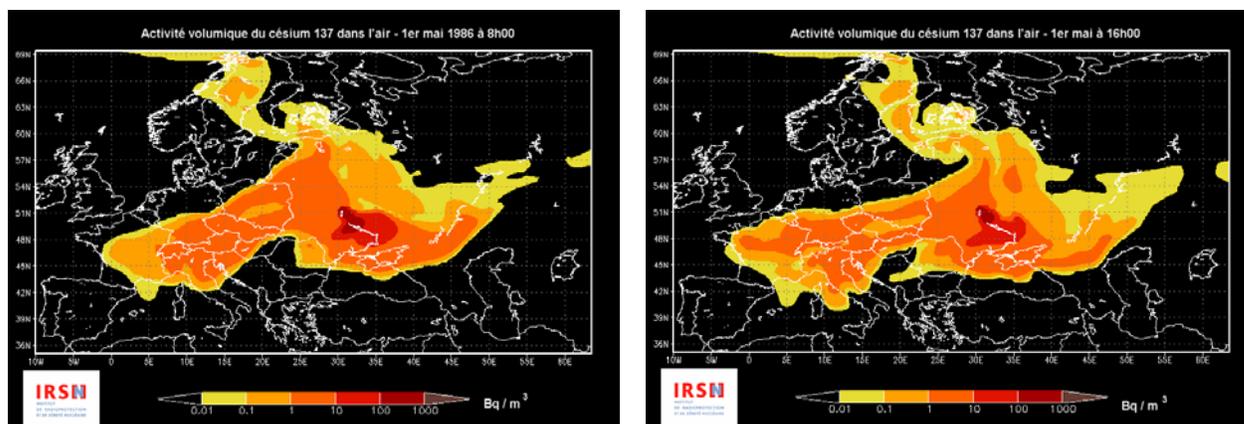


Modélisation à l'échelle de l'Europe de la dispersion du césium 137 dans l'air à la suite de l'accident de Tchernobyl

L'animation présente une simulation de l'évolution de la concentration dans l'air du césium 137 (activité volumique exprimée en Bq/m^3) du 26 avril au 9 mai 1986, entre 0 et 10 mètres au dessus du sol. Cette simulation a été réalisée grâce à une nouvelle génération de modèles de dispersion atmosphérique développés par l'IRSN pour être utilisés en cas de crise nucléaire. Dans ce contexte, l'accident de Tchernobyl a été utilisé en tant qu'événement historique servant à éprouver et valider ces nouveaux modèles. Le résultat obtenu témoigne d'une concordance satisfaisante en ordre de grandeur de concentration, avec les observations faites au niveau du sol fin avril et début mai 1986. C'est notamment le cas pour la France, touchée du 30 avril au 5 mai, où les résultats de la simulation sont cohérents avec la représentation de l'évolution de la contamination de l'air (en moyenne quotidienne) obtenue par le réseau de stations de mesures des aérosols exploité par le SCPRI.

Pour réaliser cette simulation, des calculs successifs ont été effectués à l'aide du modèle (code IdX), fournissant une image instantanée de la contamination de l'air tous les $\frac{1}{4}$ d'heure. A titre d'illustration, les deux cartes ci-dessous montrent le résultat obtenu le 1^{er} mai 1986 (jour où la contamination de l'air a été maximale en France) à deux heures différentes (08h00 et 16h00)



La réalisation d'une telle modélisation dépend de deux sources d'information principales :

- la connaissance des quantités de substances radioactives rejetées lors de l'accident, notamment le césium 137 ;
- la connaissance des conditions météorologiques depuis le moment de l'accident, fournissant les trajectoires des masses d'air transportant les produits rejetés, les conditions de turbulence de l'atmosphère qui favorisent la diffusion, les conditions de lessivage par les pluies etc., et ce pendant toute la période étudiée (du 26 avril au 9 mai 1986).

Les données météorologiques disponibles pour cette période, intégrant l'ensemble des observations disponibles à l'époque, proviennent de la base ERA-40 du CEPMMT (Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme). Elles ont été mesurées toutes les 3 heures et environ tous les 110 kilomètres.

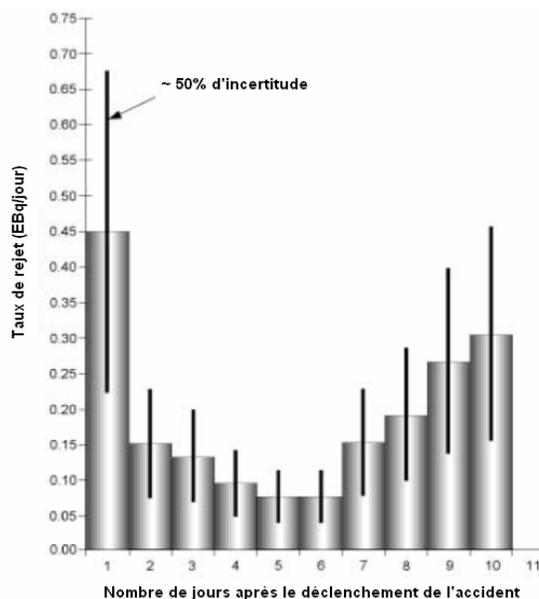
Ces données météorologiques ont été complétées par l'historique de pluie, pour pouvoir utiliser le code de prévisions météorologiques MM5, internationalement reconnu, associé pour le transfert atmosphérique avec le code IdX.

Les quantités de substances rejetées

Les évaluations utilisées pour modéliser le rejet sont celles proposées par Waight (1995). Elles ont une incertitude de 50% sur la quantité rejetée et ne considèrent que trois radionucléides : ^{137}Cs , ^{134}Cs et ^{131}I . L'activité totale rejetée a été de l'ordre de 10 EBq (10^{19} Bq) dont :

- ▶ $8.5 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$ pour le césium 137,
- ▶ $5.4 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$ pour le césium 134,
- ▶ $1.76 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$ pour l'iode 131.

A titre indicatif, la figure ci-après présente les variations temporelles des quantités rejetées, à partir du début du rejet :



Pendant l'accident, le rejet s'est élevé à plus d'un kilomètre du sol avec une incertitude non négligeable sur sa distribution verticale. Cette incertitude a une influence sur la précision des évaluations des évolutions du nuage. La répartition verticale utilisée correspond à celle proposée par Brandt (2000).

La modélisation de la dispersion atmosphérique

Le modèle IdX est un modèle de dispersion atmosphérique tridimensionnel validé au travers de nombreuses comparaisons avec des expérimentations (notamment des épisodes de pollution d'ozone).

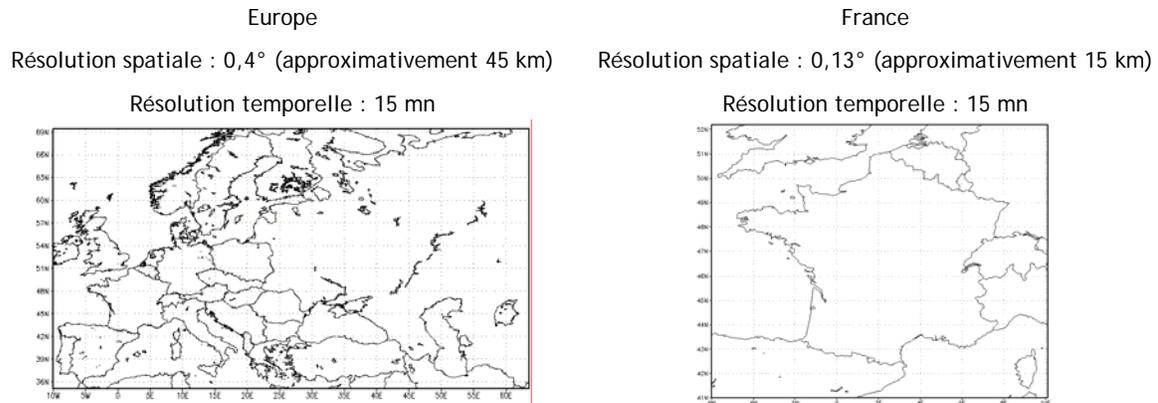
L'évaluation de la dispersion atmosphérique nécessite de prendre en compte deux phénomènes qui vont conduire à appauvrir le nuage au cours de son déplacement :

- le **dépôt dit sec**, correspondant au transfert des gaz et des aérosols de l'atmosphère vers le sol par des mécanismes liés à la turbulence atmosphérique et aux effets de gravité ;

- le dépôt dit humide correspondant au transfert par la pluie de la contamination vers le sol.

L'ensemble des mesures réalisées en Europe montre que les dépôts humides ont été prépondérants par rapport aux dépôts secs.

Les calculs de dispersion atmosphérique ont été réalisés successivement sur l'Europe et sur la France avec des échelles de résolutions différentes :



Pour ce qui concerne les modélisations du dépôt, l'approche d'une vitesse de dépôt constante est utilisée ($0,2 \text{ cm/s}$) pour le dépôt sec. Le dépôt humide est calculé à partir d'une modélisation classique basée sur l'intensité de la pluie. Le calcul de l'appauvrissement du nuage par dépôt humide dépend largement de la précision de la modélisation temporelle de la pluie ainsi que de la localisation correcte du nuage lui-même.

Ainsi, le champ de pluie simulé est l'un des paramètres prépondérant dans l'évaluation de la dispersion atmosphérique. Une comparaison de la modélisation utilisée pour la pluie avec les données observées sur les stations météorologiques montre, en moyenne journalière, des résultats de bonne qualité.

Pour ce qui concerne le déplacement du nuage, le temps d'arrivée de ce dernier sur les stations d'observation en France a été utilisé comme indicateur de qualité de la simulation. Les résultats présentés montrent que le nuage simulé arrive en France avec une quinzaine d'heures d'avance sur celui observé. Bien qu'important en valeur absolue, ce décalage temporel pour le survol de la France par le nuage doit être relativisé par la distance parcourue par ce nuage depuis le lieu de l'accident et par le temps mis pour atteindre la France. L'utilisation prochaine de méthodes d'assimilation de données à partir de réseaux de mesures (réseau européen EURDEP par exemple) avec les codes de transfert atmosphérique permettra de minimiser les écarts entre les observations et les calculs.

L'IRSN continue de développer pour son Centre Technique de Crise (CTC) sa plate forme de calcul de conséquences radiologiques d'un accident qui surviendrait en France ou à l'étranger. Cette plate forme comprend notamment un modèle dédié à l'évaluation des transferts atmosphériques aux échelles régionale et continentale.