

SYNTHÈSE DU RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL N° 3

« Évaluation des conséquences radiologiques
et dosimétriques en situation post-accidentelle »



Le groupe de travail n°3, piloté par l'IRSN, s'est consacré à l'évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation post-accidentelle. Dans ce cadre, le groupe s'est attaché à examiner les différentes techniques et méthodes disponibles, en analysant leur intérêt, leurs conditions de mise en œuvre et leurs limites. Cet examen a été mené dans le contexte de la caractérisation de l'état radiologique de l'environnement et de l'exposition des personnes dans les heures et les premiers jours qui suivent la fin des rejets radioactifs (cette période correspond à la sortie de la phase d'urgence et au début de la phase de transition post-accidentelle), pour des scénarios d'accident entraînant des rejets de relativement courte durée (moins de 24 heures).

1) Caractérisation de la contamination environnementale

Les travaux du GT3 ont permis de mettre en exergue plusieurs points importants à considérer pour la caractérisation de la contamination environnementale au début de la phase post-accidentelle. Celui relatif aux évaluations prédictives des conséquences radiologiques et dosimétriques a été développé dans le cadre d'un GT spécifique : le GT « Hypothèses ».

• Un enjeu prioritaire : connaître rapidement l'importance et l'étendue spatiale des dépôts radioactifs

Les dépôts formés par les retombées radioactives de l'accident déterminent, dès le début de la phase post-accidentelle, la nature et l'importance des voies d'exposition des populations : irradiation externe par le dépôt, ingestion de denrées alimentaires locales contaminées, risque d'ingestion involontaire de contamination labile, etc..

La connaissance de la nature et de l'étendue spatiale de ces dépôts initiaux (qui peuvent évoluer par la suite) est donc déterminante pour définir les stratégies de protection des populations et de gestion des territoires contaminés, notamment au travers de la mise en place d'un zonage post-accidentel au plus tôt après la fin de l'accident.

La connaissance des dépôts serait au départ principalement obtenue par modélisation à partir du « terme source » estimé et des données environnementales disponibles (conditions météorologiques), car il y aurait peu de résultats de mesure disponibles à la fin d'un accident ayant entraîné des rejets de courte durée. **Afin de conforter au plus vite les premières estimations qui seraient très imprécises, il est recommandé de réaliser rapidement la caractérisation des dépôts en réalisant un nombre suffisamment représentatif de mesures et de prélèvements dans les jours qui suivent leur formation, car ceux-ci se transforment rapidement.**

• Bien choisir les techniques de mesure en fonction de l'objectif visé

Il existe de multiples techniques de mesure de la contamination environnementale, dont les performances et les facilités de mise en œuvre ne sont pas identiques. Le choix des techniques ainsi que des équipes et laboratoires chargés de les appliquer devrait dépendre de la finalité principale des mesures, qui peut être soit l'expertise, soit le contrôle.

Les mesures d'expertise visent principalement à préciser *a posteriori* la connaissance des conséquences radiologiques et dosimétriques au cours de la phase de rejet, à conforter les évaluations prédictives des conséquences radiologiques et dosimétriques relatives à la phase post-accidentelle, et à disposer d'une connaissance précise du spectre de radionucléides en différents lieux et son évolution dans le temps. Les mesures d'expertise doivent être réalisées au plus tôt par des équipes spécialisées, en recourant à des techniques permettant des caractérisations aussi précises et complètes que possible des différents territoires et milieux.

Les mesures de contrôle servent directement à orienter des choix d'action et à vérifier la conformité d'une situation ou d'un produit à des critères prédéfinis. Ces mesures de contrôle sont d'une importance capitale pour ajuster l'application des actions de prévention déjà engagées et, le moment venu, pour décider leur levée. Ces mesures permettent également de vérifier l'efficacité des actions de réduction de la contamination, notamment dans les milieux bâtis. Il convient dès lors de recourir à des techniques et à des protocoles analytiques simples et optimisés, pouvant être mis en œuvre par un nombre d'acteurs aussi élevé que possible, afin de disposer de résultats pertinents et suffisamment nombreux dans des délais courts.

• Organiser des programmes de prélèvements et de mesures différenciés dans l'espace et le temps

Pour des raisons évidentes de ressources humaines et techniques limitées, il est impossible d'engager de front de multiples programmes de prélèvements et de mesures couvrant l'ensemble des territoires concernés et tous les aspects de l'évaluation des conséquences radiologiques. Aussi, le GT3 a proposé de définir les programmes de surveillance environnementale en fonction des principes généraux suivants :

- **Hierarchiser les besoins de mesures en fonction des pouvoirs publics pour la gestion de l'événement.** Ces priorités peuvent évoluer au cours du temps : conforter les évaluations prédictives et vérifier que les territoires présumés épargnés l'ont été effectivement ; aider les pouvoirs publics à mettre en place les actions permettant d'assurer la protection des populations à la sortie de la phase d'urgence et au début de la phase de transition ; gérer les conséquences socio-économiques de l'accident.
- **Définir et mettre en œuvre des programmes de mesures en fonction d'un objectif d'expertise ou de contrôle.** Ce principe doit conduire à différencier clairement les programmes de mesures, ainsi que les équipes qui les réalisent, même lorsqu'ils s'appliquent à un même territoire. Les programmes à des fins d'expertise sont menés par campagnes ou au moyens de stations fixes (suivi temporel). Les programmes de contrôle sont menés selon une approche systématique ou par sondage.

- **Différencier les programmes de mesures en fonction du zonage post-accidentel.** Les besoins et les priorités des mesures ne sont en effet pas les mêmes selon les zones mises en place en phase post-accidentelle. S'il existe une zone où la population a été éloignée (ZE), celle-ci n'accueille aucun résidant permanent et les mesures doivent être effectuées dans les lieux où des interventions sont nécessaires (site accidenté, industrie, élevage) pour assurer la radioprotection des intervenants. Dans le reste de la zone de protection des populations (ZPP), les mesures visent en priorité à contrôler la qualité radiologique des lieux de vie et d'activité, ainsi qu'à vérifier l'adéquation de l'étendue de la zone. Dans la zone de surveillance renforcée des territoires (ZST), le besoin de mesures concerne principalement le contrôle des productions agricoles dont la contamination est susceptible de dépasser les niveaux maximaux admissibles pour l'alimentation humaine ou celle du bétail.
- **Tenir compte du risque d'exposition des équipes réalisant des prélèvements et des mesures.** Le risque d'exposition pour les équipes intervenant sur le terrain pour réaliser des prélèvements et des mesures est à considérer principalement dans la ZE, si elle existe, où il convient de justifier et d'optimiser les interventions, afin d'éviter que ces équipes soient inutilement exposées et de réduire les doses à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. Dans le reste de la ZPP et *a fortiori* dans la ZST, où résident en permanence des populations, les campagnes de prélèvements et de mesures pourraient se faire sans contraintes particulières de radioprotection (sauf cas particulier, par exemple dans des forêts ou dans des installations présentant un risque de concentration de la contamination).

L'application de ces principes permet de concevoir une démarche de mesure de la radioactivité de l'environnement, à des fins d'expertise ou de contrôle, adaptée à chaque zone et avec une progression spatiale et temporelle adaptée aux priorités. Selon le cas, cette progression peut être centrifuge (en s'éloignant du site accidenté), par exemple le contrôle des secteurs bâtis de la ZPP (hors ZE), ou au contraire centripète (en se rapprochant du site accidenté) par exemple les mesures d'expertise réalisées dans la ZE.

• **Adapter la logistique et les méthodes des laboratoires de mesure pour faire face à un afflux important d'échantillons plus ou moins contaminés**

En temps normal, les laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement appliquent en routine des techniques de mesure maîtrisées (laboratoires agréés) et adaptées à la mesure de faibles activités, pour un nombre restreint de radionucléides, ou à la vérification de l'absence de contamination, dans le cadre d'une démarche planifiée.

En situation post-accidentelle, les laboratoires impliqués dans les programmes de mesures seraient soumis à des conditions et des contraintes inhabituelles : afflux important d'échantillons, risque de contamination du matériel de laboratoire et contamination croisée entre échantillons, radioprotection du personnel, recherche de radionucléides habituellement non mesurés dans l'environnement, nécessité de rendre des résultats dans des délais courts... C'est pourquoi ces laboratoires

devraient, en amont de toute situation accidentelle, définir et maintenir des conditions logistiques et organisationnelles permettant d'y faire face. Les techniques de mesure devraient être adaptées pour atteindre les limites de détection recherchées, elles-mêmes fixées en fonction de l'objectif des mesures (expertise ou contrôle). Les mesures de contrôle devraient porter sur un nombre limité d'indicateurs radiologiques ou de radionucléides à rechercher, et être réalisées suivant un protocole analytique prédéterminé, de manière à raccourcir les délais et à augmenter le flux d'échantillons mesurés. Au besoin, des abaques de corrélations, élaborés par l'IRSN à partir des résultats de mesures d'expertise, permettrait d'estimer les activités des autres radionucléides non mesurés, au moins au cours des premières semaines suivant l'accident.

Suivant les recommandations du GT3, l'IRSN a rédigé, avec l'aide d'un groupe technique, **un guide de bonnes pratiques des laboratoires de mesure en situation post-accidentelle**, diffusé début 2011 à titre probatoire.

• **Recueillir, exploiter et restituer les résultats de mesure de façon transparente**

La directive interministérielle du 29 novembre 2005 fixe le cadre actuel dans lequel doivent se concevoir la collecte et l'exploitation des résultats des mesures nécessaires à la caractérisation de l'état radiologique de l'environnement. Cette directive confie à l'IRSN la charge de centraliser l'ensemble des résultats des mesures obtenus dès la phase d'urgence, d'en vérifier la cohérence et de les exploiter. Sont concernées ici les mesures destinées à l'expertise des conséquences radiologiques et dosimétriques ou au contrôle de la qualité radiologique des milieux et des produits, effectuées à la demande des pouvoirs publics ainsi que celles effectuées par l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée.

Le GT3 a recommandé que la mise à disposition publique des résultats de mesure et des principaux résultats d'évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques soit faite via un site Internet dédié, rendu actif au plus vite après la survenue d'une situation d'urgence nucléaire ou radiologique. Ce site devrait donner accès :

- aux résultats de mesure de la radioactivité de l'environnement ;
- aux cartes et graphiques représentant des résultats d'évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques de l'accident, en y associant systématiquement les explications appropriées permettant d'interpréter correctement ces documents.

Cette publication « institutionnelle » des résultats de mesure et d'évaluation des conséquences radiologiques ne porte pas préjudice aux autres initiatives de publication, notamment celles que pourraient prendre la CLI, les collectivités territoriales ou certaines associations sur la base de leurs propres mesures ou évaluations.

Par ailleurs, avant toute situation d'accident, il serait utile de préparer des documents d'information générale sur la radioactivité, les mesures radiologiques, l'interprétation des résultats, etc. qui pourraient être diffusés dès la fin de la phase d'urgence.

2) Évaluation rétrospective des doses reçues par la population exposée

La connaissance des doses reçues par les personnes est essentielle comme base objective du suivi sanitaire post-accidentel. Les populations considérées sont multiples et peuvent être schématiquement réparties en deux ensembles :

- les personnes exposées au moment de l'accident ;
- les personnes exposées après l'accident, soit parce qu'elles résident sur des territoires ayant une contamination résiduelle significative, soit parce qu'elles consomment des produits issus de ces territoires, soit parce qu'elles y interviennent dans le cadre de programmes de réhabilitation.

• Une priorité : le contrôle de la contamination interne

Parmi les voies d'exposition à caractériser, c'est la contamination interne qui suscite le plus d'inquiétude et devrait donc être principalement contrôlée ; un tel contrôle devrait être systématiquement proposé, au moins pour une partie de la population exposée. Le nombre de personnes concernées est susceptible d'être important. Les capacités de mesure de la contamination interne étant limitées, il serait nécessaire de fixer une stratégie de mesure permettant une utilisation optimale de ces capacités. Pour cela, le GT3 a proposé de retenir les principes suivants :

- l'évaluation rétrospective des doses doit en priorité servir à organiser le suivi sanitaire des populations exposées mais aussi à traiter la crise psychosociale résultant des craintes de personnes vis-à-vis d'une éventuelle contamination (« levée de doute ») ;
- la détermination des doses à l'aide de mesures individuelles de la contamination interne doit être privilégiée, plutôt que recourir à une approche indirecte reposant sur un calcul scénarisé, pour des raisons scientifiques (connaissances individuelles des doses dans le cadre du suivi sanitaire) et des raisons « psychosociales » ;
- à l'issue de la phase d'urgence, le contrôle de la contamination interne devrait être assuré en priorité pour les populations les plus affectées par les rejets mais aussi pour les catégories de personnes les plus sensibles (enfants, femmes enceintes), en tenant compte des capacités opérationnelles mobilisables ;
- les mesures de la contamination interne au début de la phase post-accidentelle seraient menées dans une optique de contrôle (mesures de tri), en privilégiant la rapidité par la mesure de quelques indicateurs de contamination pertinents (iode 131, césium 137) sans chercher l'exhaustivité. Par ailleurs, les campagnes de mesures devraient être menées de façon à permettre le dépistage des radionucléides à vie courte ;
- en complément, la réalisation de mesures d'expertise devrait être proposée à des personnes contaminées acceptant ce type de mesure. Ces mesures, répétées dans le temps, permettraient de suivre l'évolution dans le temps de la contamination interne des personnes les plus touchées et ainsi d'évaluer plus précisément leurs doses.

L'application de ces principes a conduit à proposer de mesurer en priorité la contamination interne de :

- tous les enfants et les femmes enceintes qui se trouvaient dans la zone où des actions de protection d'urgence ont été appliquées (mise à l'abri, prise d'iode stable, évacuation), indépendamment de leur situation par rapport au secteur sous le vent lors de l'accident ;
- toutes les personnes de la zone des 2km qui se trouvaient en extérieur au moment du rejet ;
- toutes les personnes qui se trouvaient dans le secteur sous le vent lors de l'accident, à la fois dans la zone de protection d'urgence et dans une zone située quelques kilomètres au-delà, où des charges corporelles (plus de 1 000 Bq) sont susceptibles d'être détectées par des mesures de tri. Si une zone d'éloignement immédiat est instaurée, toutes les personnes qui s'y trouvent devraient également être contrôlées, si possible avant leur éloignement.

Pour ces catégories de personnes, le contrôle de la contamination interne devrait être proposé systématiquement dès la sortie de phase d'urgence et être réalisé dans les jours qui suivent, sans qu'il ait pour autant un caractère obligatoire. Ces contrôles pourraient être étendus ensuite aux populations vivant dans le reste de la ZPP. Il convient également de prévoir une gestion spécifique des demandes spontanées de personnes qui craindraient d'avoir été contaminées alors qu'elles ne font pas partie des catégories prioritaires indiquées précédemment.

• Organiser une collecte et une restitution appropriée des résultats de mesure

A la suite d'une recommandation du GT3, l'IRSN est en train de mettre au point un dispositif de recueil et de conservation centralisée des mesures d'exposition réalisées sur les personnes à l'issue de la phase d'urgence, afin de ne pas perdre cette information et de pouvoir notamment l'exploiter dans le cadre du suivi sanitaire des populations.

L'interprétation dosimétrique des résultats de mesure de la charge corporelle (ou le cas échéant d'excrétion urinaire) nécessite un délai long (plusieurs jours) incompatible avec l'attente légitime des personnes contrôlées de connaître au plus vite l'importance de leur exposition. A défaut de pouvoir fournir rapidement une information sur la dose engagée, le GT3 a recommandé d'élaborer une méthode de communication des résultats de mesure de la charge corporelle immédiatement après avoir fait la mesure, de manière à permettre à chacun de situer ces résultats. Plusieurs pistes sont à approfondir :

- comparer le résultat à celui de la charge corporelle normale de chaque individu (de l'ordre de 5 000 Bq en permanence). L'inconvénient de cette comparaison est le risque d'induire une confusion sur l'importance du risque : une même charge corporelle correspond à une dose plus importante avec du plutonium qu'avec du césium 137 ;
- fournir une « dose indicative », correspondant à la charge corporelle mesurée, en prenant le soin d'expliquer la signification et les limites de cette indication. Cette solution pourrait être envisagée pour les personnes dont la charge corporelle mesurée n'est pas susceptible

d'entraîner une dose engagée dépassant quelques mSv. Au-delà, il est préférable de recommander à la personne de faire des examens complémentaires dans la durée pour obtenir une évaluation plus précise de la dose due à la contamination interne.

La dose efficace reçue par une personne au cours de l'accident ne se limite pas à celle due à la contamination interne et, lors de la restitution des résultats dosimétriques, il convient d'ajouter la dose par irradiation externe, notamment celle due au panache radioactif. Cette dose par irradiation externe ne peut généralement pas être calculée à l'aide de mesures individuelles : elle doit être déterminée par une évaluation scénarisée, tenant compte de la reconstitution des caractéristiques du panache radioactif formé lors de l'accident (calcul du débit de dose ambiant dû au panache) et des informations recueillies sur la position de la personne au moment de l'accident (lieu, situation à l'extérieur ou à l'intérieur d'un bâtiment, mouvement éventuel).

3) Perspectives

Les travaux du GT3 ont permis de proposer des éléments de doctrine et des approches méthodologiques qui pour partie pourront être repris et complétés dans le cadre de l'élaboration du guide national de préparation à la sortie de la phase d'urgence et des lignes directrices pour la gestion de la phase de transition post-accidentelle.

De son côté, l'IRSN qui, en situation d'urgence et post-accidentelle, aurait à mener des évaluations de conséquences radiologiques et dosimétriques en appui de l'action de pouvoirs publics, poursuit le développement de méthodes d'expertise de crise en tenant compte des éléments proposés par le GT3.

Enfin, le GT3 a souligné l'intérêt de réaliser des exercices pour tester, de façon pratique et dans des conditions réalistes, certains aspects techniques et organisationnels relatifs à la réalisation de prélèvements et de mesures dans l'environnement, ou de mesures de la contamination interne de personnes en situation post-accidentelle. Le retour d'expérience de tels exercices serait en effet d'une grande utilité pour valider ou amender certaines des indications proposées par le groupe et de mieux appréhender certains aspects quantitatifs et temporels. De tels exercices permettraient ainsi de progresser dans la mise en place opérationnelle des moyens et des acteurs, tout en assurant formation et entraînement.