

SYNTHÈSE DU RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL « HYPOTHÈSES »

« Données contextuelles et hypothèses pour mener les évaluations prédictives des conséquences radiologiques et dosimétriques en début de phase de transition post-accidentelle »



Le GT « Hypothèses » a centré son action sur le problème suivant : en cas d'accident nucléaire, quels sont les paramètres contextuels et les hypothèses à retenir pour mener les évaluations prédictives des conséquences radiologiques et dosimétriques qui permettraient aux autorités de décider des premières actions de protection au début de la phase de transition post-accidentelle ? Les résultats de ces évaluations seraient en particulier, nécessaires dès la sortie de la phase d'urgence pour définir le zonage post-accidentel : la **Zone de Protection des Populations (ZPP)**, à l'intérieur de laquelle des actions seraient menées dans le but de réduire les doses susceptibles d'être reçues par les personnes qui s'y trouvent ; la **Zone de Surveillance renforcée des Territoires (ZST)**, à l'intérieur de laquelle une surveillance spécifique des denrées agricoles et animales destinées à être commercialisées serait mise en place, afin de vérifier que les niveaux maximaux admissibles (NMA) fixés par la réglementation européenne ne sont pas dépassés.

1) Évaluation prédictive des doses reçues au cours du premier mois suivant la fin des rejets radioactifs

• Principes proposés par le GT « Hypothèses »

Il est évidemment impossible de faire un calcul personnalisé pour chaque individu présent sur les territoires contaminés. Il s'agit donc de choisir des scénarios d'exposition pour les populations concernées, en fixant des valeurs aux différents paramètres intervenant dans le calcul des doses prévisionnelles.

Reprenant une recommandation du GT3 indiquant qu'il convient de « *retenir des hypothèses raisonnablement prudentes sur les paramètres de calcul* », le GT « Hypothèses » a proposé de choisir des hypothèses conduisant à des estimations de doses sur la base desquelles des décisions d'actions suffisamment protectrices seraient prises, tout en évitant des surévaluations excessives entraînant un surdimensionnement de l'étendue des zones post-accidentelles et un détrimement injustifié pour les conditions de vie des populations et pour l'économie locale.

Les paramètres intervenant dans les calculs de doses ont une influence plus ou moins forte sur le résultat final de l'évaluation. La doctrine générale proposée par le GT « Hypothèses » consiste à choisir des valeurs conservatrices pour les paramètres contextuels les plus sensibles et des

valeurs réalistes, usuellement indiquées dans des études ou des documents de référence publiés, pour les paramètres techniques ayant une influence secondaire.

• Pour le calcul des doses dues à l'ingestion de denrées contaminées d'origine locale

Sources de connaissance sur les régimes alimentaires

Les doses dues à l'ingestion alimentaire sont liées à la contamination des denrées consommées, elle-même liée à leur lieu de production. L'évaluation de ces doses repose donc sur la connaissance de la consommation des denrées produites localement et sur leur part dans le régime alimentaire, c'est-à-dire l'autoconsommation au sens large du terme, incluant les productions familiales, les produits d'origine locale en vente directe ou en circuit de distribution très court, les produits de la chasse, pêche ou cueillette.

Pour l'évaluation des doses par ingestion de denrées, le GT « Hypothèse » a recommandé d'utiliser des résultats d'enquêtes alimentaires locales, représentatives des pratiques d'autoconsommation autour des sites nucléaires, plutôt que des données génériques sur l'alimentation en France. Ces enquêtes locales devraient s'intéresser spécifiquement à la consommation de produits frais, plus particulièrement de ceux qui sont les plus sensibles à court terme aux retombées radioactives (notamment les légumes à feuilles et les produits laitiers). En effet, dans les premières semaines suivant les dépôts, la contribution des autres denrées (viandes, lait en conserve, fromages fermentés, produits céréaliers, gibier...) est faible et ne devient significative que plus tard. Ces enquêtes alimentaires devraient également tenir compte de l'influence des saisons sur la production et la consommation, l'été étant généralement la période la plus propice à une autoconsommation élevée de produits frais. Enfin, les enquêtes actuellement disponibles étant peu informatives sur les habitudes alimentaires des enfants, des enquêtes spécifiques devraient être menées auprès de cette population.

Choix des catégories de population retenues pour le calcul

Pour l'évaluation des doses dues à l'ingestion alimentaire, il convient de choisir les catégories de personnes parmi les plus sensibles à l'exposition par ingestion de denrées contaminées et représentatives de la population locale. Le plus souvent, il s'agit des enfants de 2 à 7 ans dont la famille présente un mode de vie rural. En complément, il est souhaitable d'évaluer les doses pour des personnes non représentatives de la population générale mais dont le mode d'alimentation serait particulièrement vulnérable à la contamination radioactive (végétarien, consommateur régulier de produits laitiers frais, alimentation en autarcie totale...), en considérant les produits les plus sensibles aux retombées radioactives.

• Pour le calcul des doses dues à l'irradiation externe par le dépôt radioactif

Les doses dues à l'irradiation externe dépendent principalement :

- des caractéristiques des dépôts formés par les retombées radioactives de l'accident ;
- du mode de vie et des activités des personnes qui vivent ou travaillent dans les territoires contaminés.

Il est raisonnablement prudent de considérer, pour le calcul des doses prévisionnelles au cours du premier mois suivant l'accident, que les dépôts initiaux ne subissent aucune modification autre que celle liée à la décroissance radioactive.

Le GT a recommandé de faire le calcul de la dose en considérant un temps de présence à l'extérieur des bâtiments de 50 % et en négligeant le temps passé dans des territoires moins ou non contaminés. Ce choix ne correspond pas à la valeur habituellement observée pour la population en général, nettement plus faible (moins de 20 %), mais permet de tenir compte des activités particulières, professionnelles ou de loisir, qui entraînent une présence à l'extérieur plus importante que la moyenne.

Il est difficile de modéliser de manière réaliste la diversité des zones urbaines, au sein desquelles les dépôts radioactifs peuvent avoir une distribution complexe. Par conséquent, un paramétrage simplifié et conservatif des outils de modélisation semble approprié pour fournir une estimation de l'ordre de grandeur des doses dues à l'irradiation externe ; toutefois, certains phénomènes sont actuellement négligés dans les modèles disponibles, principalement le dépôt sur les surfaces verticales et l'influence des arbres plantés en milieu urbain, ce qui pourrait conduire à sous-estimer les doses. Dans ces conditions, le GT a recommandé de poursuivre les développements de la modélisation de l'exposition en milieu urbain afin de mieux prendre en compte ces facteurs.

• Pour le calcul des doses dues à l'ingestion involontaire de particules radioactives

L'ingestion involontaire de particules radioactives peut se produire de différentes manières :

- soit par ingestion directe de particules de sol qui adhèrent à des aliments mal lavés ;
- soit par contact main-bouche, les mains étant elles-mêmes contaminées par contact de terres contaminées ou de surfaces portant une contamination labile.

Immédiatement après un accident nucléaire, il est difficile d'évaluer les doses susceptibles d'être reçues par cette voie d'exposition, en raison, d'une part, de la méconnaissance des valeurs de certains paramètres intervenant dans le calcul, d'autre part, de la grande variabilité des phénomènes en cause, selon les conditions environnementales et le mode de vie des personnes.

D'une manière générale, pour le calcul des doses prévisionnelles reçues le premier mois, le GT a recommandé de retenir des hypothèses pénalisantes pour certains facteurs environnementaux, notamment en supposant que le

dépôt reste entièrement en surface (couche superficielle de sol de 0,5 mm d'épaisseur), qu'il ne se fixe pas sur les supports durs et que le bénéfice apporté par d'éventuelles actions de nettoyage est négligeable. Il est également supposé que la contamination labile dans les habitations est 10 fois plus faible que celle de l'extérieur.

Lorsque l'ingestion involontaire constitue la voie d'exposition prépondérante, c'est-à-dire pour les scénarios accidentels qui conduisent à un dépôt radioactif provoquant un faible risque d'irradiation externe, il serait préférable de ne pas décider un éloignement immédiat des populations sur la seule base des évaluations des doses prévisionnelles susceptibles d'être reçues par les enfants d'un an, qui sont potentiellement les plus sensibles à l'ingestion involontaire, et de considérer aussi le cas des adultes, en tenant compte également de l'inhalation de particules radioactives remises en suspension, dont la contribution relative à la dose peut être significative.

2) Estimation de la contamination prévisible des denrées agricoles

L'évaluation prédictive de la contamination des denrées agricoles produites dans les territoires contaminés sert à la fois pour le calcul des doses dues à l'ingestion alimentaire, évoqué précédemment, et à l'identification des territoires où les NMA risquent d'être dépassés.

En pratique, à la sortie de la phase d'urgence d'un accident nucléaire, cette évaluation est basée principalement sur l'utilisation de modèles radioécologiques (par exemple ASTRAL et SYMBIOSE à l'IRSN), car très peu de résultats de mesure de la contamination des denrées agricoles seraient disponibles à ce moment.

L'évaluation des conséquences de l'accident sur la contamination des productions agricoles dépend directement de la connaissance des caractéristiques des dépôts (activités des différents radionucléides, part des dépôts sous forme de dépôt humide...). Dans le cas où seul le dépôt total est connu (par modélisation ou à l'aide de résultats de mesures), celui-ci peut être assimilé à un dépôt sec dès lors que la hauteur de pluie associée est inférieure à 5 mm en une journée ; lorsque la hauteur quotidienne de pluie a dépassé 5 mm, cette assimilation peut conduire à une surestimation importante de la contamination des végétaux et par conséquent des denrées animales.

Lors des premières évaluations menées à la sortie de la phase d'urgence, il est important de considérer en priorité les denrées locales susceptibles d'être récoltées puis consommées dans le mois qui suit la fin de l'accident. Pour les denrées cultivées localement mais susceptibles d'être récoltées plus d'un mois après l'accident (ex. céréales, fruits d'arbre, selon le moment de l'accident), il n'est pas impératif de les considérer à ce stade, car l'enjeu dosimétrique et commercial n'est pas immédiat. L'évaluation de la contamination de ces denrées peut se faire dans un second temps, au cours du mois à venir, en tenant compte des résultats de mesure et des données contextuelles disponibles.

Pour réaliser des évaluations aussi pertinentes que possible, il est important de disposer au préalable d'un inventaire des principales productions agricoles et d'élevage autour des installations, des calendriers agricoles moyens, ainsi que de contacts locaux permettant de fournir des précisions contextuelles sur certaines dates clefs de ces calendriers

agricoles qui sont assez variables d'une année sur l'autre et d'un lieu à l'autre. En effet, pour les grandes productions céréalières, arboricoles ou viticoles, un décalage d'une quinzaine de jours dans le stade végétatif peut entraîner, à dépôt équivalent, une différence de plusieurs ordres de grandeur de la contamination des produits au moment de la récolte.

Pour le calcul prédictif de la contamination des légumes produits au cours du premier mois suivant l'accident, le GT a recommandé de négliger l'effet protecteur des serres et d'utiliser des valeurs réalistes (par exemple celles utilisées par défaut par le code ASTRAL) pour la durée de présence maximale des cultures de légumes exposées directement aux retombées radioactives et pour le délai entre récolte et consommation des légumes à l'état frais (pour le calcul des doses par ingestion alimentaire).

3) Évaluation prédictive des dépôts radioactifs formés à la fin des rejets

Que ce soit pour l'évaluation prédictive des doses ou pour celle de la contamination des denrées agricoles, la détermination des caractéristiques initiales des dépôts formés à la fin des rejets radioactifs est capitale. En pratique, les résultats de mesure des dépôts à la sortie de la phase d'urgence seraient peu nombreux, voire absents, et la méthode de référence consiste à estimer le dépôt par modélisation de la dispersion atmosphérique des substances radioactives rejetées, en considérant d'une part les caractéristiques des rejets au cours de l'accident, d'autre part les paramètres météorologiques. Les mesures de radioactivité disponibles au cours de la phase d'urgence ou par la suite permettent ensuite d'actualiser et de préciser les estimations par modélisation.

La quantification des rejets radioactifs est généralement faite à partir de données indirectes (caractéristiques de l'installation et de l'accident) et elle peut se révéler très imprécise. Le GT a donc recommandé une approche conservatrice pour estimer le « terme source » en situation accidentelle, qui a une incidence très sensible sur l'évaluation des conséquences prévisionnelles à l'aide de modèles, concernant aussi bien la phase d'urgence que le début de la phase post-accidentelle.

La modélisation des phénomènes de dispersion atmosphérique et de dépôts effectuée au terme des rejets accidentels donne des estimations de dépôts relativement satisfaisantes à l'échelle locale (quelques dizaines de kilomètres) mais plus imprécises à plus grande distance, en particulier pour les dépôts humides. Pour les reconstitutions des dépôts à grande échelle, le GT a recommandé de privilégier l'utilisation d'une modélisation empirique à partir de données environnementales (mesures ou estimations de la contamination de l'air, mesures des précipitations) plutôt qu'une modélisation directe du dépôt à partir du « terme source » des rejets accidentels. Dans ce cadre, il est important de bien connaître, dès la fin de la phase d'urgence, les lieux où il a plu pendant les rejets ainsi que les quantités cumulées d'eau de pluie.

Il est important de noter que la cartographie des densités de dépôts sur un territoire de taille importante est nécessairement imprécise au début de la phase de transition post-accidentelle et ne peut pas être obtenue en recourant à une approche entièrement conservatrice. En effet, la maximisation de certains paramètres de dépôts (par exemple la vitesse de dépôt sec) conduirait à surestimer les conséquences sur certaines parties du territoire et, à l'inverse, à les sous-estimer ailleurs.

En raison de la forte variabilité locale des phénomènes influençant le dépôt, il peut exister des écarts importants entre les résultats de modélisation et la réalité, en particulier en milieu bâti, ainsi que dans les territoires ayant reçu d'importants dépôts humides. C'est pourquoi les stratégies de mesure au début de la phase post-accidentelle devraient privilégier la caractérisation de ces territoires où la connaissance initiale est imprécise et où les enjeux de protection sont importants.

4) Vers une démarche d'évaluation itérative

A partir de l'examen détaillé de la façon d'évaluer les conséquences prévisibles d'un rejet radioactif accidentel et des recommandations sur les hypothèses initiales à retenir à cet effet, le GT « Hypothèses » a proposé une méthode itérative d'évaluation des dépôts radioactifs initiaux et des conséquences dosimétriques. L'actualisation périodique des évaluations permettrait ainsi une représentation de plus en plus réaliste de l'état radiologique de l'environnement, en exploitant les résultats de mesure progressivement disponibles. De même, les données contextuelles propres à la situation constatée pourraient être progressivement substituées aux données initiales retenues par défaut, permettant également une estimation plus réaliste des doses prévisionnelles et des conséquences sur les productions agricoles. Cette démarche itérative serait à mener dans le cadre de concertations avec les acteurs locaux, qui pourraient se mettre en place au cours du mois suivant l'accident et se poursuivre au-delà.