

EVALUATION DE LA DOSE COLLECTIVE A L'ECHELLE EUROPEENNE DUE
A DES REJETS ATMOSPHERIQUES

Alain Després, Jacques Le Grand, André Bouville,
Jean-Marie Guézengar

Département de Protection, Institut de Protection et de Sûreté
Nucléaire - Commissariat à l'Energie Atomique, B.P. n° 6
F 92260 - Fontenay aux Roses.

Le programme de calcul DOSCOL a pour objet la détermination de la dose collective délivrée à l'ensemble de la population d'Europe de l'Ouest, par irradiation externe et par inhalation, due à un rejet continu et à débit constant d'un gaz ou d'un aérosol radioactif, en un point quelconque du territoire européen.

Ce calcul nécessite la mise en oeuvre du programme TALD (1), (2), qui calcule les concentrations atmosphériques intégrées annuelles, et les données démographiques relatives à l'ensemble de l'Europe de l'Ouest, disponibles sur une bande magnétique élaborée antérieurement (3). Sur cette bande, l'Europe de l'Ouest est divisée en carrés d'environ 10 km de côté. Pour l'application au code DOSCOL, et afin de ne pas multiplier les calculs, il a été décidé, dans un premier temps, de regrouper ces populations sur une grille dont la maille est d'environ 10^4 km². Cette population est supposée concentrée au centre des mailles.

Les équivalents de dose effectifs collectifs, pour une concentration unitaire, pour l'inhalation et l'irradiation externe, sont tirés de (3). Ils sont rappelés dans le tableau 1.

1. UTILISATION DU PROGRAMME TALD

1.1. - Présentation

Le calcul comporte deux étapes successives :

- l'établissement des trajectoires suivies par le polluant, à partir de données météorologiques réelles ;
- le calcul des concentrations dans le nuage associé à ces trajectoires. Le modèle de diffusion adopté est un modèle "panache".

Le rejet est décomposé en rejets élémentaires bi-quotidiens. Une trajectoire est tracée pour chacun de ceux-ci; elle est supposée représentative de l'ensemble de celles qui pourraient être tracées durant les douze heures de rejet.

Le tracé des trajectoires est effectué à partir des données météorologiques. Pour les années 1975 et 1976, la vitesse et la direction du vent moyen entre les surfaces isobares 850 mb et 1000 mb, à 0 h et à 12 h chaque jour, en 400 points de la grille de prévision météorologique ont été

fournies par la Météorologie Nationale. Cette grille est approximativement limitée par les méridiens 20° W et 20° E, et par les parallèles 30° N et 65° N.

Il faut connaître d'autre part la direction et la vitesse du vent au point d'émission durant les années 1975 et 1976. Ces vents sont répartis en huit classes en fonction de leur direction.

Les trajectoires sont tracées par segment, en supposant les conditions météorologiques constantes durant 6 h. Durant les 3 premières heures, on utilise le vecteur vitesse du vent au point d'émission, et ensuite le vecteur vitesse moyen entre 850 et 1000 mb fourni par la Météorologie Nationale.

Le calcul des concentrations repose sur un certain nombre d'hypothèses dont les plus importantes sont celles qui permettent l'emploi d'un modèle de panache gaussien (vent constant en vitesse et direction; diffusion longitudinale négligeable devant le transport par le vent).

On suppose que l'épaisseur de la couche de mélange est de 1000 m sur l'Europe Occidentale et que le rejet est effectué au sol.

Les écarts-types σ_y et σ_z de la distribution de la concentration dans les directions perpendiculaires à l'axe panache sont calculés à l'aide de relations de la forme :

$$\sigma = (At)^k$$

où t est le temps de transfert, A et k sont des paramètres dépendants du temps de transfert.

L'appauvrissement du panache dû au dépôt sec et à la décroissance radioactive est pris en compte. Par contre le dépôt par temps de pluie ne l'est pas.

Le programme DOSCOL a été appliqué à des rejets hypothétiques de 1 Ci par an de ^{85}Kr , de ^{131}I et de ^{239}Pu , à partir du Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, pour les années 1975 et 1976, années pour lesquelles nous possédons les données météorologiques nécessaires à l'exploitation du programme TALD.

1.2. - Résultats

1.2.1. - Influence du dépôt -

Alors que le rapport des facteurs de dose irradiation externe du $^{85}\text{Kr}/^{239}\text{Pu}$ est de 28,1, le rapport des doses collectives est de l'ordre de 100. Il s'ensuit que la prise en compte du dépôt sec ($v_d = 5.10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$) diminue, pour le site considéré, les doses collectives, d'un facteur voisin de 3.

1.2.2. - Influence de la décroissance radioactive

Cette influence apparaît lorsque l'on compare les résultats pour l'iode et le plutonium. Le rapport des facteurs de dose irradiation externe I/Pu est de 4890. Le rapport des doses est de 4260. Pour l'inhalation, le rapport des facteurs de dose est $9,2.10^{-5}$; il est de 8.10^{-5} pour les doses collectives. Ceci signifie que, pour le site considéré, la prise en compte de la décroissance radioactive de l'iode ($T_{1/2} = 8 \text{ j}$) ne modifie pas sensiblement les doses.

2. UTILISATION D'UN MODELE A TRAJECTOIRES RECTILIGNES

Le modèle à trajectoires rectilignes utilisé est décrit dans (3). C'est un modèle de panache gaussien qui prend en compte les phénomènes d'appauvrissement de décroissance radioactive et les phénomènes de réflexions sur le sol et sur le sommet de la couche de mélange. Les conditions de diffusion sont celles du schéma de DOURY (3), et définies par les conditions de stabilité et la vitesse du vent. On tient compte de roses des vents différentes par temps sec et par temps de pluie. Les probabilités d'occurrence des différentes conditions de diffusion ont été calculées à partir des données observées sur le site et fournies par le Centre d'Etudes Nucléaires de Salcay.

Les données relatives à la population sont celles présentées dans (3), mais réparties en 104 secteurs de couronne (8 secteurs et 13 rayons de couronne), à partir de la grille de 10 km de côté.

3. RESULTATS - COMPARAISON DES DEUX MODELES (Tableau 2)

a) *Examen global des années 1975 et 1976 (indépendamment de la direction de l'émission)* - Les doses collectives obtenues avec DOSCOL sont 2 à 4 fois plus faibles que celles obtenues avec le modèle à trajectoires rectilignes. Par ailleurs, la variation d'une année à l'autre est au maximum de 20%, les écarts les plus grands étant obtenus avec le modèle à trajectoires rectilignes. Il faut toutefois remarquer que, bien que ces différences ne soient pas très significatives, les valeurs de 1976 sont inférieures à celles de 1975 avec le modèle à trajectoires rectilignes, alors qu'elles sont supérieures avec le modèle DOSCOL.

b) *Etude de l'année 1976, par section d'émission* - Le maximum, pour le modèle à trajectoires rectilignes, est obtenu quand le vent vient du Sud (influence de l'agglomération parisienne) et du S-W (vents dominants à Saclay). Avec le modèle DOSCOL, ce maximum est atteint lorsque le vent vient du N et du N-E. Cette anomalie est due au fait que d'une part dans la grille population utilisée dans le code DOSCOL, la population parisienne est regroupée en un point situé au Sud du point d'émission, et d'autre part que les trajectoires sont rarement rectilignes aux échelles de distance considérées.

REFERENCES

- (1) LE GRAND J., DESPRES A., Une méthode d'évaluation des transferts atmosphériques à grandes distances (100 km - 1000 km), IV^e congrès de l'Association Internationale de Radioprotection (24-30 avril 1977, Paris).
- (2) DESPRES A., LE GRAND J., Une méthode d'évaluation des transferts atmosphériques à longue distance, Séminaire sur la dispersion en milieu physique naturel. Cadarache, mars 1978, PARIS, Société Française de Radioprotection (1978).
- (3) C.E.A. - N.R.P.B., Méthodologie pour l'Evaluation des Conséquences Radiologiques des rejets d'effluents radioactifs en fonctionnement normal Doc.n° V/3865/79-FR, EN, C.C.E..

RADIOELEMENT		^{85}Kr	^{239}Pu	^{131}I
Irradiation externe		$3,74 \cdot 10^{-4}$	$1,33 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$
Inhalation		0	$8,48 \cdot 10^4$	7,82

Tableau 1 - Facteurs de dose utilisés, exprimés en rems par Ci. s. m⁻³

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL 1976	TOTAL 1975
^{85}Kr	1	$1,36 \cdot 10^{-5}$	$3,09 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$3,82 \cdot 10^{-6}$	$5,94 \cdot 10^{-6}$	$5,64 \cdot 10^{-6}$	$4,97 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$
	2	$3,07 \cdot 10^{-6}$	$3,63 \cdot 10^{-6}$	$4,27 \cdot 10^{-6}$	$8,24 \cdot 10^{-6}$	$2,87 \cdot 10^{-5}$	$1,90 \cdot 10^{-5}$	$1,23 \cdot 10^{-5}$	$2,62 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$
Inrad.ext.	1	$6,96 \cdot 10^{-4}$	$7,07 \cdot 10^{-4}$	$1,74 \cdot 10^{-4}$	$4,30 \cdot 10^{-5}$	$2,68 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,22 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
	2	$2,41 \cdot 10^{-4}$	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$2,85 \cdot 10^{-4}$	$6,81 \cdot 10^{-4}$	$2,91 \cdot 10^{-3}$	$2,20 \cdot 10^{-3}$	$6,33 \cdot 10^{-4}$	$7,42 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$
^{131}I	1	$8,37 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$5,17 \cdot 10^{-3}$	$3,22 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$2,68 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$
	2	$2,01 \cdot 10^{-2}$	$2,26 \cdot 10^{-2}$	$1,88 \cdot 10^{-2}$	$4,26 \cdot 10^{-2}$	$2,29 \cdot 10^{-2}$	$1,74 \cdot 10^{-2}$	$5,40 \cdot 10^{-2}$	$5,83 \cdot 10^{-1}$	$6,2 \cdot 10^{-1}$
Inrad.ext.	1	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,66 \cdot 10^{-7}$	$3,97 \cdot 10^{-8}$	$1,06 \cdot 10^{-8}$	$6,54 \cdot 10^{-9}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-8}$	$5,21 \cdot 10^{-7}$	$4,3 \cdot 10^{-7}$
	2	$4,98 \cdot 10^{-8}$	$5,75 \cdot 10^{-8}$	$5,70 \cdot 10^{-8}$	$1,23 \cdot 10^{-7}$	$5,94 \cdot 10^{-7}$	$4,46 \cdot 10^{-7}$	$1,32 \cdot 10^{-7}$	$1,51 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$
^{239}Pu	1	1020	1060	253	67,3	41,2	166	363	3320	2740
	2	226	254	212	477	2536	1920	248	6488	6860

Tableau 2 - Distribution des équivalents de dose effectifs collectifs, par secteur d'émission pour l'année 1976, et globalement pour les années 1975 et 1976

- 1 - Par le modèle DOSCOL
- 2 - Par le modèle à trajectoire rectiligne, exprimés en homme-rem pour un rejet de 1 Ci/an.