

ENVIRONMENTAL AND HEALTH CONSEQUENCES OF AN ACCIDENTAL
ATMOSPHERIC RELEASE OF RADIOACTIVE MATERIAL.

P. Pagès, F. Rancillac
Commissariat à l'Energie Atomique - Fontenay-aux-Roses - France

Philippe Hubert
Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire
Fontenay-aux-Roses - France

INTRODUCTION

Malgré leur faible probabilité, il est nécessaire de connaître les conséquences dans l'espace et dans le temps des rejets accidentels de substances toxiques. Cette connaissance permet d'évaluer les risques associés au transport de ces produits et l'efficacité des mesures destinées à réduire ces effets directs ou indirects sur l'homme : évacuation, décontamination. Il existe déjà de nombreux modèles généralement informatisés d'évaluation des conséquences d'un rejet atmosphérique accidentel : c'est le cas en particulier des modèles adaptés au cas d'un site d'installation nucléaire.

Le présent modèle est plus spécialement adapté aux problèmes posés par les accidents de transport. Ceux-ci se caractérisent par le fait que ni la densité de population, ni la nature et les risques du produit transportés ne sont connus d'avance. En conséquence, ces données font partie des entrées du modèle, ainsi que le choix des isodoses qui peuvent être pertinentes, et un bloc "dosimétrie" a été introduit dans le modèle pour relier dose individuelle et concentration intégrée relative au produit relâché. La souplesse et la facilité d'emploi ont été privilégiées dans ce contexte où la précision des résultats est, de toute façon, faible. (Aux problèmes généraux de la modélisation du transfert atmosphérique s'ajoute le fait que les paramètres en sont mal connus dans le cas d'accidents de transport). C'est pourquoi le modèle est conversationnel et écrit en A.P.L.

Le programme réalisé calcule les concentrations intégrées, les équivalents de doses inhalés individuels atteints en un point quelconque du passage de la bouffée. Il fournit la répartition géographique de la dose collective ainsi que le dépôt éventuel. Il trace les courbes isoquantas des doses et des dépôts à une échelle cartographique. Il permet l'estimation des effets aigus ou retardés dus à l'inhalation. La mise au point de cet outil est par ailleurs faite avec en vue une première application pratique au cas du transport d'oxyde de plutonium /1/. D'où les références aux résultats de cette application dans l'exposé.

I - PRESENTATION DU MODELE

Le schéma suivant présente l'enchaînement des étapes de calcul des conséquences sanitaires d'un relâchement atmosphérique accidentel, mettant ainsi en évidence les paramètres d'entrée et les quantités calculées à chaque étape /1/.

- a) Le "modèle dosimétrique" choisi tient compte de la composition isotopique du mélange. Il utilise les résultats du modèle de la C.I.P.R. /2/ et donne les équivalents de dose reçus après absorption du produit. Les effets à long terme se déduisent de la dose collective grâce à la valeur recommandée par la C.I.P.R. (publication 26) : $1.65 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$, sous l'hypothèse fondamentale de linéarité de la loi dose-effet. Par contre les effets aigus sont à seuil et s'observent dès que la dose individuelle a dépassé une certaine valeur correspondant à une dose engagée importante (de l'ordre de 50 Sv dans le cas du Pu d'après /3/).
- b) Le "modèle de dispersion" adopté pour l'évaluation des concentrations atmosphériques est du type panache bigaussien classique donnant les concentrations intégrées sur le temps au niveau du sol. Sont également introduits dans ce modèle les réflexions sur le sol et la

couche d'inversion de température. Il prend également en compte la hauteur du rejet et les phénomènes de dépôt sec et humide /4/. Le calcul des surfaces est réalisé pour chaque niveau de dose choisi ce qui permet ensuite d'évaluer les doses collectives ou les quantités déposées au sol le pas de cette intégration correspond au découpage retenu pour les niveaux de doses. Il est à noter que ces surfaces peuvent être calculées pour des hauteurs de rejets quelconques et que le pas de cette intégration correspond au découpage retenu pour les niveaux de dose.

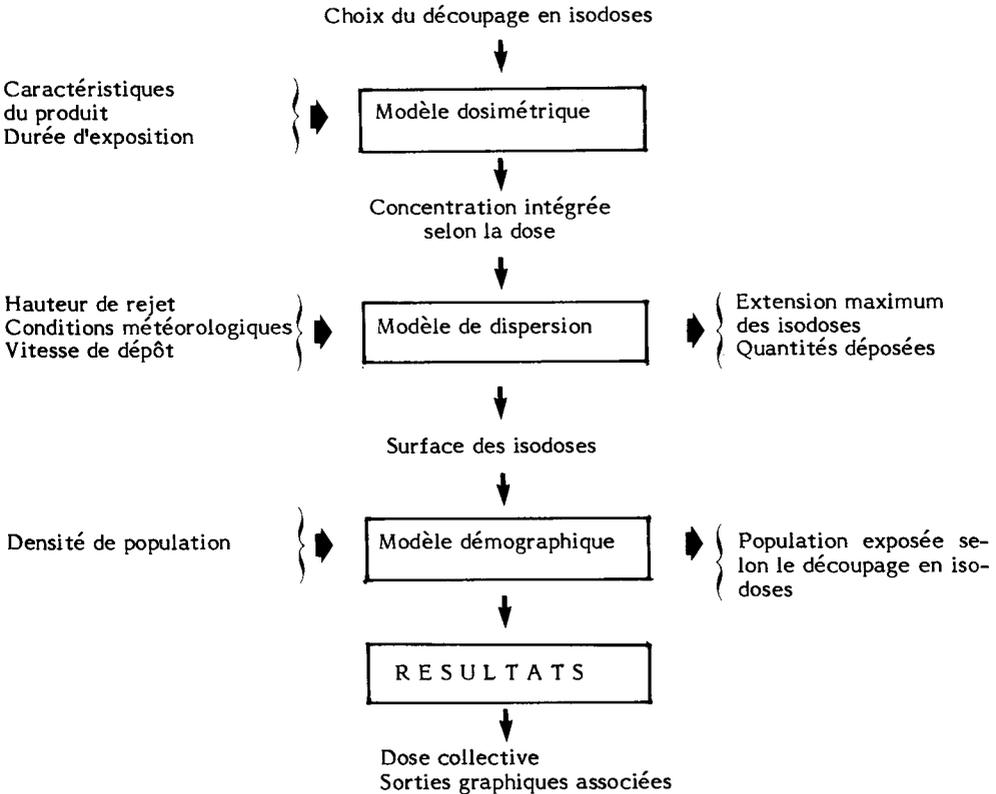


Figure 1 : Les étapes du modèle général de calcul des conséquences d'un rejet atmosphérique.

c) Le "modèle démographique" reprend une typologie des densités de population le long d'un itinéraire déjà effectué /5/ et qui a permis de retenir 3 types de densité suivant le lieu. Sont ainsi différenciées les zones urbaine, suburbaine, rurale dont les densités suivantes peuvent être considérées comme respectivement représentatives : 6 800, 700, 50 (hab/km²) .

II - EXEMPLE DE RESULTATS

Une première application du modèle a été effectuée dans /1/. Les tableaux qui suivent présentent quelques résultats pour des situations accidentelles entraînant la mise en suspension de 1 à 100 g d'oxyde de plutonium en zone urbaine. On présente ici deux résultats correspondant à un rejet effectué à hauteur nulle dans deux conditions météorologiques. La première est une diffusion faible avec un vent de 1 m/s (DF1, H = 0), la deuxième est une

diffusion normale avec un vent de 1 m/s (DN1, H = 0). Il est à noter qu'une hauteur de rejet différente (10 m) conduit pratiquement au même résultat dans le cas de la seconde condition météorologique. Le tableau 1 indique pour des niveaux de dose donnés les surfaces et les quantités déposées correspondantes (vitesse de dépôt de 5 mm/s).

| [mSv] | FRACTION DEPOSEE | | SURFACE CONTAMINEE [m ²] | |
|---------|------------------|---------|--------------------------------------|---------|
| | DF 1,H=0 (*) | DN1,H=0 | DF1,H=0 | DN1,H=0 |
| H ≥ 500 | 0.18 | 0.00 | 2.9E2 | 0.0E0 |
| H ≥ 100 | 0.27 | 0.18 | 2.1E4 | 3.0E3 |
| H ≥ 50 | 0.31 | 0.21 | 4.7E4 | 6.8E3 |
| H ≥ 10 | 0.44 | 0.34 | 3.1E5 | 4.3E4 |
| H ≥ 5 | 0.5 | 0.39 | 6.7E5 | 9.5E4 |
| H ≥ 1 | 0.64 | 0.52 | 3.7E6 | 6.1E5 |
| H ≥ 0.5 | 0.70 | 0.58 | 7.2E6 | 1.4E6 |
| H ≥ 0.1 | 0.81 | 0.75 | 3.2E7 | 9.1E6 |

(*) DN1 = diffusion normale, vent de 1 m/s ;

DF = diffusion faible

Tableau 1 : Quantité déposée et surface affectée à la suite d'un rejet de 1 g Pu0₂.

| | Choix du domaine de calcul | Conditions de rejet (H = 0) (*) | Population exposée | Nombre d'effets sanitaires |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Effets sans seuil | ≥ 0.1 mSv | 1 g (*) | 220 000 | 1.8 |
| | ≥ 0.1 mSv | 1 g (**) | 62 000 | 0.3 |
| | ≥ 10 mSv | 100 g (*) | 220 000 | 180.0 |
| | ≥ 10 mSv | 100 g (**) | 62 000 | 30.0 |
| Effets aigus | ≥ 50 Sv | 1 g (*) | 0 | 0 |
| | ≥ 50 Sv | 1 g (**) | 0 | 0 |
| | ≥ 50 Sv | 100 g (*) | 20 | 20 |
| | ≥ 50 Sv | 100 g (**) | 0 | 0 |
| Limite annuelle travailleur | ≥ 0.05 Sv | 1 g (*) | 320 | 0.5 |
| | ≥ 0.05 Sv | 1 g (**) | 50 | 0.05 |
| | ≥ 0.05 Sv | 100 g (*) | 50 000 | 150 |
| | ≥ 0.05 Sv | 100 g (**) | 9 000 | 22 |

(*) Diffusion faible, vent 1 m/s

(**) Diffusion normale, vent de 1 m/s

Tableau 2 : Effets sanitaires d'un rejet accidentel

CONCLUSION

Le modèle présenté ici comporte outre le type de résultats présentés ci-dessus, la possibilité de sortir à chaque instant de l'histoire de l'accident l'histogramme des doses individuelles engagées (c'est-à-dire à l'intérieur d'un rayon donné autour du lieu de l'accident), ainsi que le dessin des isodoses à une échelle cartographique. Ces paramètres sont importants pour décider de la conduite à tenir (modalités d'une évacuation éventuelle ou d'un confinement). Tout ou partie de ces possibilités sont obtenues grâce à la mise en oeuvre d'un programme interactif qui facilite la modification des paramètres d'entrée aussi bien pour juger de la sensibilité des résultats aux différentes hypothèses que pour évaluer l'efficacité de mesures éventuelles destinées à réduire les conséquences de l'accident. La grande souplesse du langage choisi (APL) qui permet en particulier d'extraire aisément des résultats intermédiaires en cours d'exécution, est un atout précieux pour faire face à l'hétérogénéité des situations envisageables pour les accidents de transport. De fait l'application du modèle a été aisément étendue à certains cas d'accidents susceptibles d'entraîner le relâchement d'autres substances toxiques dans l'atmosphère.

REFERENCES

- /1/ F. RANCILLAC, Evaluation des risques sanitaires associés aux accidents de transport de plutonium. Rapport C.E.P.N. n° 66, mars 1983.
- /2/ C.I.P.R., Limits for intakes of radionuclides by workers, Rapport du Comité 2 de la Commission Internationale de Protection Radiologique, I.C.R.P. 30, Pergamon Press, Oxford, 1980.
- /3/ M. METIVIER, Devenir biologique et toxicité du plutonium, in P. Galle Editeur, "Toxiques nucléaires", Masson, Paris, 1982.
- /4/ CEA-NRPB, Méthodologie pour l'évaluation des conséquences radiologiques des rejets d'effluents radioactifs en fonctionnement normal. Rapport CEA-NRPB, Commission des communautés européennes, juillet 1979.