principes de radioprotection à la base du Règlement de transport de l'AIEA et expérience en matière de transports dans des conditions normales et en cas d'accident

---

par A.N. Tse

## INTRODUCTION

Les matières radioactives sont largement utilisées dans les domaines de la médecine, de l'industrie et de la recherche. Elles doivent donc être transportées entre les lieux de fabrication, de transformation, d'utilisation et les installations d'évacuation des déchets. Du fait que les matières radioactives émettent des rayonnements qui peuvent être nuisibles à l'homme et à l'environnement, elles doivent être surveillées pendant tout le cycle, c'est-à-dire depuis la fabrication jusqu'à l'évacuation finale, y compris pendant les transports.

Des millions de colis de matières radioactives sont transportés chaque année. Selon une étude menée en 1975, le total annuel pour les seuls Etats-Unis est de 2,5 millions de colis [1] dont un tiers environ ne contient qu'une très petite quantité de matières radioactives. Aux Etats-Unis, ces transports se font le plus couramment par camion ou par des avions de transport de passagers, ce dernier mode de transport servant surtout pour les produits radiopharmaceutiques dont la conservation est de courte durée. La République fédérale d'Allemagne a signalé 150 000 expéditions environ en 1975 [2]; en Italie, 50 000 colis ont été transportés en 1978 par l'une des principales sociétés qui utilisent et transportent les radioisotopes [3]; en Pologne, environ 100 000 colis de matières radioactives ont été transportés la même année [4].

## LES PRINCIPES DE RADIOPROTECTION QUI SONT A LA BASE DU REGLEMENT DE TRANSPORT

Ces principes découlent essentiellement des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) qui traitent de tous les aspects de la radioprotection. Il est dit dans la publication No 9 de la CIPR [5] que la radioprotection a pour objectif de prévenir les effets aigus des rayonnements et de limiter les risques d'effets différés à un niveau admissible. La CIPR a recommandé des limites de dose maximale pour les personnes du public et pour les travailleurs professionnellement exposés aux rayonnements. Etant donné que toute irradiation peut comporter quelques risques, la CIPR a en outre recommandé que *toutes les irradiations inutiles soient évitées* et que toutes les doses soient maintenues *au niveau le plus bas possible*, compte tenu des considérations d'ordre économique et social. Le Règlement de transport de l'AIEA vise à garantir une protection adéquate au public et aux agents qui sont chargés du transport des matières radioactives.

---

M. Tse appartient à la Transportation and Standards Branch de la Commission américaine de réglementation nucléaire, Washington, D.C. (Etats-Unis).

Les risques radiologiques que comporte le transport des matières radioactives peuvent être répartis en deux groupes: ceux qui sont liés aux conditions normales de transport et ceux qui résultent des accidents. Pendant le transport dans des conditions normales, les agents qui assurent la manutention et le transport de ces colis ainsi que les personnes du public qui se trouvent aux alentours sont exposés au rayonnement existant à l'extérieur de ces colis. Les principales mesures de protection consistent 1) à limiter fortement, à l'aide de matériaux de blindage, le débit d'exposition extérieure, mesuré à la surface des colis ou près de leur surface, 2) à fixer une distance minimale à respecter entre le colis et les endroits accessibles aux personnes, et 3) à réduire dans la mesure du possible la durée d'irradiation.

En cas d'accident survenant à un transport de matières radioactives, le contenu des colis pourrait fuir et exposer les personnes qui se trouvent aux alentours à un rayonnement direct ou les contaminer si elles inhalent ou ingèrent des matières radioactives. Les principales mesures de protection consistent 1) à confiner les matières radioactives dans des colis robustes afin que le contenu radioactif ne puisse pas s'échapper et que le blindage ne risque pas de perdre son efficacité même en cas d'accident, 2) à limiter le contenu des colis et 3) à appliquer des procédures d'assurance de la qualité afin de réduire au minimum la possibilité d'une fuite ou d'un rayonnement externe excessif par suite d'erreur humaine.

Les matières radioactives présentant un danger potentiel considérable doivent être transportées dans des colis conçus de manière à résister en cas d'accident. Cependant, celles qui présentent un danger potentiel moindre peuvent être transportées dans des colis conçus pour résister uniquement aux aléas d'un transport dans des conditions normales. Il est tenu compte des facteurs ci-après dans la détermination du danger potentiel: les radionucléides à transporter, leur forme physique et chimique et le degré de radioactivité du colis.

Outre le rôle d'écran de protection de l'emballage, il est demandé à l'expéditeur et au transporteur de veiller au maintien d'une distance minimale entre les colis et les personnes afin de limiter à un niveau admissible l'irradiation des travailleurs affectés au transport et celle du public en général. Les mesures à prendre pour prévenir la criticité portent sur la conception de l'emballage ainsi que sur la limitation du contenu et, le cas échéant, du nombre des colis de matières fissiles expédiés en un seul chargement.

## **IRRADIATION DES TRAVAILLEURS AFFECTES AU TRANSPORT ET DES PERSONNES DU PUBLIC DANS DES CONDITIONS NORMALES**

La plupart des colis contenant des matières qui émettent des rayonnements pénétrants possèdent un écran de protection suffisant pour que les niveaux de rayonnement à l'extérieur des colis soient très bas. Cependant, il est fréquemment impossible d'exiger que ces colis soient protégés de telle sorte que le niveau de rayonnement extérieur soit négligeable. En conséquence, les personnes du public ou les travailleurs affectés au transport qui s'approchent de ces colis pourraient être légèrement irradiés. Les données concernant cette irradiation dans des conditions normales de transport sont résumées ci-dessous.

### **Personnes du public**

En dehors des travailleurs affectés au transport, plusieurs sous-groupes de la population peuvent être irradiés par les colis de matière radioactive: les passagers voyageant à bord d'un avion qui transporte des colis de produits radiopharmaceutiques; les personnes qui se trouvent à bord d'un moyen de transport terrestre contenant également des colis de matières radioactives et les personnes présentes sur son itinéraire.

Normalement, l'irradiation des personnes du public est très faible. Au tableau 1 figurent les estimations de l'équivalent de dose annuelle pour les divers sous-groupes; ces estimations sont fondées sur une étude d'évaluation des risques pour les Etats-Unis [6]. La dose annuelle

**Tableau 1. Par personne du public: Estimation des doses annuelles dues au transport de matières radioactives aux Etats-Unis [6] (dans des conditions normales de transport)**

| Mode de transport et sous-groupe de la population       | Dose individuelle annuelle (mrem) | Dose collective annuelle en 1975 (hommes-rem) |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Avion: passagers                                        | 0,34 ( moy.) *<br>108 (max.) **   | 2 330                                         |
| Camion: personnes à bord                                | 1,9 (max.)                        | 172                                           |
| personnes présentes sur son itinéraire                  | 0,009 (max.)                      | 348                                           |
| camion à l'arrêt                                        | 1,3 (max.)                        | 1 000                                         |
| Train: personnes à bord                                 | non évaluée                       | 0,012                                         |
| personnes présentes sur son itinéraire                  | 0,017 (max.)                      | 23                                            |
| Bateau: personnes présentes dans une zone portuaire     | non évaluée                       | 0,9                                           |
| personnes présentes au voisinage d'une zone de stockage | non évaluée                       | 0,4                                           |

\* Moyenne  
\*\* Maximum

maximale de 108 millirems (mrem) indiquée pour les voyageurs empruntant les avions a été calculée pour l'hypothèse prudente où chacun d'eux totalise 500 heures de vol par an entre les deux aéroports américains par lesquels transitent le plus de matières radioactives. Cependant, il est en fait très peu probable qu'un passager reçoive une telle dose. A titre de comparaison, la dose moyenne de rayonnement reçue par un individu aux Etats-Unis, en raison du fond naturel de rayonnement, est de l'ordre de 100 mrem par an et la dose collective annuelle y est d'environ 20 millions d'hommes-rem.

### **Travailleurs affectés au transport**

La quantité de rayonnements reçue par un travailleur affecté au transport dépend du nombre de colis à manipuler et du niveau de rayonnement externe au voisinage de ces colis.

Normalement, la plupart des travailleurs affectés au transport de matières radioactives reçoivent chaque année des doses bien inférieures à la dose limite recommandée par la CIPR pour les personnes du public. Cependant, dans certains cas, lorsqu'un grand nombre de colis sont manipulés dans une seule installation, certains travailleurs affectés au transport peuvent recevoir des doses annuelles supérieures à la dose limite prescrite pour le public. Ces travailleurs devraient être soumis à un programme spécial de formation théorique, pratique et de surveillance radiologique.

Des études ont été faites aux Etats-Unis et dans d'autres pays pour évaluer les doses reçues par divers groupes de travailleurs affectés au transport. Quelques résultats de ces études sont

**Tableau 2. Travailleurs affectés au transport: estimation des doses annuelles reçues dues à des expéditions de matières radioactives (dans des conditions normales de transport)**

| Pays                                                                   | Mode de transport et sous-groupe de la population | Dose individuelle annuelle (mrem) |                       | Dose collective annuelle (hommes-rem) |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Etats-Unis [6]<br>(Total des colis transportés en 1975 ~ 2,5 millions) | Avion: pilotes                                    | 0,53                              | (moy.)*, 2,5 (max.)** | 16                                    |
|                                                                        | équipage                                          | 6                                 | (moy.) 13 (max.)      | 112                                   |
|                                                                        | équipage au sol                                   | 85                                | (max.)                | 11                                    |
|                                                                        | Camion: équipage                                  | 870                               | (max.)                | 2580                                  |
|                                                                        | personnel chargé du stockage                      | 500                               | (max.)                | 261                                   |
|                                                                        | Train: équipage                                   | 1,2                               | (max.)                | 0,9                                   |
| France [7]                                                             | personnel chargé du stockage                      | 25                                | (max.)                | 0,7                                   |
|                                                                        | Bateau: équipage                                  | 3,7                               | (max.)                | 5,7                                   |
|                                                                        | arrimeurs                                         | non évaluée                       |                       | 1,1                                   |
|                                                                        | Camion: équipage                                  |                                   |                       |                                       |
|                                                                        | 1976 (7 personnes)                                | 25                                | (moy.)                | 0,17                                  |
|                                                                        | 1977 (8 personnes)                                | 22                                | (moy.)                | 0,18                                  |
| Cadarache                                                              | 1978 (8 personnes)                                | 42                                | (moy.)                | 0,34                                  |
|                                                                        | Camion: équipage                                  |                                   |                       |                                       |
|                                                                        | 1976 (21 personnes)                               | 166                               | (moy.)                | 3,48                                  |
|                                                                        | 1977 (33 personnes)                               | 62                                | (moy.)                | 2,06                                  |
|                                                                        | 1978 (32 personnes)                               | 254                               | (moy.)                | 8,14                                  |

\* Moyenne

\*\* Maximum

résumés au tableau 2. On sait qu'en Italie l'équivalent de dose annuel moyen reçu en 1978 par les chauffeurs affectés au transport routier a été de l'ordre de 160 mrem et le maximum d'environ 1300 mrem [3]. La même année, en Pologne, les doses contrôlées reçues par cinq chauffeurs étaient comprises entre 50 et 530 milliroentgens (mR), la dose annuelle moyenne étant de 270 mR [4].

## EXPERIENCE EN MATIERE D'ACCIDENTS DE TRANSPORT

Au cours des 30 dernières années, des millions de colis de divers types de matières radioactives et fissiles, y compris des déchets de réacteurs et des combustibles irradiés, ont été transportés par divers moyens. Les cas d'accident n'ont porté que sur un nombre infime de ces colis, et plus rares encore sont ceux où l'on a observé des fuites de matières radioactives ou une augmentation des niveaux de rayonnement à l'extérieur des colis.

Sur une période de cinq ans (de 1971 à 1975), le Département américain des transports a eu connaissance de 144 accidents impliquant des matières radioactives [8]. Dans 36 cas, on a signalé des fuites du contenu des colis ou des niveaux excessifs de rayonnement. La

plupart des fuites, qui ont entraîné de légères contaminations, provenaient de colis contenant des matières de faible activité.

En Grande-Bretagne, le Centre radiochimique d'Amersham a indiqué que, sur les 200 000 colis expédiés par an, un seul a été atteint dans un grave accident d'avion [9]. L'avion a pris feu et l'enveloppe extérieure du colis a été détruite, mais il n'y a pas eu de fuite de radioactivité. Pour ce centre, un colis par mois en moyenne est endommagé par des manipulations brutales dans un aéroport (en général, le colis est écrasé par un véhicule lors des opérations mécaniques de manutention). Dans un cas seulement il y a eu fuite de matières radioactives et contamination très étendue.

Parmi les accidents survenus en Pologne entre 1971 et 1975, il y a eu huit cas d'accidents de transport intéressant des matières radioactives [10]. Aucun de ces accidents n'a eu de conséquences graves du point de vue radiologique. La contamination a été limitée dans deux cas à des zones très restreintes autour des unités de transport, et dans un cas à la zone de chargement à l'intérieur du véhicule.

D'après les indications fournies par l'Inde, sur plus de 70 000 colis de matières radioactives expédiés de Trombay, quatre seulement ont souffert d'accidents [11]. Trois colis ont été écrasés par des véhicules dans les aéroports lors des transbordements. Bien que les enveloppes extérieures et les caisses en métal aient été déformées, les flacons contenant les matières radioactives sont restés intacts et aucune contamination n'a été constatée sur les surfaces externes des colis endommagés. Quant au quatrième accident, il s'agissait d'une unité d'irradiation gamma. Le colis est tombé du camion dans un cours d'eau de 5 mètres de profondeur environ. Le niveau du rayonnement à la surface externe du blindage n'a pas augmenté et les éléments mécaniques internes n'ont subi aucun dégât.

Trois accidents récents, dont deux survenus aux Etats-Unis et un au Canada, sont examinés brièvement ci-dessous. En septembre 1977, un camion-remorque, chargé de 20 tonnes de concentré d'uranium en fûts d'acier de 250 litres, s'est renversé à la suite d'une collision avec trois chevaux dans une zone agricole du Colorado [12]. 32 des 50 fûts ont été projetés à l'avant de la remorque et environ 6 tonnes de concentré se sont répandues. Afin d'empêcher que le vent ne les disperse, le camion et le sol ont d'abord été recouverts d'une épaisse bâche en plastique. Les opérations de nettoyage ont été achevées en dix jours. Les doses de rayonnements reçues par le personnel de nettoyage et la concentration dans l'air aux alentours de la zone nettoyée ont été mesurées. Les résultats ont indiqué que les doses absorbées par les personnes du public et par le personnel de nettoyage étaient de loin inférieures à celles qui sont susceptibles d'avoir des effets nuisibles pour la santé.

Un train transportait quatre cylindres en acier (chacun pouvant renfermer 8500 kg d'uranium) contenant de l'hexafluorure d'uranium lorsqu'il a déraillé le 21 mars 1977 près de Rockingham, Caroline du Nord [13]. Les cylindres étaient montés sur des berceaux en acier qui étaient solidement fixés à des remorques, elles-mêmes posées sur des wagons plats selon le principe du ferroutage classique. Les quatre remorques et les cylindres ont subi des dégâts au cours du déraillement. Trois cylindres ont été éjectés. Le quatrième est resté bloqué dans les débris du train, exposé à l'incendie alimenté par un chargement de nitrate d'ammonium. Il n'y a pas eu de fuite, de rupture des conteneurs ou de contamination radioactive. Les cylindres en acier étaient déformés mais ils ne s'étaient pas rompus.

En décembre 1976, à Laterrière (Québec), un camion contenant 40 000 litres d'essence est entré en collision avec un véhicule en stationnement, qui transportait un densimètre comportant une source au césium 137 [14]. Un incendie s'est déclaré et a duré 90 minutes. Le densimètre a perdu son blindage parce que le plomb a dû fondre et s'échapper, ce qui a créé à la surface un champ de rayonnement maximal de 3 rems par heure. Il n'y a pas eu de contamination radioactive.

Les fuites de matières radioactives et l'augmentation du niveau de rayonnement externe pendant le transport peuvent être dues à une erreur humaine ou à l'insuffisance des mesures de contrôle de la qualité. En voici deux exemples, qui se sont l'un et l'autre produits aux Etats-Unis. En décembre 1971, un avion de transport de passagers a été contaminé par un colis qui laissait échapper du molybdène 99. Avant que la contamination ne fût découverte, 917 passagers avaient voyagé à bord de cet avion [15]. Celui-ci a été retiré de la circulation puis décontaminé. Les passagers qui avaient voyagé à son bord ont été avisés par téléphone et par voie de presse. Des centres d'examen ont été installés dans les dix villes où l'avion avait fait escale. Les résultats des examens ont montré que ni les passagers ni les employés n'étaient en danger. Une petite dose de contamination a été détectée sur de nombreux bagages qui, une fois décontaminés, ont été rendus à leurs propriétaires.

En avril 1974, un échangeur équipé d'une source gamma contenant de l'iridium 192 était embarqué à bord d'un avion transportant des passagers de Washington D.C. à Atlanta (Georgie), puis transféré sur un autre vol à destination de la Louisiane [16]. On a découvert à l'arrivée que le colis n'étant pas convenablement protégé, le rayonnement externe était élevé. Selon les estimations les plus défavorables fondées sur l'analyse des temps et des mouvements, les travailleurs affectés au transport ont pu recevoir chacun des doses de rayonnement allant du niveau minimal à environ 134 roentgens (R). Des mesures ont été faites pour obtenir une simulation des cas les plus défavorables d'irradiation des passagers au cours de l'accident. Il a été constaté que le débit d'exposition le plus élevé au niveau des sièges était d'environ 4,6 R par heure.

## EVALUATION DES RISQUES

On procède à une évaluation des risques que comporte le transport des matières radioactives afin de mesurer et de prévoir l'incidence des expéditions sur les personnes et sur l'environnement, dans des conditions normales de transport et en cas d'accident. On s'attache tout particulièrement aux effets radiologiques sur la santé, sans négliger pour autant les effets sur l'environnement autres que les incidences radiologiques. Les résultats de l'évaluation peuvent fournir des renseignements sur l'efficacité des contrôles réglementaires en vigueur. Les mêmes techniques peuvent également servir à l'analyse coût-avantage des solutions de remplacement.

Divers pays ont procédé à de nombreuses évaluations des risques dans le domaine du transport des matières radioactives. On peut citer, à titre d'exemple, deux évaluations de ce genre, l'une achevée et l'autre en cours, faites aux Etats-Unis. L'une traite de façon générale de l'incidence sur l'environnement du transport des matières radioactives entrant ou circulant aux Etats-Unis ou sortant de ce pays [6]. Les incidences radiologiques et non radiologiques ont été calculées d'après les chiffres sur les envois de matières réunis à l'occasion d'une enquête de 1975 aux Etats-Unis. Ces données ont été extrapolées à 1985 et les doses reçues par les travailleurs affectés au transport et les personnes du public ont été évaluées. Les accidents de transport une fois classés en huit catégories selon leur gravité, les risques ont été évalués compte tenu de la probabilité des accidents et de la radioexposition postulée pour chacune des catégories. D'autres conditions de transport ont été envisagées et les modifications qui en résultaient pour les risques radiologiques ont été évaluées.

D'après les résultats, ces risques sont minimes. Les conséquences d'une fuite importante de plutonium ou de polonium dans une région à forte densité de population pourraient être considérables mais la probabilité qu'un tel fait se produise est infime. Aux tableaux 1 et 2 figurent certaines estimations de doses individuelles et collectives établies à l'occasion de cette évaluation.

A titre complémentaire, une deuxième enquête a été entreprise aux Etats-Unis afin de réunir des renseignements sur les transports de matières radioactives dans les zones urbaines. Une évaluation provisoire a été publiée en 1978 [7]. L'étude traite des aspects particuliers du milieu urbain tels que la forte densité de population et ses variations journalières, la protection qu'offrent les bâtiments, des effets de la météorologie et de la micrométéorologie locales ainsi que la convergence des itinéraires de transport. La ville de New York est utilisée comme modèle mais les techniques employées sont applicables à toute autre zone urbaine.

## CONCLUSION

L'expérience des trente dernières années montre que le transport des matières radioactives a atteint un haut niveau de sécurité. Dans des conditions normales de transport il est apparu que les doses individuelles étaient inférieures aux limites prescrites par la CIPR. L'expérience en matière d'accidents indique que s'ils n'ont pu être évités, du moins leurs conséquences radiologiques n'ont pas été graves. On peut donc conclure que la réglementation des transports est en général judicieuse et efficace.

Toutefois, les textes et l'efficacité des règles sont périodiquement revus compte tenu des résultats de leur application, des progrès techniques et de l'augmentation constante du nombre des expéditions de matières radioactives. L'AIEA prévoit une révision d'ensemble de son Règlement de transport tous les dix ans. La prochaine révision est prévue pour 1983 et les travaux ont déjà commencé. Le but est de faire en sorte que le Règlement soit techniquement au point afin de maintenir au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre les doses reçues par les personnes exposées aux rayonnements, d'éviter toute irradiation inutile et de réduire encore, sans encourir des frais disproportionnés, les risques déjà faibles d'accident radiologique.

## Références

- [1] U.S. Nuclear Regulatory Commission, "Transport of Radioactive Material in the U.S.", NUREG-0073, Washington, D.C. (mai 1976).
- [2] Hartwig, S. et al., "Weak-Point Analysis and Risk Assessment in the Transportation of Radioactive Materials in Germany" (Proc. of the 5th Int. Symp. on Packaging and Transportation of Radioactive Materials, Las Vegas, 1978), II, p. 968 à 975, Sandia Laboratories, Albuquerque, Nouveau-Mexique (1978).
- [3] Swindell, G.E., "Synopsis of Some Transport Studies in Member States", AG-225/2, p. 8 à 11, AIEA, Vienne (mai 1979).
- [4] Musialowicz, T., "Personal Monitoring of Transport Workers in Poland", AG-225/17, AIEA, Vienne (juillet 1979).
- [5] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication No. 9, Pergamon Press, Oxford (1966).
- [6] U.S. Nuclear Regulatory Commission, "Final Environmental Statement on the Transportation of Radioactive Material by Air and Other Modes", NUREG-0170, Vol. 1, Washington, D.C. (décembre 1977).
- [7] Hamard, J., "Radiation Doses Received by One Category of Transport Personnel in C.E.A." AG-225/18, AIEA, Vienne (juillet 1979).
- [8] Grella, A.W., "A Review of Five Years (1971-1975) Accident Experience in the USA Involving Nuclear Transportation" (Proc. of Sem. on Transport Packaging for Radioactive Materials, Vienne, 1976), p. 225 à 240, IAEA-SR-10/5, Vienne (1976).
- [9] Taylor, C.B.G., "Packaging and Transport of Radioisotopes" (Proc. of Sem. on Transport Packaging for Radioactive Materials, Vienne, 1976), p. 71 à 89, IAEA-SR-10/45, Vienne (1976).
- [10] Dyz, S. et al., "Transport Experience with Type A and Type B Packages in Poland" (Proc. of Sem. on Transport Packaging for Radioactive Materials, Vienne, 1976), p. 241 à 248, IAEA-SR-10/40, Vienne (1976).
- [11] Deshpande, R.G. et al., "Design and Construction of Packages for the Transportation of Radioisotopes" (Proc. of Sem. on Transport Packaging for Radioactive Materials, Vienne, 1976), p. 91 à 102, IAEA-SR-10/38, Vienne (1976).
- [12] Hornsby, R.T. et al., "A Highway Accident Which Involved a Spill of Natural Uranium Oxide Concentrate" (Proc. of the 5th Int. Symp. on Packaging and Transportation of Radioactive Materials, Las Vegas, 1978), II, p. 623 à 630, Sandia Laboratories, Albuquerque, Nouveau-Mexique (1978).

- [13] Teer, B.R., "Uranium Hexafluoride Cylinders Survive Train Derailment" (Proc. of the 5th Int. Symp. on Packaging and Transportation of Radioactive Materials, Las Vegas, 1978), II, p. 612 à 614, Sandia Laboratories, Albuquerque, Nouveau-Mexique (1978).
- [14] McLellan, J.J. et al., "Damage and Thermal Exposure of a Radioactive Material Package in an Accident and Gasoline Fire" (Proc. of the 5th Int. Symp. on Packaging and Transportation of Radioactive Materials, Las Vegas, 1978), II, p. 615 à 622, Sandia Laboratories, Albuquerque, Nouveau-Mexique (1978).
- [15] National Transportation Safety Board, "Special Study of the Carriage of Radioactive Materials by Air" NTSB-AAS-72-4, Washington, D.C. (avril 1972).
- [16] Louisiana Division of Radiation Control, "Report of Shipping Incident Involving Gamma Industries Model C-10 Source Exchanger Sent from Value Engineering to Gamma Industries via Delta Air Lines and Quick Delivery Service", du 5 au 8 avril 1974 Baton Rouge, Louisiane (juin 1974).
- [17] DuCharme, A.R., "Transport of Radionuclides in Urban Environs: Working Draft Assessment" SAND 77-1927, Sandia Laboratories, Albuquerque, Nouveau-Mexique (mai 1978).